

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 419 (2016), 125 – 132

V. V. Korobkin<sup>1</sup>, I. B. Samatov<sup>2</sup>, A. P. Slussarev<sup>2</sup>, V. L. Levin<sup>2</sup>, Z. S. Tulemissova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JSC «Kazakh-British technical university», Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>LLP «Institute of the Geological Sciences named after K. I. Satpayev», Almaty, Kazakhstan

### PROCESSING MAGMATIC BREEDS OF KAZAKHSTAN FOR LIGHTWEIGHT AGGREGATE CONCRETE (EXPENDED CLAY)

**Abstract.** The geological and technical conditions of raw material sources for stone casting located near a major center of Kazakhstan are considered. The forecast estimation of reserves and prospects of objects (condition of reserves, geological condition, technical characteristics, etc.) for lightweight concrete aggregates production is given. Production issues of lightweight aggregates for concrete from igneous rocks processing wastes from mineral raw materials of Paleozoic rock complexes in Kazakhstan are viewed. For this purposes comprehensive geological, mineralogical and petrographic study methods of non-metallic minerals suitable for stone casting production were carried out. The analysis of the condition and reserves of stone cast raw material within a large and an economically developed region is given. Geological and geophysical (parametric) characteristics of rock complexes for organization of stone cast production are given.

The features of the geological structure of the selected objects are studied. On this basis, the selection of reference objects for further study were carried out. Comprehensive study of the material composition of rocks is done. The data on: 1) geological and economic indicators of the selected objects, 2) material composition and content of harmful components, 3) technological properties of rocks, 4) evaluation of forecast resources of stone cast raw materials are given.

**Key words:** keramzit, magmatic rocks, granites, rhyolites, loess loams, thermal, X-ray diffraction and microprobe analysis.

УДК 622.85:504.06

В. В. Коробкин<sup>1</sup>, И. Б. Саматов<sup>2</sup>, А. П. Слюсарев<sup>2</sup>, В. Л. Левин<sup>2</sup>, Ж. С. Тулемисова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «Казакстанско-Британский технический университет», Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>ТОО «Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева», Алматы, Казахстан

### ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД КАЗАХСТАНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ БЕТОНОВ (КЕРАМЗИТОВ)

**Аннотация.** Рассмотрены геолого-технические условия источников сырья для каменного литья, расположенные вблизи крупных экономических центров Казахстана. Приведена прогнозная оценка запасов и перспектив объектов (состояние запасов, горно-геологические условия, технологические характеристики и др.) на производство легких заполнителей бетонов. Рассматриваются вопросы производства легких заполнителей для бетонов из отходов переработки магматических пород из минерального сырья палеозойских комплексов

пород Казахстана. Для этого были применены комплексные геологические, минералогические и петрографические методы изучения неметаллических видов полезных ископаемых пригодных для камнелитного производства. Проведен анализ состояния запасов камнелитного сырья в пределах крупных, экономически развитых регионов. Даны геолого-геофизические (параметрические) характеристики по комплексу пород для организации камнелитного производства.

Изучены особенности геологического строения выбранных объектов. На этой основе проведен выбор эталонных объектов для дальнейшего изучения. Выполнено комплексное исследование вещественного состава горных пород. Приведены данные по: 1) геолого-экономическим показателям выбранных объектов, 2) вещественному составу и содержанию в них вредных компонентов, 3) технологическим свойствам пород, 4) оценке прогнозных ресурсов камнелитного сырья.

**Ключевые слова:** керамзит, магматические породы, граниты, риолиты, лессовидные суглинки, термический, рентгенофазовый и микрозондовый анализы.

В строительной сфере керамзит зарекомендовал себя как материал, обладающий достойными изоляционными свойствами и высокой прочностью. Такую популярность керамзит приобрел благодаря своей сравнительно низкой себестоимости и свойствам. Как строительный материал, он представляет собой пористые округлые гранулы, которые получают из горных пород путем их плавления и обжига. Получаемый продукт представляет собой безопасный строительный материал, имеющий высокие тепло- и звукоизоляционные свойства, огнестойкость и морозоустойчивость. Он обладает следующими свойствами: 1) достаточно высокая прочность; 2) оптимальные показатели звуко- и теплоизоляции; 2) морозоустойчивость, влагостойкость и огнеупорность; 3) химическая инертность и устойчивость к кислой среде; 4) долговечность; 5) натуральный и экологически чистый материал; 6) соотношение цена – качество оптимально [1, 2].

Производственный процесс получения керамзита состоит в обжиге природной глины. Это придает данному виду сырья структуру легкого пористого материала. Керамзит безопасен в работе и обладает свойствами экологически безопасного строительного материала. Он имеет пористую структуру, обладающую звуко- и теплоизоляцией. Морозостойкость выдерживает циклы от пятнадцати до пятидесяти единиц. Показатели влагостойкости керамзита высоки. Благодаря своим свойствам, он используется в основных отраслях строительства. Достаточно высокая плотность керамзита при минимальном весе облегчает вес конструкции, которая не теряет при этом долговечности и прочности возводимых строений. Конструкция из керамзита получается долговечной и легкой, а сам он является утеплителем с отличными параметрами. В таких работах используются различные фракции – от крупной до самой мелкой. В зависимости от фракции, которая применяется, возможно, рассчитать количество керамзита для стяжки [3–9].

Различают следующие фракции керамзита: 1) керамзитовый песок – легкий наполнитель для керамзитобетонов и растворов с размером частиц от 0,14 до 5 мм. Также применяется для теплоизоляционных засыпок с малой толщиной слоя утеплителя (до 50 мм); 2) керамзитовый гравий имеет размер частиц 5–40 мм, стоек к морозу и огню, мало поглощает воду и не включает те примеси, которые несовместимы с цементами. Его применяют в качестве наполнителя и при производстве легких бетонов, а также как балласт наполнитель для керамзитобетонов, произвольного вида (наиболее часто встречающаяся форма частиц – угловатая), размером частиц от 5 до 40 мм, который получают путем дробления больших кусков вспученной керамзитовой массы.

Керамзит обладает следующими технологическими показателями [1, 2]:

1. Влагопоглощение, выражаемое в процентном соотношении к весу сухого наполнителя. Качественный керамзит имеет коэффициент пористости в пределах 0,46.

2. Способность к деформации, определяется наличием пористой массы в структуре керамзита. При этом коэффициент деформации керамзитов сравнительно небольшой и после первого цикла испытания большинство образцов показывает максимально точный результат усадки, который не должен превышать 0,14 мм/м.

3. Теплопроводность керамзита зависит от наличия в его составе стекловидных включений, которые отрицательно влияют на этот показатель. Качественный керамзит имеет показатель теплопроводности в 0,07–0,16 Вт/м, который помогает сохранить до 80% теряемого тепла.

В этой связи большинство месторождений и проявлений строительных камней Казахстана тяготеют к гранитоидам. После выборки облицовочного материала остаются отходы в виде мелкой

крошки, которые могут служить исходным сырьем для производства керамзита из следующих интрузивных комплексов – белькудукского, жадринского и харгосского интрузивных комплексов верхнего палеозоя. Для них характерна матрацевидная отдельность и наличие вертикальных трещин скола. Залегают они в Кетменском, Заилийском хребтах и в Джунгарии. Сюда относятся гранитоиды Чу-Илийского региона – Куртинской и Кордайской групп месторождений и др., а также граниты Жельтауского, Жалгызского, Алатагылского, Акбакайского, Майкольского месторождений. Балансовые запасы гранитоидов по категориям  $A+B+C_1+C_2$  – 29 213,3 тыс. м<sup>3</sup> [3]. Большинство месторождений на сегодняшний день разрабатываются.

С породами вулканического комплекса пермского возраста связаны месторождения туфов в юго-западной Джунгарии и в районе Нарынкола. Запасы туфов на них учтены государственным балансом по категориям, геологические запасы их составляют порядка 2834 тыс. м<sup>3</sup>. Кроме балансовых месторождений выявлено значительное количество перспективных объектов и проявлений магматических пород, для оценки которых необходимо проведение оценочных работ. Перспективными являются месторождения и проявления: гранитов – Актогайское, Кызылжарское, Узун-Агашское; гранодиоритов – Талгарское, Беларыкское, Ешкилы; габброидов – Катутау, Жанатурмыс; туфов, игнимбритов – Карлыгаш, Архарлинское, Сулутас; порфиритов – Веселое, Дауластышокинское, Дегерес и многие другие [3].

При подборе объектов для возможного камнелитного производства были учтены следующие геолого-экономические показатели: 1) близость экономической и строительной инфраструктуры (Алматы, Каскелен, Талгар), 2) транспортная и дорожная инфраструктура района. Реестр изучаемых объектов представлен следующими объектами: 1. Кордайское гранитное месторождение; 2. Габбро-диоритовый шток, расположенный в 5 км юго-восточнее Кордайского гранитного массива; 3. Месторождение участок Капчагай, за плотиной водохранилища по дороге в Талдыкорган; 4. Золы с Алматинских ТЭС (Боролдайская ТЭС-2), работающих на Карагандинском и Экибастузском угле; 5. Карьер лессовидных суглинков в 4 км севернее Боролдайской ТЭС-2; 6. Участок лессовидных суглинков вблизи пос. Унгуртас, по трассе Алматы-Бишкек; 7. Куртинское гранитное месторождение.

При изготовлении бетона требуется набор особых качеств его заполнителей (легкость, прочность, долговечность, тепло- и звуконепроницаемость). С целью определения связей данных критериев с особенностями свойств сырья, используемого в этом производстве, нами изучались термическое поведение и минеральный состав перспективных для этих целей гранитов, габбро, риолитов, глин, а также техногенных образований таких, как угольные шлаки.

Методами термического, рентгеноструктурного и микронзондового анализов определен минеральный состав и термическое поведение природных образований, перспективных для изготовления заполнителей бетона. Рентгенофазовый анализ (РФА) достаточно точно позволил выявить минеральный состав образцов из кристаллической части исследуемых образований. Результаты этих определений контролировались термическим анализом не только на предмет диагностики кристаллических структур, но и в части выявления аморфной составляющей изучаемых объектов. Специально было изучено термическое поведение данных систем, что позволило выявить физико-химические критерии путей развития высокотемпературных фаз. На этой основе стало возможным проводить оценку относительной значимости тех или иных термомеханических свойств первообразных структур и вновь образованных соединений для прогнозирования поведения их за пределами 1300 °С.

Рентгенодифрактометрический анализ проведен на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3 с  $Cu_{K\alpha}$  – излучением,  $\beta$ -фильтр. Условия съемки дифрактограмм:  $U = 35$  кВт;  $I = 20$  мА; съемка  $\theta - 2\theta$ ; детектор 2 град/мин. Рентгенофазовый анализ на полуколичественной основе выполнен по дифрактограммам порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. Определялись количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD: база порошковых дифрактометрических данных PDF2 (Powder Diffraction File) и дифрактограмм чистых от примесей минералов. Указаны возможные примеси, идентификация которых не может быть однозначной из-за малых содержаний и присутствия только 1–2 дифракционных рефлексов, отсутствия данных химического состава или плохой окристаллизованности. По представленным объектам, данным

анализом получены: 1) межплоскостные расстояния и фазовый состав образцов; 2) результаты полуколичественного рентгенофазового анализа; 3) дифрактограммы проб.

Термический анализ выполнялся на дериватографе Q-1000/D системы F. Paulik, J. Paulik и L. Erdey фирмы «МОМ» (Будапешт). Метод основан на регистрации прибором изменений термохимических и физических параметров вещества, которые могут быть вызваны при его нагревании. Термохимическое состояние пробы описывается кривыми: Т (температурной), ДТА (дифференциальной термоаналитической), ТГ (термогравиметрической) и DTG (дифференциальной термогравиметрической). Последняя из представленных кривых является производной от ТГ-функции.

Съемка осуществлялась в воздушной среде, в диапазоне температур 20–1000 °С. Режим нагревания – динамический ( $dT/dt = 10 \frac{\text{град}}{\text{мин}}$ ), эталонное вещество – прокаленный  $Al_2O_3$ , навеска образца – 500 мг.

Идентифицирование минерального состава порошковых проб проводилось по морфологиям термических кривых и численных значений интенсивностей эндо- и экзотермических эффектов с использованием сопряженных с ними термогравиметрических показаний ТГ-линий. Результаты анализа сравнивались с данными атласов термических кривых минералов и горных пород и сопоставлялись с описаниями термического поведения минералов, изложенных в других справочных источниках и накопленных в банке данных лаборатории, проводившей эти исследования.

Наряду с традиционными классическими способами изучения состава образцов, выявлялся их элементный и оксидный состав с привлечением метода рентгеноспектрального микроанализа. Съемка выбранных образцов гранитов и шлаков из разных площадей выполнялась на электронно-зондовом микроанализаторе марки Superprobe 733 фирмы JEOL (Япония). Анализы элементного состава минералов (микровключений) и фотосъемку в различных видах излучений выполнялись с использованием энергодисперсионного спектрометра INCA ENERGY фирмы OXFORD INSTRUMENTS (Англия), установленного на электронно-зондовом микроанализаторе Superprobe 733 при ускоряющем напряжении 25 кВ и токе зонда 25 нА.

На первом этапе поиска сырья, пригодного для производства бетона, с требуемыми техническими параметрами, были изучены состав и свойства природных полиминеральных образований (граниты, риолиты, суглинки) и техногенных веществ (шлаки), полученных при сгорании каменного угля.

Граниты, отобранные из двух участков гранитного месторождения Кордая, по данным рентгеновских определений, представлены следующими минералами (проба К-1-15, в %): кварцем – 48,7, альбитом – 28,5, мусковитом – 13,0, ортоклазом – 7,6 и доломитом – 2,3. В пробе К-2-15 (в %) присутствуют: альбит – 36,9, кварц – 28,5, ортоклаз – 20,3, мусковит – 13,1 и кальцит – 1,2. Элементный и оксидный состав каждой фазы, выявленный в данных магматических породах, хорошо согласуется с результатами, полученными на электронно-зондовом микроанализаторе. Термически инертные граниты в пределах указанных температур устойчивы к разрушению, не подвергаются деформации и сохраняют в своем составе большинство минеральных включений в первоначальном виде. Исключением служит мусковит, в составе которого гидроксидов < 0,3%. Потеря этой воды при прокаливании не дает эффекта малых разрушений. Из стехиометрических формул указанных минералов видно, что в большинстве случаев в их структурах отсутствуют термически активные компоненты, при нагревании которых они образуют летучие вещества:  $H_2O$ ,  $OH$ ,  $CO$  и др. Это главное обстоятельство, которое в пределах изучаемого диапазона температур (20–1000 °С), обеспечивает гранитам термически инертные свойства. Проведенный термический анализ этих проб указывает, что кривые нагревания инертных систем, в силу отсутствия химических реакций, как правило, свободны от явно выраженных изгибов. Плавное смещение кривой ДТА (дифференциальной термоаналитической кривой) от ее базисной линии связано только лишь с изменением теплоемкости системы. Другие кривые – DTG (дифференциальная термогравиметрическая кривая) и ТГ (термогравиметрическая кривая) во всем испытываемом диапазоне температур (за малым исключением в области 80 °С) представлены в состоянии вытянутых в горизонтальном направлении линий, что также свидетельствует об отсутствии в пробах указанных термически активных подвижных компонентов. В связи с этим, предлагаемая гранитная крошка, которая устойчива к

высоким температурам, давлению и воздействию различных химических сред, может стать надежным компонентом бетона, а при термическом обволакивании ее частей керамической коркой, значимость его применения в сфере строительства резко возрастает.

Для производства керамзита могут быть использованы кислые эффузивные породы, типа риолитов, которые образуют широкие ареалы во многих частях Казахстана. На северном обрамлении Капчагайского водохранилища, эффузивы пермского возраста широко развиты. Исследуемая порода представлена полиминеральным составом, среди которых до 30% составляют вторичные минералы – мусковит, нонтронит, доломит и кальцит, содержащие в своих структурах до 5,3% термически активных компонентов ( $H_2O$ ,  $OH$  и  $CO_2$ ), удаляющихся в атмосферу при температурах от 60 до 760 °С. В силу наличия в данном образовании минералов из группы слоистых силикатов, непосредственная добавка их в бетон нежелательна. После регулирования количественного соотношения системы нонтронит-кварц и последующей коррекции температуры в режиме нагревания анализируемого риолита, получается продукт обжига, который будет соответствовать нормативным параметрам строительного материала.

В предгорной части Заилийского Алатау широко развиты мощные отложения плейстоценовых лессовидных суглинков. Этим суглинки (пробы № К-5-15-1 и -2, К-6-15), представлены полиминеральным составом, из которых 55% не подвергаются в исследуемом диапазоне температур каким-либо фазовым превращениям, а 45% разлагаются в пределах 60-820°С выделением в атмосферу 12,3% (от массы образца) летучих соединений –  $H_2O$ ,  $OH$  и  $CO_2$ . В силу малого содержания в системе тонкодисперсного монтмориллонита (соответственно 6,7, 4,6 и 6,2%), вероятность формирования огнеупорного муллита и кристобалита (путем обжига) также низка. Но это единственная проблема для получения из указанных глин материала с качествами, сравнимыми со свойствами жженого кирпича. Наличие в указанных образцах до 55% диоксида кремния и при должных добавках к ним монтмориллонита, обеспечит этим суглинкам статус сырья в технологии изготовления огнеупорного, химически инертного и механически прочного заполнителя бетона. Большей частью керамзиты изготавливают из глины, он устойчив к гниению, образованию плесени и грибов. На структуру керамзита не влияют горячая или ледяная вода, а также перепады температур.

Золы старого и нового захоронения из площади Боралдай содержат в себе до 90% кремнистых образований (муллит и кварц), характеризующихся, как прочные, огнеупорные и химически устойчивые вещества. Зола в пробе К-7-15 из участка старого захоронения, по данным рентгенофазового анализа включает в свой состав следующие минералы, в %: муллит – 48,2, кварц – 40,8, кальцит – 3,5, доломит – 3,5, альбит – 2,9, ортоклаз – 1,5. ДТА-DTG и TG-кривые исследуемой золы, вопреки ее прошлому высокотемпературному происхождению, отмечают наличие в ней ряда включений, не утративших термическую активность. Прежде всего, это относится к несгоревшим в прошлом углистым веществам, которые проявили себя в осуществляемом анализе при благоприятных условиях взаимодействия с кислородом и режимах нагрева печи. Термическое окисление данного органического вещества (ОВ) оставило на ДТА-кривой (370-795°С) широкий экзотермический пик с вершиной в области 695°С. Эффект притока в систему тепла от сгорания органического вещества совпал в конце процесса с эндотермическим эффектом вызванным диссоциацией присутствующих в пробе доломита и кальцита. Содержание пробы К-7-15 (зола – старые отвалы), в %: кварц – 40,0, монтмориллонит-гидрослюдистое образование – 6,9,  $CO_{орг}$  – 3,25, кальцит – 3,1, доломит – 2,1. Термически инертные минералы (муллит, альбит, ортоклаз) < 45,0. Таким образом, с учетом выбросов из системы диоксида углерода этими карбонатами, количество  $CO_2$  образованного при деструкции ОВ составило 3,25% от массы образца, что и соответствует содержанию данного углистого вещества в указанной золе. Термогравиметрическая кривая на каждый существенный акт термической диссоциации обозначила следующие потери веса (в %):  $H_2O$  – 1,3,  $OH$  – 0,35,  $CO_{орг}$  – 3,25,  $CO_2$  – 2,35, сублимация – 0,15, общая потеря веса достигает 10,4%. Обнаруженные в образце карбонаты кальция и магния имеют техногенное происхождение, поскольку в тех же малых объемах они были обнаружены и на новых площадях складирования золы (проба К-8-15), которая поставлялась той же станцией. Наряду с указанными включениями, в составе отработанного сырья встречены глинистые минералы, внесенные в золу согласно правилам технического хранения соответствующих производственных отходов. Эти вещества обозначили свое присутствие эндотермическими эффектами в интервалах 60–200 и 200–370 °С, связанными с дегидрата-

цией системы – удаление сначала межслоевой воды, а затем – конституционной (ОН). Морфология ДТА- и DTG-кривых, в начальной и средней частях температурного диапазона, соответствует конфигурациям, которые принадлежат линиям, отвечающим деструкции монтмориллонита и гидрослюда. По-видимому, указанные минералы представляют собой некоторые промежуточные формирования из ряда монтмориллонит-гидрослюдистых образований. Данное глинистое формирование из-за несовершенства кристаллического строения своей решетки не дало в рентгеновском спектре соответствующих рефлексов, как это хорошо демонстрируют кристаллические фазы образца – муллит, кварц, альбит и ортоклаз. И наоборот, перечисленные кремнистые образования, кроме кварца, не поддаются термической диагностики и зачислены в группу термически инертных минералов, определение которых производится по остаточному принципу с контрольным сопровождением других методов.

Исходя из этих данных и выявленной информации, относительно минеральной принадлежности обнаруженных термических реакций, было установлено следующее содержание минералов в исследуемом образце. Минеральный и вещественный состав в пробе К-7-15 по данным термического анализа составляет в %: кварц – 40,0, монтмориллонит-гидрослюда – 6,9,  $CO_{орг}$  – 3,25; кальцит – 3,1; доломит – 2,1, термически инертные минералы (муллит, альбит, ортоклаз) менее 45. Важным качеством рассматриваемой золы в деле использования ее в производстве строительного материала является наличие в ней кремнекислородных соединений, встречающихся уже в готовой продукции этой отрасли. Изготовление бетонных конструкций из данного материала в значительной мере может уменьшить энергетические затраты и без ухудшения качества приведет к снижению их себестоимости.

Зола пробы № К-8-15 из участка нового захоронения, по части элементного, фазового и минералогического составов, дала схожие параметры с золой старого складирования пробы К-7-15. В силу идентичности происхождения данных образований, рентгенометрические измерения и электронно-зондовый анализ изучаемого образца обнаружили близость его минерального содержания с составом сравниваемой золы. Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа кристаллических фаз составляют в %: муллит – 68,0, кварц – 22,4, доломит – 4,0, кальцит – 3,6; ортоклаз – 2,0.

Значительная масса вещества в пробах К-7-15 и К-8-15 состоит из аморфного вещества. Соотношение кристаллических и аморфных фаз (в %) в пробе К-7-15: кристаллическая – 53,8; аморфная – 46,2, а в пробе К-8-15: кристаллическая – 54,3; аморфная – 45,7.

Золы из площади нового складирования при нагревании дают параметры во многом схожие с параметрами пробы К-7-15, пребывающей в поле меняющейся температуры от 20 до 1000 °С. Золы из старого захоронения, исследуемые в промежутке температур от 340 до 740 °С, дают значительный по интенсивности экзотермический эффект, связанный с догоранием ранее законсервированных в кремниевых скорлупах углистых частиц. Реакция сопровождается вынесением из системы диоксида углерода. Поскольку в верхних пределах интервала сгорания органического вещества одновременно протекает диссоциация присутствующих в пробах кальцита – 2,3% и доломита – 2,1%, то количество углистого включения в пробе соответствует 3,2%, т. е. разнице общего выброса двуоксида углерода в данном интервале температур и выброса, связанных с диссоциациями карбонатов кальция и магния. Девиватограмма пробы К-8-15 показывает следующий состав золы в %: кварц >20,0,  $CO_{орг}$  – 3,2, кальцит – 2,3, доломит – 2,1,  $H_2O$  (свободная вода) – 1,2, термически инертные минералы (муллит, ортоклаз) – 70,0.

Номенклатура образовавшихся летучих компонентов в пробе при ее нагревании (в %):  $H_2O$  – 1,2,  $CO_{орг}$  – 3,2,  $CO_2$  – 2,0, сублимация – 0,5, общие потери веса – 6,9. Минеральный и вещественный состав в пробе К-8-15 по данным термического анализа, следующий (%): кварц >20,0,  $CO_{орг}$  – 3,2, кальцит – 2,3, доломит – 2,1,  $H_2O$  (свободная) – 1,2, термически инертные минералы (муллит, ортоклаз) – 70,0. Результаты термического анализа фиксируют в низкотемпературной части диапазона (50–200 °С) эндотермический эффект, связанный с выходом в атмосферу молекулярной формы воды, которая является свободной. Эта вода не входит в состав золы ввиду отсутствия других эффектов, подтверждающих наличие таковых.

Следует отметить, что в золах (пробы К-7-15 и К-8-15) отсутствуют глинистые образования. Данное обстоятельство расширяет сферу применимости этого материала в качестве сырья для

приготовления бетона. Указанная зола пригодна как для непосредственного замеса бетонной массы, так и для термического приготовления из нее легких, жаропрочных и химически устойчивых строительных изделий. В силу особенностей минерального содержания рассматриваемых образований, в частности в пробе К-8-15 с ничтожно малыми примесями в ней карбонатов кальция и магния (2,3 и 2,1% соответственно), они могут быть использованы непосредственно в качестве заполнителя бетона. А при дополнительном обжиге этой золы к вышеупомянутым качествам добавятся такие строительные качества, такие как легкость, тепло- и звукопроницаемость бетонного изделия. Интерес к этой золе с позиции использования ее в качестве сырья в производстве заполнителя бетона огромен, в связи с решением экологических проблем утилизации производственных отходов, а также с повышением качества изготавливаемой продукции и снижением стоимости сырья.

#### **Выводы:**

1. Методами термического, рентгеноструктурного и микрозондового анализов был определен минеральный состав и термическое поведение природных образований, перспективных для изготовления заполнителей бетона. Отдельно изучено термическое поведение данных систем, что позволило выявить физико-химические критерии путей развития высокотемпературных фаз. На этой основе стало возможным проводить оценку относительной значимости тех или иных термомеханических свойств первообразных структур и вновь образованных соединений для прогнозирования поведения их за пределами 1300 °С [6, 9, 10].

2. На казахстанском рынке в настоящее время доминируют камнелитные материалы из зарубежных стран, отечественное производство находится в зачаточной форме развития, поэтому организация сырьевой базы и производства одна из насущных задач экономики Казахстанского строительного сектора. Основными мотивами данной темы являются возможности создания производства легких заполнителей бетонов на казахстанском сырье.

3. Исследования в этом направлении ведутся за рубежом в некоторых научных, промышленных предприятиях и организациях [6-9]. Породы различных месторождений отличаются по своему химическому и минеральному составу, и для получения изделий каменного литья определенного качества, требуются различные технологические подходы и решения. Поэтому в дальнейшем необходимо оценить пригодность различных магматических пород Казахстана к практике камнелитного производства, опираясь не только на химический, но и на минеральный состав пород.

*Работа выполнена при финансовой поддержке программы МОН РК, по приоритету: «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции; прикладные научные исследования», по теме: «Разработка технологии производства легких заполнителей для бетонов из отходов переработки магматических пород и производство теплоизоляционных материалов из минерального сырья», № 324 от 13 мая 2016 г.*

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] ГОСТ 9757-90 «Гравий, щебень и песок искусственные пористые (керамзитовые). Технические условия». Проверено 19 декабря 2009. Архивировано из первоисточника 21 марта 2012.
- [2] ГОСТ 32496-2013 "Заполнители пористые для легких бетонов" (Взамен ГОСТ 9757-90).
- [3] Природные облицовочные камни Казахстана. Справочник. – Т. II. – Алматы, 2000. – 150 с.
- [4] Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1980. – 364 с.
- [5] Johannes W., Holtz F. Petrogenesis and Experimental Petrology of Granitic Rock. Springer – Verlag, 1996. – 350 p.
- [6] Кутюлин В.А., Широких В.А. Минеральное сырье Сибири для производства базальтовой ваты и пеностекла // Доклады X Всероссийской научно-практической конференции. – Бийск, 2010. – С. 17-20.
- [7] Шульгин В.В. Неавтоклавный газобетон на основе местных материалов // Проектирование и строительство в Сибири. – 2003. – № 4 (16). – С. 21-24.
- [8] Кутюлин В.А., Широких В.А. Исследование возможности использования пылевидных отходов переработки гранитных пород для производства минеральной ваты // Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые: Технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений: II межд. научно-практ. конф. 2-4 декабря 2015 г.: сб. докл. – Екатеринбург: ИГД УРЦ РАН, 2015. – С. 26-32.
- [9] Горайнов К.Э., Горайнова С.К. Технология теплоизоляционных материалов и изделий. – М.: Стройиздат, 1982. – 374 с.
- [10] Персиков Э.С. Вязкость магматических расплавов. – М.: Наука, 1984. – 160 с.

REFERENCES

- [1] GOST 9757-90 «Gravij, shheben' i pesok iskusstvennye poristye (keramzitovye). Tehnicheskie uslovija». Provereno 19 dekabrja 2009. Arhivirovano iz pervoistochnika 21 marta 2012.
- [2] GOST 32496-2013 "Zapolniteli poristye dlja legkih betonov" (Vzamen GOST 9757-90).
- [3] Prirodnye oblicovochnye kamni Kazahstana. Spravochnik. Vol. II. Almaty, 2000. 150 p.
- [4] Gorlov Ju.P., Merkin A.P. Ustenko A.A. Tehnologija teploizoljacionnyh materialov. M.: Strojizdat, 1980. 364 p.
- [5] Johannes W., Holtz F. Petrogenesis and Experimental Petrology of Granitic Rock. Springer Verlag, 1996. 350 p.
- [6] Kutolin V.A., Shirokih V.A. Mineral'noe syr'e Sibiri dlja proizvodstva bazal'tovoj vaty i penostekla // Doklady X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Bijsk, 2010. P. 17-20.
- [7] Shul'gin V.V. Neavtoklavnyj gazobeton na osnove mestnyh materialov // Proektirovanie i stroitel'stvo v Sibiri. 2003. N 4 (16). P. 21-24.
- [8] Kutolin V.A., Shirokih V.A. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovanija pylevidnyh othodov pererabotki granitnyh porod dlja proizvodstva mineral'noj vaty // Tehnologicheskaja platforma «Tverdye poleznye iskopaemye: Tehnologicheskie i jekologicheskie problemy otrabotki prirodnyh i tehnogennyh mestorozhdenij: II mezhd. nauchno-prakt. konf. 2–4 dekabrja 2015 g.: sb. dokl. Ekaterinburg: IGD URShh RAN, 2015. P. 26-32.
- [9] Gorjajnov K.Je., Gorjajnova S.K. Tehnologija teploizoljacionnyh materialov i izdelij. M.: Strojizdat, 1982. 374 p.
- [10] Persikov Je.S. Vjazkost' magmaticheskikh rasplavov. M.: Nauka, 1984. 160 p.

**В. В. Коробкин<sup>1</sup>, И. Б. Саматов<sup>2</sup>, А. П. Слосарев<sup>2</sup>, В. Л. Левин<sup>2</sup>, Ж. С. Тулемисова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>АҚ «Қазақстан-Британ техникалық университеті», Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>ЖШС «К. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты», Алматы, Қазақстан

**ЖЕҢІЛ БЕТОН (КЕРАМЗИТ) ТОЛТЫРҒЫШТАРДЫҢ ӨНДІРІСІ ҮШІН  
ҚАЗАҚСТАН МАГМАЛЫҚ ЖЫНЫСТАРДЫҢ ҚАЙТА ӨНДЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

**Аннотация.** Қазақстандағы палеозой кешендерінің жыныстарының минералдық шикізаттан жасалған магмалық жыныстарының қайта өңдеудің қалдықтарынан жасалған бетон үшін жеңіл толтырғыш өндіру мәселелері қаралған. Осы мақсатпен камнелиттің өндіру үшін металл емес пайдалы қазбалардың негізгі түрлерінің кешенді геологиялық, минералогиялық және петрографиялық зерттеу әдістері жүргізілді. Ірі және экономикалық дамыған аймақтардың ішіндегі камнелиттік шикізаттың жағдайы мен қорлары талданылған. ұйымның камнелитного өндіру үшін рок кешені үшін геологиялық-геофизикалық (параметрлік) сипаттамаларын ескере отырып. Камнелиттың өндіруін ұйымдастыру үшін жыныстарының кешені бойынша геологиялық-геофизикалық (параметрлік) сипаттамалары берілген.

Таңдалған объектілердің геологиялық құрылысының ерекшеліктері зерттелінген. Осы негізде болашақ зерттеу үшін эталонды объектілердің таңдауы жасалынған. Тау жыныстарының заттық құрамының кешенді зерттеуі жасалған. Келтірілген деректер: 1) таңдалған объектілердің геологиялық-экономикалық көрсеткіштері, 2) заттық құрамы және олардың зиянды компоненттердің мазмұны, 3) жыныстардың технологиялық қасиеттері 4) камнелиттік шикізат ресурстарының болжамдық бағалауы.

**Түйінді сөздер:** керамзит, магмалық тау жыныстар, гранит, риолит, лессолық саздақтар, термолық, рентгенофаздық және микрозондтық талдау.