

- [Текст] / И.И.Касимов // Сб.тр. 1 научно практического семинара с участием иностранных специалистов 9-10 ноября 2011 года. – Ташкент: Ташкентский архитектурно строительный университет.
7. Розенталь, Д.А. Состав и свойства битумов, получаемых по энергосберегающей технологии с введением структурообразующей добавки [Текст] / Д.А. Розенталь, И. И. Касимов и др. // Строительные материалы. – М.: 1991. - № 7. - с.20-21.
8. Касимов И.К., Касимов И.И., Тилябаев Б.А., Таболина Л.С., Розенталь Д.А., Бердиев М.Ю. Битумполимерная композиция patent.183.1835413 Find Patent.ru - патентный поиск, 2012-2015.
9. Мавлянов, А.С. Комплексное использование минерального сырья [Текст] / А.С. Мавлянов, А.А. Абдыкалыков, Б.Т. Ассакунова. – Б.: Илим, 2016. – 326 с.
10. Абдыкалыков, А.А. Материал таануу [Текст] / А. А. Абдыкалыков, Б.Т. Ассакунова, И.К. Омурбеков. - Б.: Калем, 2019. – 264 б.

УДК: 691-431

К.Б. Абдусаматов¹, О.Б. Косимов,¹ Б.А. Турсунов¹, Т.Т. Болотов²

¹Жизак политехникалык институту, Жизак, Ўзбекистан

²И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹Джизакский политехнический институт, Джизак, Республика Узбекистан,

²КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

K.B. Abdusamatov¹, O.B. Kosimov¹, B.A. Tursunov¹, T.T. Bolotov²

¹Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Republic of Uzbekistan

²Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic

abdusamatovk74@gmail.com odil.kasimov@list.ru bekzod1144@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО И ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

АВТОКЛАВСЫЗ ГАЗОБЕТОНДУН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫК ТЕРМИКАЛЫК ЖАНА ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯЛЫК АНАЛИЗДЕРИНИН ЖЫЙЫНТЫГЫ

RESULTS OF DIFFERENTIAL THERMAL AND THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF NON-AUTOCLAVE AERED CONCRETE

Макалада лабораториялык шарттарда автоклавдык эмес ыкма менен даярдалган газобетондун үлгүлөрүндө DTG-60/(SHIMADZU) дериватографында дифференциалдык-термогравиметриялык ыкма менен алынган жыйынтыктар берилген. Стабилдештирилген үлгүлөрдүн бузулушунун натыйжалуу кинетикалык көрсөткүчтөрүн эсептөө Фриман жана Керролл ыкмасы боюнча жүргүзүлдү. Лабораториялык шарттарда даярдалган газобетон үчүн колдонулган компоненттердин химиялык курамы да келтирилген. Сыналган газобетондун үлгүлөрүнө микрофибра түрүндөгү асбест калдыктары кошулган. Мындан тышкары, газобетондун касиетинин таасирин изилдөө максатында АК Узметкомбинаттын микрокриликасы кошулган. Алмалуу тоо-кен металлургия комбинатынын, Жизак цемент заводунун лабораториясындагы компоненттердин химиялык курамы ARL performance X сериясындагы радиофлуоресценттүү спектрометрдин жардамы менен аныкталган. Толтургуч катары Ташкент облусунда жайгашкан жергиликтүү карьердин куму колдонулган.

Тўйундүү сөздөр: цемент, карьер куму, дифференциалдык термогравиметриялык ыкма, газобетон, термикалык анализ, ысыкка чыдамдуу материалдар, физикалык-механикалык касиеттер.

В статье представлены результаты, полученные на дериватографе DTG-60/(SHIMADZU) дифференциально-термогравиметрическим методом на образцах газобетона, приготовленных в лабораторных условиях неавтоклавным способом. Расчет эффективных кинетических показателей разрушения стабилизированных образцов проводили по методу Фримена и Керролла. Также приведены химические составы компонентов, используемых для газобетона, приготовленного в лабораторных условиях. В образцы протестированного газобетона были добавлены асбестовые отходы в виде микроволокна. Кроме того, был добавлен микрокремнезем АО Узметкомбината, с целью изучения влияния свойства газобетона. Химические составы компонентов в лаборатории Алмалыкского горно-металлургического комбината, Джизакского цементного завода, были определены с помощью радиофлуоресцентного спектрометра серии ARL performance X. В качестве наполнителя было использовано песок местного карьера расположенной в Ташкентской области.

Ключевые слова: цемент, карьерный песок, дифференциально-термогравиметрическим метод, газобетон, термический анализ, термостойкие материалы, физико-механические свойства.

The article presents the results obtained on the DTG-60/(SHIMADZU) derivatograph by the differential thermogravimetric method on aerated concrete samples prepared under laboratory conditions by a non-autoclave method. The calculation of the effective kinetic parameters of the destruction of stabilized samples was carried out using the Freeman and Carroll method. The chemical compositions of the components used for aerated concrete prepared in laboratory conditions are also given. Asbestos waste in the form of microfibre was added to the samples of the tested aerated concrete. In addition, microsilicon of Uzmetkombinat JSC was added in order to study the effect of the properties of aerated concrete. The chemical compositions of the components in the laboratory of Almalyk Mining and Metallurgical Combine, Jizzakh Cement Plant, were determined using a radiofluorescence spectrometer of the ARL performance X series. The sand of a local quarry located in the Tashkent region was used as a filler.

Key words: cement, quarry sand, differential thermogravimetric method, aerated concrete, thermal analysis, heat-resistant materials, physical and mechanical properties.

Введение. При строительстве современных многоэтажных жилых зданий и промышленных зданий учитывается их срок службы, энергоэффективность при использовании высококачественных строительных материалов. В настоящее время использование блоков ячеистого бетона становится все более популярным. Это эффективно в экономии электроэнергии и природного газа, которые расходуются на постоянное обслуживание помещений в здании.

На этапе проектирования объектов строительства различного назначения преследуется цель снижения энергозатрат на отопление зданий при обеспечении комфортных условий пребывания в них людей путем использования архитектурных, строительных и инженерных решений, направленных на экономию энергетических ресурсов [3].

В лаборатории кафедры «Строительные материалы и конструкции» Джизакского политехнического института ведутся экспериментальные работы по получению газобетона с использованием в качестве наполнителя песка «Майский» (модуль крупности песка-1,22), а также фиброгазобетона с добавлением фибры из промышленных отходов.

Материал и методы исследования. В качестве связующих при пробоподготовке использовали цементные и газообразующие компоненты ЦЭМ II / А-И 32,5 Н (ПЦ-400 Д-20) производства ОАО «Алмалыкский ГМК» [2].

Карьерный песок был выбран в соответствии с требованиями к песку (ГОСТ 8736-2014). При производстве газобетона модуль плотности песка должен быть мелким и очень мелким, не более 0,1 - 0,5 мм. В процессе исследований при приготовлении газобетона использовался песок Майского карьера, расположенного в Ташкентской области. При просеивании песка на стандартных ситах его модуль крупности составляет 1,22, плотность разлива составляет -1305 кг/м³, количество пыли, глины и глинистых частиц в песке составляет 1,4% по сравнению с его весом.

Микрокремнезем. Плотность разлива конденсированного микроконтроллера, сбрасываемого на предприятии АО Узметкомбината, составляет 0,356 кг/м³ и соответствует техническому условию ТУ 00186200-12-2019. Результаты анализа, проведенного в лаборатории Алмалыкского горно-металлургического комбината АО Джизакский цементный завод при химическом анализе микрокремнеземных отходов АО Узметкомбината на рентгенофлуоресцентном спектрометре серии ARL performance X, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав кремнезема

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	P ₂ O ₅	ППП
87,9	1,28	1,43	0,92	0,84	0,04	0,25	0,41	0,03	0,0184	0,6089	0,0402	2,640

Цемент. В качестве вяжущего в ходе исследования использовался цемент марки ЦЕМ II/A-I 32,5 N (ПЦ-400 Д-20), произведенный в АО "Алмалик КМК". Химический состав в таблице 2 и физико-механические свойства цемента марки ЦЕМ II/A-I 32,5 N (ПЦ-400 Д-20) в таблице 3.

Таблица 2 - Химический состав цемента

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	ППП	CaCO ₃	Σ
12,9	3,81	3,19	63,39	1,76	1,96	0,09	0,60	0,20	0,004	0,05	9,59	16,0	97,5

Таблица 3 - Физико-механические свойства

Сито 80 μ	Прочность на сжатие, МПа			Затвердевание цемента, мин		Расши- рение цемента, мм	Удельная плотность, см ² /гр	Истин- ная плот- ность, гр/см ³	Удель-ный вес, гр/дм ³
	2 суток	7 суток	28 суток	Начало	Конец				
1,9	16,9	26,4	33,7	205	310	3	3217	3,16	1200

Дифференциально-термогравиметрический метод. Оптимально отобранные образцы анализировали дифференциально-термогравиметрическим методом, определяли в дериватографе, работающем в системе DTG-60/(SHIMADZU). Этот метод основан на изменении теплового воздействия соединений в диапазоне температур 293-793 К, когда скорость повышения температуры составляет 2-5 К/мин. Расчет эффективных кинетических показателей разрушения стабилизированных образцов проводили по методу Фримена и Кэрролла по данным ТГА. Скорость распада образца равна:

$$\frac{d_w}{d_t} = \left(\frac{A_0}{R_H} \right) \frac{e - E}{R_T W_n}, \quad (1)$$

здесь, RH - скорость нагрева, W - масса образца, A₀- предэкспоненциальное умножение, n- эффект состава реакции, E-эффективная энергия активации термодеструкции образца.

В логарифмических координатах порядок реакции n находится из уравнения касательного угла отклонения графика зависимости, а эффективная энергия активации термодеструкции определяется из сечения по оси ординат.

- скорость повышения температуры при дифференциально-термогравиметрическом анализе - 5,0; 10,0; и 20,0 °C/мин;

- температура термического анализа для термостойких материалов устанавливается от - 750 °C до - 850 °C согласно требованиям ГОСТ;

- в конце процесса разрушения анализировали и исследовали при температуре 900-1000 °C.



Рисунок 1 - Дериватограф DTG-60/(SHIMADZU)

Термический анализ был одним из методов исследования, используемых в течение длительного времени, и показал свою эффективность при изучении свойств различных органических веществ и материалов под воздействием температуры. В процессе научной работы в качестве основного метода исследования используется комбинированный термический анализ.

Дифференциальный термический анализ включает термогравиметрию и первичную термогравиметрию. Этот метод обычно используется для анализа чистоты образца, содержания карбонатов и органических веществ в образце и т.д. [3].

В процессе дифференциального термического анализа разница температур, возникающая между образцом и контрольным образцом, измеряется с помощью одной и той же термообработки.

Контрольные образцы и испытуемый образец должны быть подвергнуты одинаковым условиям и одинаковым процедурам тестирования.

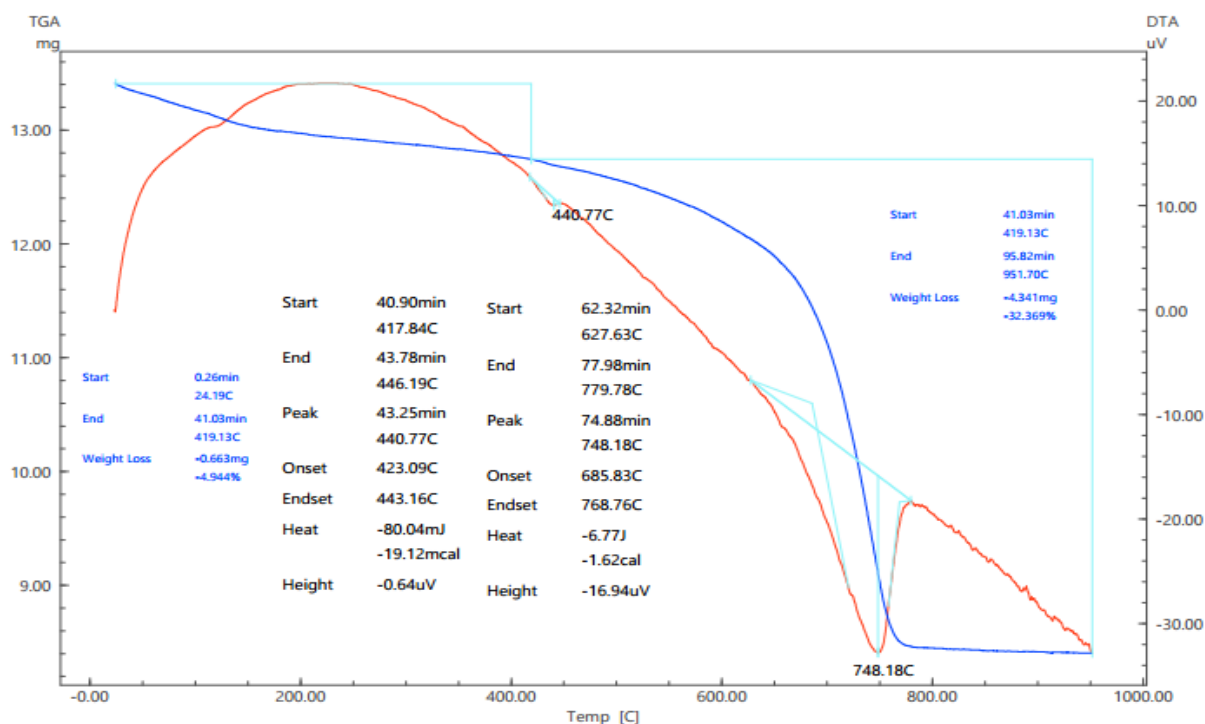


Рисунок 2 - ТГА-термогравиметрическая кривая газобетона;
 ДСК-дифференциальная сканирующая калориметрическая кривая

Данные ТГА, представленные на рисунке 2, показывают изменение структуры образца с потерей массы в два этапа: первый в диапазоне 24,19-419,13 °С, газобетон до 4,944 %, второй этап в диапазоне 419,13-951,7 °С, образец потерял 32,369 % массы. Определено, что полученный газобетон теряет общую массу 37,313 % при нагреве до 951,7 °С.

Дифференциальная термическая кривизна исследованного газобетона представлена двумя эндотермическими пиками и малоинтенсивными экзотермическими пиками. Первый эндотермический эффект возник при 417,84-443,16 °С и объясняется потерей кристаллизационной воды из газобетона и образованием солей в результате взаимодействия свободных амфотерных, основных оксидов. Второй эндотермический пик при 627,63-768,76 °С можно объяснить изменением в результате процесса солеобразования при взаимодействии основных оксидов. Малоинтенсивные экзотермические пики связаны с выделением летучих SO₂, P₂O₅ в результате разложения солей. Согласно результатам полученных элементов, водорастворимые, метаболические и связанные с карбонатами изменения формы присутствуют в указанном количестве. Однако он соединен с оксидами Si, Al, Mg и Fe. В этой фракции элементы находятся в безопасной и нерастворимой форме, и это может быть связано с высоким водородным индексом окислительного состояния.

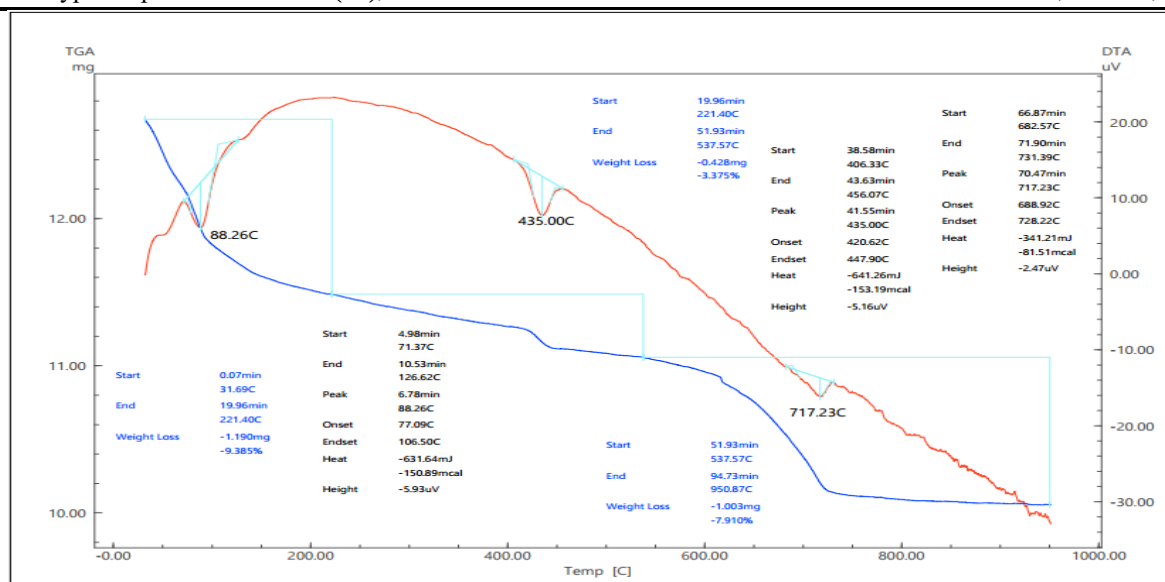


Рисунок 3 - ТГА - термогравиметрическая кривизна газобетона с 9-процентным АЦО; ДСК - кривая дифференциальной сканирующей калориметрии

Данные ТГА, представленные на рисунке 3, показывают изменение структуры образца с потерей массы в три этапа, первый этап – газоблок до 9,385 % в диапазоне 31,69–221,4 °С, второй этап – 3,375 % в диапазоне 221,4– 537,57 °С, 537,57– и до 950,87 °С потерял 7,91% массы. Определена общая потеря массы газобетона 20,67% при нагреве до 950°С. Дифференциальная термическая кривая исследованного газобетона представлена тремя эндотермическими и малоинтенсивными экзотермическими показателями. При наступлении первого эндотермического эффекта при 71,37–106,5 °С происходит потеря гигроскопической и кристаллизационной воды из газобетона. Второй эндотермический пик при 406,33–447,9 °С может быть изменением, возникающим в результате процесса солеобразования при взаимодействии свободных амфотерных и основных оксидов. Третий эндотермический пик при 682,57–728,22 °С представляет собой изменение, обусловленное процессом солеобразования при взаимодействии оксида кремния (IV) и основных оксидов. Установлено, что низкоинтенсивные экзотермические индикаторы связаны с выделением летучих SO_2 , P_2O_5 в результате разложения солей.

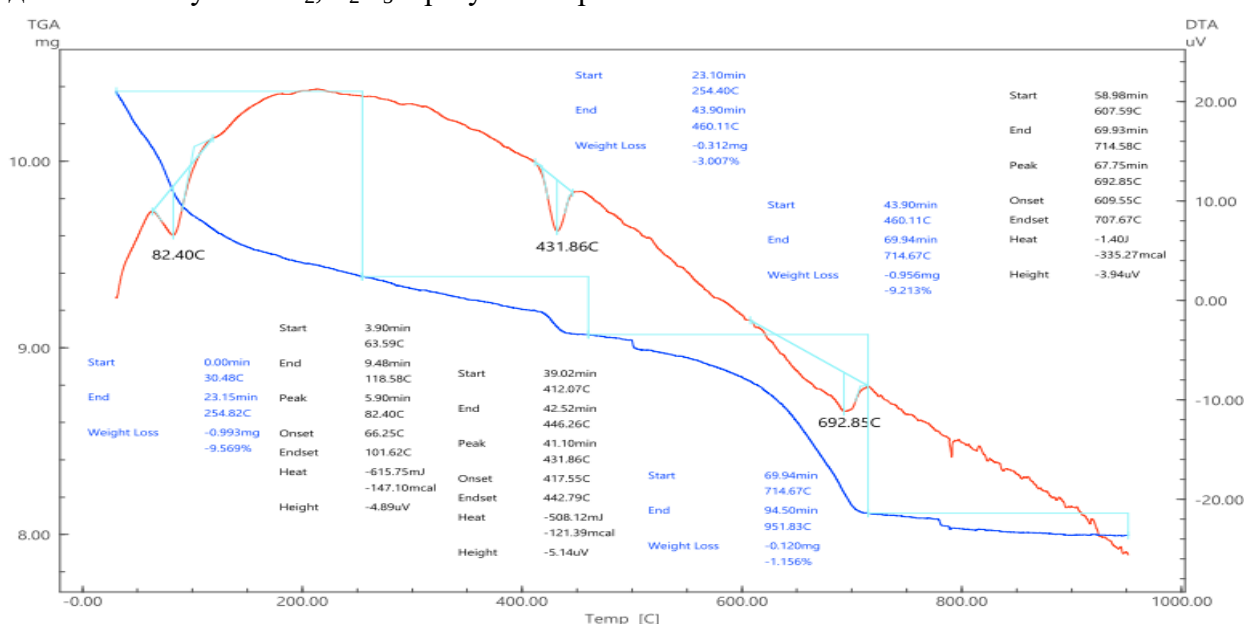


Рисунок 4 - ТГА – термогравиметрическая кривая газобетона с добавкой 7 % АЦО; ДСК – кривая дифференциальной сканирующей калориметрии

Данные ТГА, представленные на рисунке 4, показывают изменение структуры образца при потере веса в четыре этапа. В первом диапазоне газобетон до 9,569 % при 30,48–254,82 °С, на втором этапе 3,007 % при 254,40–460,11 °С, на третьем этапе 9,213 % при 460,11–714,67 °С и на четвертом этапе при 714,67–951,83 °С, потерял до 1,156% своей массы. Установлено, что полученный газобетон теряет общую массу 22,945% при нагреве до 951,83 °С.

Дифференциальная термическая кривая газобетона представлена тремя эндотермическими и малоинтенсивными экзотермическими показателями. Первый эндотермический эффект – это потеря гигроскопической и кристаллизационной воды из газобетона, происходящая при 63,59–101,62 °С, а второй эндотермический показатель – изменение, возникающее в результате процесса солеобразования в результате взаимодействия свободных амфотерных и основных оксидов при 412,07 –442,79 °С. Третий эндотермический показатель – изменение, возникающее в результате процесса солеобразования при взаимодействии оксида кремния(IV) и основных оксидов при 607,59–707,67 °С. Низкоинтенсивные экзотермические индикаторы связаны с выделением летучих SO₂, P₂O₅ в результате разложения солей.

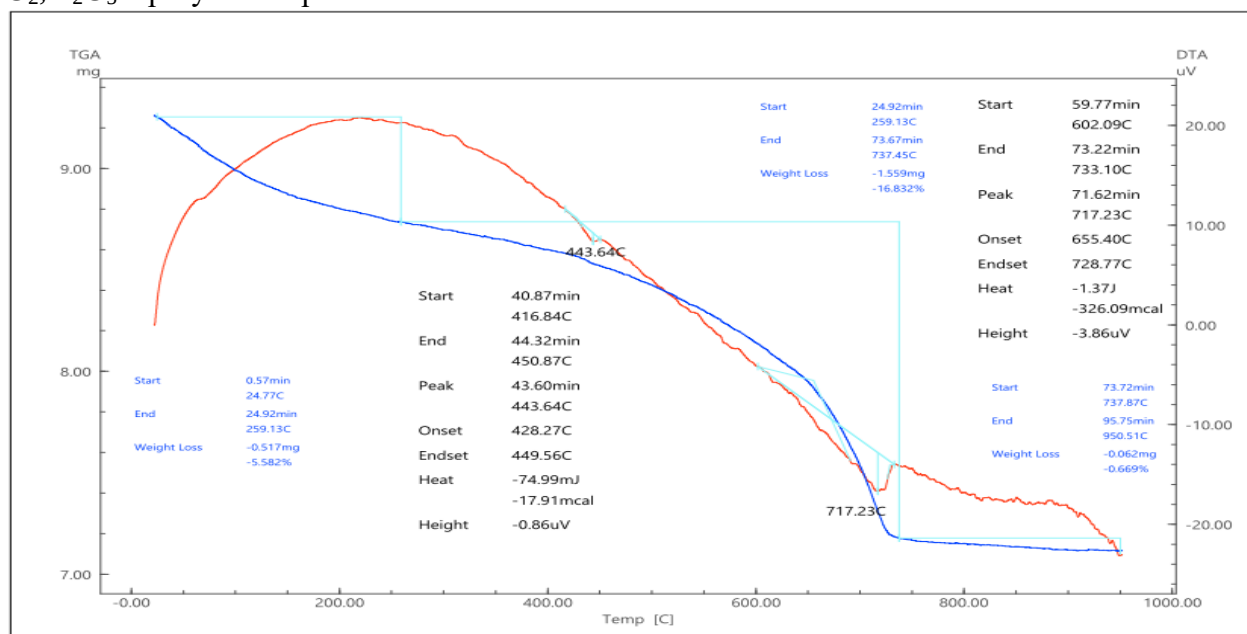


Рисунок 5 - ТГА - термогравиметрическая кривая газобетона с добавкой 9 процентов АЦО и 20 процентов МК; ДСК - кривая дифференциальной сканирующей калориметрии

Дифференциальная термическая кривая исследованного газобетона представлена тремя эндотермическими и малоинтенсивными экзотермическими показателями. Первый эндотермический эффект, возникший при 416,84–449,56 °С, представляет собой потерю гигроскопической и кристаллизационной воды из газобетона и изменение, возникающее в результате процесса солеобразования от взаимодействия свободных амфотерных и основных оксидов, а второй эндотермический пик при 602,09–728,77 °С – оксид кремния (IV) – изменение, возникающее в результате процесса солеобразования при взаимодействии основных оксидов. Малоинтенсивные экзотермические пики связаны с выделением летучих SO₂, P₂O₅ в результате разложения солей.

Выводы. В ходе проведенного эксперимента были изготовлены образцов различного состава и испытаны на физико-механических свойств. А также проанализировано результатов проведенного ДТА и ТГА неавтоклавного газобетона. Мы можем прийти к выводу, что полученные лабораторные результаты соответствуют строительным нормам.

Список литературы

1. Хрусталева, Б.М. Определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [Текст] / Б.М.Хрусталева, В.Д. Сизов // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. - 2018. - №1. - С.47-59.
2. Лазуренко, Н.В. Методика определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций различного назначения [Текст] / Н.В.Лазуренко, Н.В. Пилипенко // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2006. - №31.
3. Абдусаматов, К.Б., Совершенствование методов получения огнестойких и теплоизоляционных стеновых материалов на основе промышленных отходов.... автореферат канд. диссертации [Текст] / К.Б.Абдусаматов. – Ташкент: 2023. – 16 с.
4. Abdusamatov, K., & Bakhodirov, A. Determination of thermal conductivity and thermal resistance of fire-resistant and heat-insulating wall materials made on the basis of industrial waste. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2789, No. 1). (2023, June). AIP Publishing.
5. Абдусаматов, К. Б. Исследовательская работа по определению теплопроводности и термическое сопротивление образцов газобетона [Текст] / К.Б.Абдусаматов // *Science and Education*, 3(3), (2022). 244-248.

УДК 691.4

Т. Т. Болотов¹, К.Б. Абдусаматов², Т. К. Кыдыров²

¹И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

²Джизак политехникалык институту Ўзбекистан

²Джизакский политехнический институт, Узбекистан

T. T. Bolotov¹, K.B.Abdusamatov², T. K. Kydyrov²

¹Razzakov Univeristy,, Bishkek, Kyrgyz Republic

²Jizzakh Polytechnic Institute, Uzbekistan

[Bolotov-t@kstu.kg](mailto:bolotov-t@kstu.kg)

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ НА СУШИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС

КЕРАМИКАЛЫК МАССАЛАРДЫН КУРГАТУУ КАСИЕТТЕРИНЕ КӨМҮР КАЛДЫКТАРЫНЫН ТААСИРИ

INFLUENCE OF COAL MINING WASTE ON DRYING PROPERTIES OF CERAMIC MASSES

Керамика өндүрүшү маанилүү тармак болуп саналат жана ар кандай сырьёлорду колдонот. Көмүр казып алуунун калдыктары, мисалы, иламдар жана күл, процесстерди жакшыртуу жана чийки заттын чыгымдарын азайтуу үчүн олуттуу потенциалды түзөт. Көмүр казып алуу калдыктарын курулуш керамикасын өндүрүүгө тартуу боюнча рекомендацияларды иштеп чыгуунун актуалдуулугу аныкталды, анткени ресурстарды үнөмдөөчү жана оң экологиялык эффекттерге жетишүү менен бирге, көмүр казып алуу калдыктарын курулуш керамикасын өндүрүүгө тартуу, эгерде курамы туура эмес тандалышы, даяр продукциянын негизги физикалык-механикалык касиеттеринин төмөндөшүнө алып келиши мүмкүн. Бул макалада көмүр казып алуу калдыктарын алардын кургатуу касиеттерин оптималдаштыруу максатында керамикалык массаларга кошумча катары колдонуу мүмкүнчүлүгү изилденет.