ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ВЯЖУЩИХ СИСТЕМ ЩЕЛОЧНОГО ЗАТВОРЕНИЯ

© С.-А. Ю. Муртазаев^{1,2}, М. Ш. Саламанова¹

¹ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

²КНИИ РАН им. Х. И. Ибрагимова, Грозный, Россия

Использование бетонов на чистом портландцементе сегодня не столь актуально, так как ведущие научные школы мира в этом направлении стараются получать композиты на смешанных вяжущих, путем замены дорогого и энергоемкого портландцемента. Поэтому разработка современных эффективных композитов на основе бесклнкерных вяжущих щелочной активации, безусловно, является актуальной проблемой. В основу проведенных исследований положен современный технологический прием, способствующий получению прочного и долговечного цементного камня, без применения традиционного портландцемента. Результаты проведенных исследований подтверждают совместимость всех компонентов многокомпонентной системы «минеральный порошок – щелочной затворитель – ПАВ», а предлагаемый технологический прием позволит получать прочные и долговечные строительные композиты по бесклнкерной технологии, без применения дорогого и энергоемкого портландцемента.

Работа выполнена в рамках исследований по реализации научного проекта № 18-48-200001 «Высококачественные бетоны с повышенными эксплуатационными свойствами на основе местного природного и техногенного сырья», получившего поддержку Российского фонда фундаментальных исследований» (РФФИ).

Ключевые слова. Многокомпонентные системы, портландцемент, щелочной раствор, затворитель, кремнийорганическая жидкость, совместимость, окремненный мергель, метасиликат натрия.

В настоящее время тенденция развития бетоноведения направлена на разработку многокомпонентных систем с использованием бинарных порошков-наполнителей в тонкодисперсном состоянии, двух- или трехфракционированных крупных и мелких заполнителей. Использование бетонов на чистом портландцементе утрачивает значимость, мы стремимся получать композиты на смешанных вяжущих с использованием минеральных добавок различного происхождения и высокоэффективных ПАВ [1-4, 6, 8].

Многокомпонентность системы – это способность комплексного применения гетерогенных дисперсных систем, с целью их единого взаимодействия, с учетом таких факторов, как строение, морфология, состав, свойства, условия твердения, образования структуры и формирования свойств. Следовательно, каждый

компонент системы должен быть полифункциональным. А такой аспект, как функция, предусматривает исходное назначение компонентов с учетом дальнейших изменений, происходящих в результате взаимодействия.

Совместимость многокомпонентной системы «портландцемент – химическая добавка» считается наиболее часто встречающейся в настоящее время, так как современное бетоноведение осваивает новейшие суперпластификаторы на основе эфиров поликарбоксилатов и акрилатов. Многочисленные работы в этой области [5, 7, 9, 11-15] установили факт, что совместимость нужно рассматривать, исследуя реологию смесей с добавками, по показателю сохраняемости достаточно подвижных смесей. Если жизнеспособность бетонной смеси не изменяется через 2-3 часа, добавку можно считать совместимой.

Также изучено влияние минералогического и химического составов портландцементного клинкера, удельной поверхности, негативных окислов и др. факторов на реологическую совместимость, которая основывается на электростатическом и/или стерическом механизмах взаимного отталкивания частиц портландцемента, из-за адсорбированных на их поверхности молекул ПАВ [16-20].

Вопросы совместимости компонентов многокомпонентных систем зачастую являются противоречивыми, и могут проявляться неуправляемые эффекты такого плана, как замедленное нарастание прочностных показателей в начальные сроки схватывания, высокое воздухововлечение и прочее. Многокомпонентные системы «портландцемент – ПАВ» носят весьма сложный характер [21-25], и совместимость можно охарактеризовать как способность частиц ПАВ при взаимодействии с компонентами цементной системы определять заданные технологические свойства формовочных смесей и бетонов в течение определенного времени. Исследуя совместимость «портландцемент – ПАВ» с термокинетической точки зрения [8, 17, 18], акцент уделяется содержанию в составе клинкера алюминатов кальция, так как именно оно влияет на степень функционирования ПАВ в системе. Также отмечается влияние сульфатов в комплексе с алюминатами на совместимость с добавками.

Рассмотренные выше подходы трактовали вопросы совместимости многокомпонентных систем «портландцемент – ПАВ», но еще одной достаточно важной и малоизученной является система «минеральный порошок – щелочной раствор – ПАВ». Для изучения вопросов совместимости наполненных многокомпонентных систем были разработаны рецептуры бесклинкерных вяжущих щелочной активации. В качестве минерального порошка использовали окремненный мергель Веденского месторождения Чеченской Республики. Окремненный мергель, или опока состоит из опала с примесями глинистых минералов, минеральных зерен и скелетов микроорганизмов, химический состав в %: $\text{CO}_2 = 31,49$;

$\text{MgO} = 0,41$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2,20$; $\text{SiO}_2 = 28,53$; $\text{K}_2\text{O} = 0,58$; $\text{CaO} = 35,92$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,86$.

Окремненный мергель характеризуется сбалансированным составом. Одновременное присутствие кальцита и кремнезема благоприятно скажется на свойствах многокомпонентной системы, но термическая обработка при температуре 700°C способствует получению фаз переменного состава схожих с природным минералом ларнитом Ca_2SiO_4 , что увеличит пуццолановую активность данной минеральной добавки, при взаимодействии с щелочным раствором и водой.

Изучение частиц термоактивированного при температуре 700°C окремненного мергеля методом электронно-зондовой микроскопии (рисунок 1) показало, что структура частиц пластинчатая (размер частиц менее 1-5 мкм), что намного меньше частичек портландцемента.

Для приготовления многокомпонентной системы «термоактивированный мергель 700°C – ГКЖ-11 – щелочной активатор», были использованы тонкодисперсный порошок термоактивированного мергеля при 700°C , активированный метасиликатом натрия, также была использована кремнийорганическая жидкость – метилсиликонат натрия (ГКЖ-11) для улучшения свойств вяжущей композиции. Исследуемый образец цементного камня бесклинкерного вяжущего щелочной активации (БВЩА) характеризуется однородной тонкокристаллической равномерно-кристаллической структурой (рисунок 2 в). Присутствуют округлые замкнутые поры диаметром до 0.5-0.6 мм (рисунок 2 а, б). Срастание частиц заполнителя с цементной массой тесное или с развитием микротрещин по границам частиц.

По результатам рентгенофазового анализа в цементном камне БВЩА с использованием термоактивированного мергеля при 700°C и метилсиликоната натрия установлено присутствие кварца, близкого к альбиту полевого шпата, слюд, кальцита, цеолитов (рисунок 3); в составе заполнителя присутствует также калиевый полевой шпат. Слюды соответствуют мусковиту.

Рис. 1 Микрофотография и энергодисперсионный микроанализ окремненного мергеля 7000С

Рис. 2 Микростроение композиции на основе термоактивированного мергеля

Рис. 3 Дифрактограмма образца цементного камня БВЩА с использованием термоактивированного мергеля при 700°C и ГКЖ-11 в сопоставлении с данными базы PDF-2. Приведенные фазы сравнения: А – кварц, Б – кальцит, В – альбит, Д – мусковит, О – филлипсит, П – жисмондит, Р – гарронит, С – паргонит.

Цеолиты, рефлексы которых на дифрактограмме слабо проявлены в интервале 2θ – 12-13°, слабо окристаллизованы (что подтверждается и результатами электронной микроскопии), по рентгеноструктурным пара-

метрам близки к филлипситу или гаррониту.

Структура и состав цементного камня БВЩА с использованием термоактивированного мергеля при 700°C и метилсиликоната натрия, однородные (рисунок 4, табл. 1).

Таблица 1

Состав участков цементного камня, в вес. %

Спектр	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	FeO	Итог
1	7.31	0.28	3.40	26.55	2.51	24.18	0.09	0.06	0.75	65.13
2	6.56	0.37	2.30	25.28	2.64	28.53	0.21		0.84	66.73

Рис. 4 Структура и участки анализа цементного камня (Ab – альбит, Fsp – калиевый полево шпат)

Главными структурообразующими фазами (рисунок 5) выступают гидраты натриевых алюмосиликатов кальция (табл. 2, анализ 1), близкие по составу к цеолитам фазы (табл. 2, анализ 2), карбонаты, вероятно, также $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Рис. 5 Фазы основной массы

Таблица 2
Состав основных фаз, в вес. % (места анализа указаны на рисунке 5)

Спектр	Na_2O	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	Итог
1	6.88	9.10	45.66	3.08	24.86	89.57
2	5.55	16.09	58.30	5.14	2.92	87.01
3	2.90	0.92	2.44	0.33	38.90	45.49

Местами развиты агрегаты гидратированных высококальциевых силикатов (рисунок 6, 7, табл. 3), вероятно, исходно ларнитовые.

Рис. 6 Спектры EDX фаз основной массы Qz – кварц

Рис. 7 Фазы высококальциевых гидратированных силикатов

Таблица 3

Состав высококальциевых фаз, в вес. % (места анализа указаны на рисунке 7)

Спектр	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	Итог
1	0.84	0.15	0.49	33.46	0.46	59.73	95.12
2	1.30	-	0.61	34.44	0.24	57.91	94.51

По результатам рентгенофазового анализа в цементном камне БВЦА с использованием термоактивированного мергеля при 700⁰С и метилсиликоната натрия, обнаружено присутствие кварца, близкого к альбиту полевого шпата, слюд, кальцита, цеолитов, по рентгеноструктурным параметрам близких к филлипситу или гаррониту. В составе заполнителя присутствует также калиевый полевой шпат. Слюды соответствуют мусковиту.

Результаты проведенных исследований подтверждают совместимость всех компонентов многокомпонентной системы «минеральный порошок – щелочной затворитель – ПАВ», а предлагаемый технологический прием позволит получать прочные и долговечные строительные композиты по бесклнкерной технологии, без применения дорогого и энергоемкого портландцемента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соломатов В.И. Цементные композиции с бинарным наполнителем / В.И. Соломатов // Известия ВУЗов. Строительство. 1995. №9. С. 32-37.
2. Salamanova M.Sh., Murtazayev S.Yu., Ismailova Z.H. The Use of Highly Active Additives for the Production of Clinkerless Binders // Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018) ISSN Part of series: AER, ISSN: 2352-5401, volume: 177 ISBN 978-94-6252-637-2, pp. 355-358.
3. Salamanova M.Sh., Murtazayev S.Yu. Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components // 20. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 september 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. Weimar: 2018. B. 2. Pp. 707-714.
4. Baert, G. Mechanical and thermal behaviour of alkali-activated high volume fly ash concrete / G. Baert, N. De Belie, J. Kratky, A. Ivens, I. Van Driessche, G. De Schutter // Non-Traditional Cement & Concrete III. Proceedings of the International Symposium (Brno) – 2008. pp. 57-66.
5. Palomo A. Alkali activated fly ashes. A cement for the future / A. Palomo, M.W. Grutzeck, M.T. Blanco // Cement and Concrete Research. 1999. №29. Pp. 1323-1329.
6. Shi C. Early microstructure development of activated lime-fly ash paste / C. Shi // Cement and Concrete Research. 1996. №26 (9). Pp. 1351-1359.

7. *Bakharev T.* Geopolimeric materials prepared using Class F fly ash and elevated temperature curing / *T. Baldiarev* // *Cement and Concrete Research*. 2005. №35. Pp. 1224-1232.
8. *Ушеров-Маршак А. В., Першина Л. А. Циак М.* Совместимость цемента с химическими и минеральными добавками. Ч. 1 / *А. В. Ушеров-Маршак, Л. А. Першина, М. Циак* // *Цемент*. 2002. №6. С. 6-9; ч. II. Количественная оценка // *Цемент*. 2003. №1. С. 38-40.
9. *Kerton F.* Perspectives of market slag cements in Europa / *F. Kerton* // *Cement*. 2006. №5. Pp. 12-17.
10. ASTM C1679–08. Standard practice for measuring hydration kinetics of hydraulic cementitious mixtures using isothermal calorimetry.
11. *Удодов С. А., Черных В. Ф., Черный Д. В.* Применение пористого заполнителя в отделочных составах для ячеистого бетона // *Сухие строительные смеси*. 2008. №3. С. 70.
12. *Nesvetaev G., Koryanova Y., Zhilnikova T.* On effect of superplasticizers and mineral additives on shrinkage of hardened cement paste and concrete // *В сборнике: MATEC Web of Conferences* 27. Сер. “27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018” 2018. P. 04018.
13. *Stelmakh S. A., Nazhnev M. P., Shcherban E. M., Yanovskaya A. V., Cherpakov A. V.* Selection of the composition for centrifuged concrete, types of centrifuges and compaction modes of concrete mixtures // *Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications (PHENMA 2018) Abstracts & Schedule*. Edited by Yun-Hae Kim, I. A. Parinov, S.-H. Chang. 2018. P. 337.
14. *Shuisky A., Stelmakh S., Shcherban E., Torlina E.* Recipe-technological aspects of improving the properties of non-autoclaved aerated concrete // *MATEC Web of Conferences* Сер. “International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2017” 2017. P. 05011.
15. *Солдатов А. А., Сариев И. В., Жаров М. А., Абдураимова М. А.* Строительные материалы на основе жидкого стекла // *Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и техносферной безопасности: Материалы IV-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета* / Отв. ред. Н. И. Стоянов. 2016. С. 192-195.
16. *Муртазаев С.-А. Ю., Саламанова М. Ш., Сайдумов М. С., Аласханов А. Х.* Исследование свойств бетонов на бесклнкерных вяжущих // *Перспективы развития топливно-энергетического комплекса и современное состояние нефтегазового инженерного образования в России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 105-летию М. Д. Миллионщикова, 11-12 июня 2018 г. Грозный: ФГБОУ ВО «ГГНТУ», 2018. С. 392-399.*
17. *Salamanova M. Sh., Murtazayev S. Yu., Ismailova Z. H.* The Use of Highly Active Additives for the Production of Clinkerless Binders // *Proceedings of the International Symposium “Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research” (ISEES 2018) ISSN Part of series: AER, ISSN: 2352-5401, volume: 177 ISBN 978-94-6252-637-2*. Pp. 355-358.
18. *Salamanova M. Sh., Murtazayev S. Yu.* Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components // *20. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 september 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. Weimar: 2018. B. 2. Pp. 707-714.*
19. *Муртазаев С.-А. Ю., Саламанова М. Ш.* Перспективы использования термоактивированного сырья алюмосиликатной природы // *Приволжский научный журнал*. 2018. №2 (Т. 46). С. 65-70.
20. *Никифоров Е. А., Логанина В. И., Симонов Е. Е.* Влияние щелочной активации на структуру и свойства диатомита // *Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова*. 2011. №2. С. 30-32.
21. *Murtazaev S-A. Y., Mintsae M. Sh., Aliev S. A., Saydumov M. S.* (201“Strength and Strain Properties of Concrete, Comprising Filler, Produced by Screening of Waste Crushed Concrete”, Published by Canadian Center of Science and Education. Received, Vol. 9. №4. Pp. 32-44, 2015.
22. *Murtazaev, S-A. Y., Zaurbekov, Sh. Sh., Alaskhanov, A. Kh. and Saydumov, M. S.* (2018) “Impact of Technogenicraw materials on the properties of high-quality Concrete Composites”, International Symposium “Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research” (ISEES 2018). *Advances in Engineering Research*, Vol. 177. Pp. 275-279.

FORMATION OF THE STRUCTURE OF MULTICOMPONENT ALKALI BASIC KNITTING SYSTEMS

© S-A. Yu. Murtazaev^{1,2}, M. Sh. Salamanova¹

¹GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

²Complex Institute of the RAS named after Kh. I. Ibragimov, Grozny, Russia

The use of concrete on pure Portland cement is not so relevant today, as the leading scientific schools of the world in this direction are trying to obtain composites on mixed binders by replacing expensive and energy-intensive Portland cement. Therefore, the development of modern effective composites based on clinkerless alkaline binders is certainly an urgent problem. The research is based on a modern technological method that contributes to the production of strong and durable cement stone, without the use of traditional Portland cement. The results of the studies confirm the compatibility of all components of the multicomponent system "mineral powder – alkaline caster – surfactant", and the proposed technological method will allow to obtain strong and durable building composites using clinker-free technology, without the use of expensive and energy-intensive Portland cement.

The work was implemented as part of research on the fulfillment of scientific project No. 18-48-200001 "High-quality concrete with enhanced performance properties based on local natural and secondary raw materials," which received support from the Russian Foundation for Fundamental Research (RFFR).

Keywords: Multicomponent systems, Portland cement, alkaline solution, hardener, silicone fluid, compatibility, silicified marl, sodium metasilicate

REFERENCES

1. Solomatov, V. I. (1995) 'Tsementnye kompozitsii s binarnym napolnitelem' [Binary filler cement compositions] *Proceedings of universities. Construction*. No. 9. Pp. 32-37.
2. Salamanova, M. Sh., Murtazayev, S. Yu. And Ismailova, Z. H. (2018) 'The Use of Highly Active Additives for the Production of Clinkerless Binders'. *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018) ISSN Part of series: AER, ISSN: 2352-5401, volume: 177 ISBN 978-94-6252-637-2*, pp. 355-358.
3. Salamanova, M. Sh. and Murtazayev, S. Yu. (2018) 'Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components'. 20. *Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 September 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. Weimar: B. 2*. Pp. 707-714.
4. Baert, G., N. De Belie, Kratky J., Ivens, A., I. Van Driessche, G. De Schutter (2008) 'Mechanical and thermal behaviour of alkali-activated high volume fly ash concrete.' *Non-Traditional Cement & Concrete III. Proceedings of the International Symposium (Brno)*, pp. 57-66.
5. Palomo, A., Grutzeck, M. W. and Blanco, M. T. (1999) 'Alkali activated fly ashes. A cement for the future'. *Cement and Concrete Research*. №29. Pp. 1323-1329.
6. Shi, C. (1996) 'Early microstructure development of activated lime-fly ash paste' *Cement and Concrete Research*. №26 (9). Pp. 1351-1359.
7. Bakharev, T. (2005) 'Geopolimetric materials prepared using Class F fly ash and elevated temperature curing'. *Cement and Concrete Research*. №35. pp. 1224-1232.
8. Usharov-Marshak, A. V., Pershina, L. A. and Tsiak, M. (2002) (2003) 'Sovmestimost' tsementov s khimicheskimi i mineral'nymi dobavkami. Chast I. Kolichestvennaya ocenka. Chast II' [Compatibility of cements with chemical and mineral additives. Part 1.] *Cement*. №6. Pp. 6-9; [Quantitative assessment. part II.] *Cement*. №1. Pp. 38-40.
9. Kerton, F. (2006) 'Perspectives of market slag cements in Europe'. *Cement*. №5. Pp. 12-17.
10. ASTM C1679–08. Standard practice for measuring hydration kinetics of hydraulic cementitious mixtures using isothermal calorimetry.

11. Udodov, S. A., Chernykh, V. F. and Cherny, D. V. (2008) 'Primenenie poristogo zapolnitelya v otdelochnykh sostavakh dlya yacheistogo betona. Sukhie stroitel'nye smesi'. The use of porous aggregate in finishing compositions for aerated concrete. *Dry building mixtures*. №3. P. 70.
12. Nesvetaev, G., Koryanova, Y. and Zhilnikova, T. (2018) 'On effect of superplasticizers and mineral additives on shrinkage of hardened cement paste and concrete'. In *proceedings: MATEC Web of Conferences 27. Cep. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018"* P. 04018.
13. Stelmakh S.A., Nazhnev M. P., Shcherban E. M., Yanovskaya A. V. and Cherpakov A. V. (2018) Selection of the composition for centrifuged concrete, types of centrifuges and compaction modes of concrete mixtures. Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications (PHENMA 2018) Abstracts & Schedule. In Yun-Hae, I.A. Parinov and S.-H. Chang (ed.). P. 337.
14. Shuisky, A., Stelmakh, S., Shcherban, E. and Torlina, E. (2017) Recipe-technological aspects of improving the properties of non-autoclaved aerated concrete. *MATEC Web of Conferences Cep. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2017"* P. 05011.
15. Soldatov A.A., Sariev I.V., Zharov M.A. and Abduraimova M.A. (2016) 'Stroitel'nye materialy na osnove zhidkogo stekla' V *sbornike: Aktual'nye problem stroitel'stva, transporta, mashinostroeniya i tekhnosfernoi bezopasnosti: Materialy IV-iezhegodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta* [Building materials based on liquid glass. In proceedings: Actual problems of construction, transport, engineering and technosphere safety Materials of the IV-th annual scientific and practical conference of the North Caucasus Federal University. In N.I. Stoyanov (ed.). Pp. 192-195.16.
16. Murtazaev S.-A. U., Salamanova M. Sh., Saidumov M. S. and Alashkhanov A. Kh. (2018). 'Issledovanie svoystv betonov na besklinkernykh vyazhushchikh' [A study of the properties of concrete with clinker-free binders] 'Prospects for the development of the fuel and energy complex and the current state of oil and gas engineering education in Russia, dedicated to the 105th anniversary of M. D. IN "GSTU", 2018. Pp. 392-399.
17. Salamanova M. Sh., Murtazayev S. Yu. And Ismailova Z. H. (2018) 'The Use of Highly Active Additives for the Production of Clinkerless Binders' *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018) ISSN Part of series: AER, ISSN: 2352-5401, volume: 177 ISBN 978-94-6252-637-2*, pp. 355-358.
18. Salamanova, M. Sh. and Murtazayev, S. Yu. (2018) 'Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components'. 20. *Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 september 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. Weimar: B. 2. pp. 707-714.*
19. Murtazaev, S.-A. U. and Salamanova, M. Sh. (2018) Prospects for the use of thermally activated raw materials of aluminosilicate nature. *Volga Scientific Journal*. №2 (T. 46). Pp. 65-70.
20. Nikiforov, E. A., Loganina, V. I. and Simonov, E. E. (2011) 'Perspektivy ispol'zovaniya termoaktivirovannogo syr'ya alyumosilikatnoi prirody' *Privolzhskii nauchnyi zhurnal* [The effect of alkaline activation on the structure and properties of diatomite. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*]. №2. Pp. 30-32.
21. Murtazaev, S.-A. Y., Mintshev, M. Sh., Aliev, S. A. and Saydumov, M. S. (2015) "Strength and strain properties of concrete, comprising ciller, produced by screening of waste crushed concrete", Published by Canadian center of science and education. Received. Vol. 9. №4. Pp. 32-44.
22. Murtazaev S.-A. Y., Zaurbekov Sh. Sh., Alashkhanov A. Kh. and Saydumov M. S. (2018) "Impact of Technogenic Raw Materials on the Properties of High-Quality Concrete Composites", International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018). *Advances in Engineering Research*. Vol. 177. Pp. 275-279.