

Для цитирования: Алиев С.А., Муртазаева Р.С.-А., Саламанова М.Ш. Структура и свойства вяжущих щелочной активации с использованием цементной пыли. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2019;46 (2):148-157. DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-2-148-157

For citation: Aliev S.A., Murtazayeva R.S.-A., Salamanova M.Sh. Structure and properties of connecting alkaline activation using cement dust. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2019; 46(2):148-157. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-2-148-157

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 691.33

DOI: 10.21822/2073-6185-2019-46-2-148-157

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ВЯЖУЩИХ ЩЕЛОЧНОЙ АКТИВАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛИ

Алиев С.А.², Муртазаева Р.С.-А.³, Саламанова М.Ш.¹

¹⁻³Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика

М.Д. Миллионщикова,

¹⁻³364051, г. Грозный, пр-т им. Х.А. Исаева, 100, Россия,

¹e-mail: madina_salamanova@mail.ru, ²e-mail: asa-fenix@mail.ru,

³e-mail: razet.murtazaeva@gmail.com

Резюме. Цель. В процессе обжига портландцементного клинкера в электрофильтрах вращающихся печей скапливается большое количество пыли, как клинкерной, так и аспирационной, поэтому рациональное использование этих продуктов, содержащих определенную долю полноценного сырьевого ресурса, является актуальной задачей индустрии цемента. Необходимо отметить, что повторное использование пыли электрофильтров, возвратом в печь невозможно, из-за присутствия в ней высокого количества щелочесодержащих примесей, а это негативно скажется на качестве клинкера. **Методы.** В основу получения прочных и более ресурсоэффективных композитов положены современные технологические приемы, способствующие улучшению технических и физико-механических свойств, при комплексном применении техногенного сырья и жидкостекольного натриевого связующего. **Результаты.** В данной работе представлены результаты исследований цементной пыли, проведен энергодисперсионный и сравнительный анализ исследуемых порошков, а также приводится возможный способ утилизации цементной пыли для получения бесклинкерных цементов щелочной активации и бетонов на их основе. **Вывод.** Разработанные рецептуры бесклинкерных вяжущих с применением отходов цементной промышленности и натриевого жидкостекольного затворителя позволят получать менее затратные, прочные и долговечные композиты, которые позволят частично заменять традиционный бетон на дорогом портландцементе.

Работа выполнена в рамках исследований по реализацию 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: техногенное сырье, портландцементный клинкер, аспирационная пыль, пыль электрофильтров, щелочные металлы, дисперсность, вращающаяся печь, пылеунос

BUILDING AND ARCHITECTURE

STRUCTURE AND PROPERTIES OF CONNECTING ALKALINE ACTIVATION USING CEMENT DUST

Salambek A. Aliev², Razeta S-A.Murtazayeva³, Madina Sh. Salamanova¹

¹⁻³Academician M.D. Millionshtchikov Grozny State Oil Technical University,

¹⁻³100 Isaev Ave., Grozny 364051, Russia,

¹e-mail: madina_salamanova@mail.ru, ²e-mail: asa-fenix@mail.ru,

³e-mail: razet.murtazaeva@gmail.com

Abstract. Objectives In the process of firing Portland cement clinker in electrostatic precipitators, in rotary kilns, a large amount of harmful substances, both clinker and aspiration, accumulates, therefore rational use of these products leads to certain shares of a full-fledged river resource, which are derived from industrial cement. It should be noted that the reuse of dust electrostatic precipitators is impossible. **Method** The basis for obtaining durable and more resource-efficient composites is based on modern technological methods that contribute to the improvement of technical and physico-mechanical properties, with the integrated application of technogenic raw materials and liquid sodium binder. **Result** The basis for obtaining durable and more resource-efficient composites is based on modern technological methods that contribute to the improvement of technical and physico-mechanical properties, with the integrated application of technogenic raw materials and liquid sodium binder. **Conclusion** The developed clinker-free binder formulations using the cement industry wastes and sodium-based sludge glass will make it possible to produce less expensive, durable, and durable composites that will partially replace traditional concrete with expensive portland cement.

Acknowledgment The work was performed as part of research on the implementation of the research project № 18-48-200001 "High-quality concretes with enhanced performance properties based on local natural and technogenic raw materials" received support from the Russian Foundation for Basic Research (RFBR).

Keywords. Technogenic raw materials, Portland cement clinker, aspiration dust, electrostatic precipitator dust, alkali metals, dispersion, rotary kiln, pyleunos

Введение. Портландцемент на протяжении многих лет считается наиболее востребованным материалом в строительной индустрии. Производство его и промышленное потребление стремительно растет из года в год, и является немаловажным показателем экономического развития страны. Но согласно данным СРСВ (CentralPollutionControlBoard) [1, 2-7] производство портландцемента можно отнести к категории вредных производств по количеству выбросов в окружающую среду. Выбросы различного характера присутствуют практически на всех технологических переделах производства цемента. Среди вредных веществ, содержащихся в газоздушных выбросах, можно заметить аспирационную и клинкерную пыль вращающихся печей, известь, большие объемы углекислоты и сернистых соединений, диоксины и др.

Клинкeroобжигательные вращающиеся печи являются основным источником пылевыделения (30 % пылевыноса), связано это с тем, что процесс обжига клинкера происходит по принципу противотока, отработанные дымовые газы увлекают в свой поток тонкодисперсные частицы обжигаемой сырьевой смеси. Установлено, что на производство каждого килограмма клинкера приходится до 7,5 м³ отработанных газов с запыленностью до 70 г/м³ [4,8-14]. А в соответствии с санитарными нормами проектирования промышленных предприятий концентрация пыли в воздухе помещений не должна превышать 0,04 мг/м³, содержание в воздухе окиси углерода не допускается более 0,03 мг/м³, сероводорода — более 0,02 мг/м³. В воздухе, выбрасываемом в атмосферу, концентрация пыли не должна быть более 0,06 г/м³ с тем, чтобы при рассеивании пыли в атмосфере за пределами санитарно-защитной зоны среднесуточная запыленность была не более 0,15 мг/м³ [3, 4,15-24]. Таким образом, чтобы предотвратить вредные

выбросы в атмосферу и не навредить природной среде и человечеству, печные газы должны тщательно обеспыливаться, проходя через систему очистки. Эффективным пылеуловителем можно считать – электрофильтр, степень очистки которого составляет 98–99 %, при запыленности на входе 25–30 %, и допустимой концентрации пыли в выбросах 0,1–0,5 г/м³.

Постановка задачи. В процессе обжига портландцементного клинкера в электрофильтрах, вращающихся печей, скапливается большое количество пыли, как клинкерной, так и аспирационной, поэтому рациональное использование этих продуктов, содержащих определенную долю полноценного сырьевого ресурса, является актуальной задачей индустрии цемента. Необходимо отметить, что повторное использование пыли электрофильтров, возвратом в печь невозможно, так как в ней находится определенное количество щелочесодержащих примесей, а это негативно скажется на качестве клинкера.

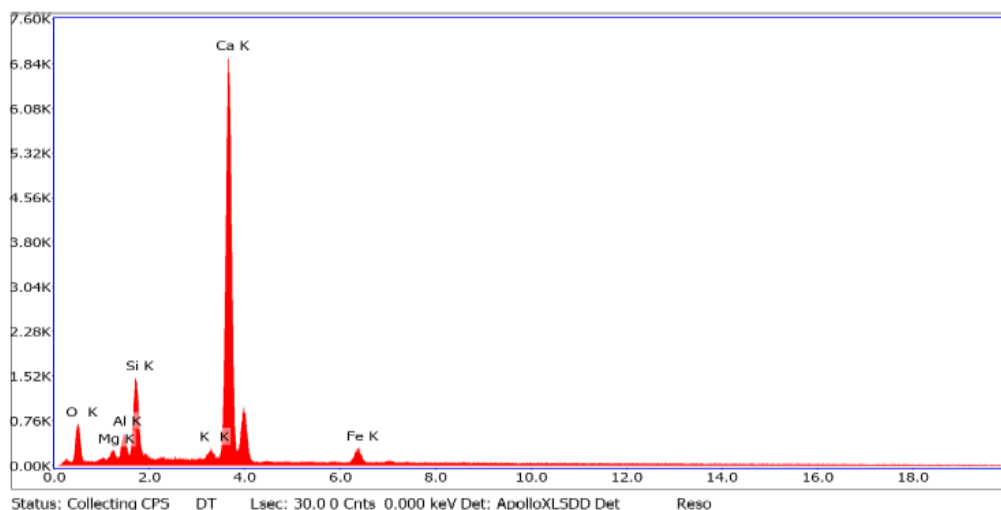
Методы исследования. В данной работе представлен возможный способ утилизации цементной пыли для получения бесклинкерных цементов щелочной активации и бетонов на их основе. Возможность проведения данных разработок была оправдана тем, что в Чеченской Республике функционирует с 1974 года цементный завод, и обжиг портландцементного клинкера производят в двух вращающихся печах, с производительностью по клинкеру 1200 тонн в сутки [3,19]. Нами была исследована цементная пыль, собранная из электрофильтров, расположенных в двух разных частях печи. В холодном конце печи выделяется пыль, называемая аспирационной, по своему составу она схожа с составом исходной сырьевой смеси. В последней горячей зоне печи, на участках охлаждения и галереи клинкерных конвейеров образуется клинкерная пыль. Клинкерная пыль представляет собой порошок темно-серого цвета, довольно абразивный. Тонкость помола, определяемая просеиванием на сите №008, показала остаток 23%. Аспирационная пыль – это порошок светло-бежевого цвета, значительно дисперснее клинкерной пыли, тонкость помола составила 18 %. Удельную поверхность исследуемых порошков исследовали на приборе ПСХ-12 по методу воздухопроницаемости, в табл. 1 приводятся свойства отобранных проб.

Таблица 1. Свойства пыли электрофильтров
Table 1. Properties of dust electrostatic precipitators

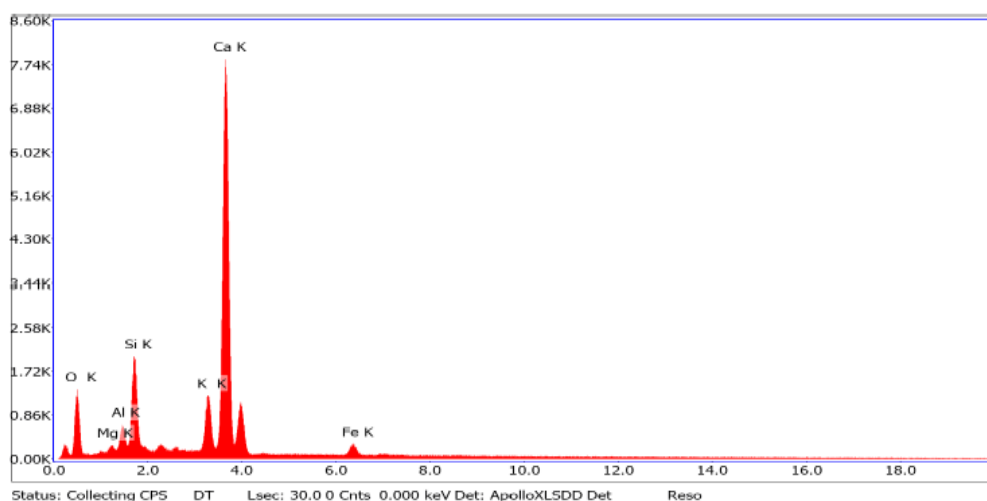
№	Пыль электрофильтров Dust of electrostatic precipitators	Истинная плотность г/см ³ True density g / cm ³	Насыпная плотность, г/см ³ Bulk density, g / cm ³	Удельная поверхность, м ² /кг Specific surface, m ² / kg
1	Аспирационная пыль Suction dust	2,59	1,13	210
2	Клинкерная пыль Clinker dust	3,12	1,24	280

Обсуждение результатов. Энергодисперсионный микроанализ исследуемых порошков пыли электрофильтров, выполненный с помощью растрового электронного микроскопа Quanta 3D 200 i с интегрированной системой микроанализа Genesis Apex 2 EDS от EDAX (рис. 1) показал схожесть химических составов клинкерной (а) и аспирационной пыли (б) соответственно с портландцементным клинкером и исходной сырьевой смеси. Но необходимо отметить, что оксид щелочного металла К₂О в пробе аспирационной пыли составляет 6,43 %, тогда как в клинкерной он снижается до 1,57 % (табл. 2).

Объяснению этому служит, то, что клинкерная пыль образовалась в горячей зоне твердофазового синтеза вращающейся печи при температурах 1300 °С и выше, здесь и происходит выгорание и разложение оксидов щелочных металлов [5-8].



а)



б)

Рис. 1. Энергодисперсионный анализ пыли электрофильтров:
 а) клинкерной; б) аспирационной
Fig. 1. Energy dispersive analysis of electrostatic dust:
 а) clinker; б) aspiration

Таблица 2. Химический состав пыли электрофильтров
Table 2. The chemical composition of dust electrostatic precipitators

Оксидный состав Oxide composition	Клинкерная пыль Clinker dust	Аспирационная пыль Aspiration dust
MgO	1,49	0,97
Al ₂ O ₃	4,11	4,68
SiO ₂	16,89	20,31
K ₂ O	1,57	6,43
CaO	71,64	64,15
Fe ₂ O ₃	4,3	3,47

Микрофотографии, полученные с помощью растрового электронного микроскопа, дают нам сравнительный анализ структуры пыли электрофильтров, зерна клинкерной пыли, при увеличении в 5000 раз, представлены крупными объемными частичками с явно выраженной спайностью, мелкими листочками, наблюдается явное присутствие минералов (рис. 2). Осмотр микрофотографий аспирационной пыли показал, что зерна обладают более рыхлой, пористой структурой, можно наблюдать начальную стадию минералообразования (рис. 3).

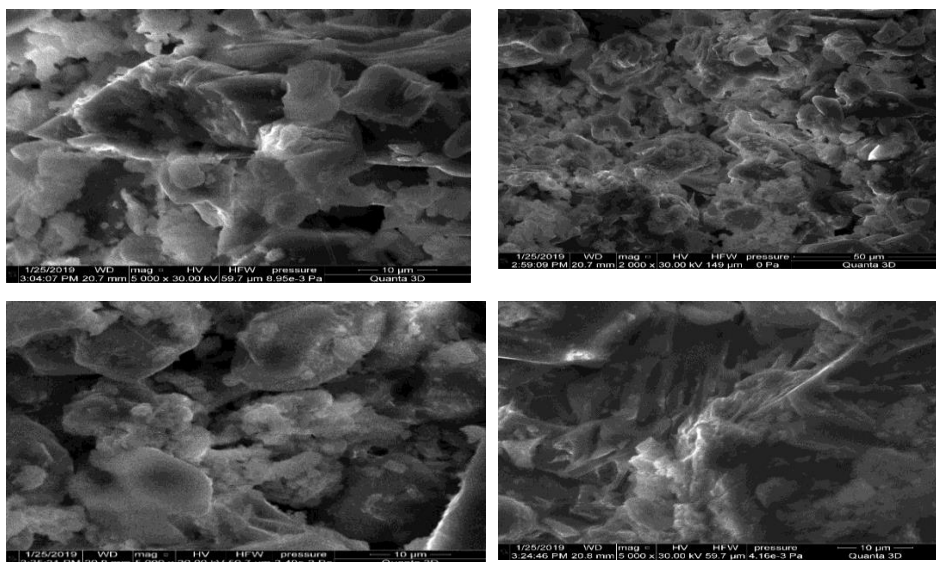


Рис. 2. Микрофотографии зерен клинкерной пыли, при различных увеличениях
Fig. 2. Photomicrographs of clinker dust grains at various magnifications

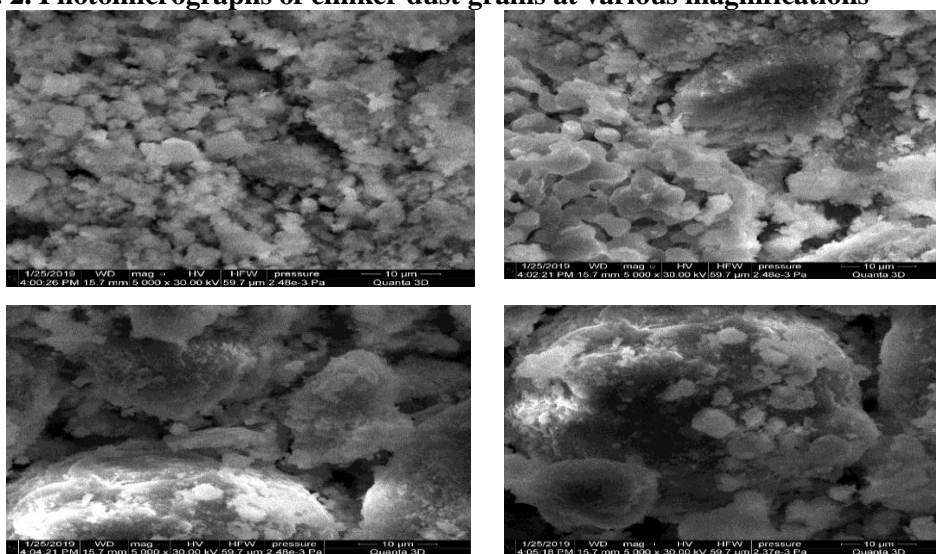


Рис. 3. Микрофотографии зерен аспирационной пыли, при различных увеличениях
Fig. 3. Micrographs of aspiration dust grains at various magnifications

Как отмечалось ранее [4], повторный возврат пыли электрофильтров в технологический цикл не целесообразен, так как химический анализ подтверждает присутствие щелочных металлов, содержание которых по ГОСТ строго ограничено, не более 0,67 %, к тому же установлено, добавление аспирационной пыли в сырьевую смесь, приводит к загустеванию шлама, что затруднит транспортировку последнего в питатели вращающихся печей. Для проведения сравнительного анализа и активности цементной пыли, по результатам химического анализа были определены соотношения между оксидами в виде соответствующих модулей и коэффициент насыщения (табл.3), в качестве контрольной пробы взят клинкер Чирч-Юртовского завода.

Полученные модульные характеристики исследуемых порошков, показали, что существенно отличаются от показателей клинкера. Повышенный коэффициент насыщения. Установлено, что у промышленных клинкеров KH находится в пределах 0,85 – 0,95, более высокие показатели свидетельствуют о повышении трехкальциевого силиката, изменении сроков схватывания и тепловыделения при гидратации.

Таблица 3. Модульные характеристики исследуемых порошков
Table 3. Modular characteristics of the studied powders

Материал Material	Модули Modules		
	коэффициент насыщения <i>KH</i>	кремнеземный модуль <i>n</i>	глиноземный модуль <i>p</i>
Аспирационная пыль Suction dust	1,30	1,8	1,08
Клинкерная пыль Clinker dust	0,98	2,6	1,18
Клинкер Clinker	0,92	2,2	1,30

Силикатный модуль, характеризующий наличие минералов силикатов и плавней, для обычного клинкера портландцемента составляет 1,7 – 3,5. Глиноземный модуль, отражающий отношение минералов плавней в клинкере, находится в пределе 1 – 2,5. Анализируя полученные результаты, можно отметить, что модули цементной пыли явно характеризуют источник их образования, в конкретной зоне обжига, что и подтверждалось энергодисперсионным микроанализом. В работе предлагается возможный способ использования цементной пыли – получение бесклинкерных цементов щелочной активации. С использованием клинкерной и аспирационной пыли были приготовлены образцы–балочки размером 40x40x160 мм из смеси: цементная пыль–480 кг, кварцевый песок Червленского месторождения (добавлялся в соотношении 1:3) – 1440 кг, вулканический пепел – 50 кг, жидкое стекло натриево-силикатное с силикатным модулем 2,8 и плотностью 1,24 г/см³ – 120 л. Приготовленные образцы, через сутки распалубливались и помещались в сушильный шкаф при температуре 40 °С на пару дней.

Далее образцы до 28 суточного созревания находились в воде, необходимо отметить, что первые трое суток, в сосуде вода менялась на чистую, так как происходило выщелачивание. Рецептуры и свойства полученных вяжущих приведены в таблице 4, а на рисунках 4, 5 можно рассмотреть формирование микроструктуры цементного камня в возрасте 7 и 28 суток на образцах-балочках из аспирационной и клинкерной пыли, затворенных жидкостекольным вяжущим.

Таблица 4. Рецептуры и свойства вяжущих материалов щелочной активации
Table 4. Formulations and properties of binders alkaline activation

Свойства вяжущих Binder Properties	Цементная пыль Cement dust	
	Клинкерная пыль Clinker dust	Аспирационная пыль Suction dust
Водотвердое отношение	0,25	0,25
Начало схватывания, мин	34	26
Конец схватывания, мин	45	42
Средняя плотность, кг/м ³	2090	2080
Водопоглощение, %	5,6	4,2
Активность, МПа:		
7 сут	32,5	24,1
28 сут	68,7	49,6

Анализируя полученные результаты использования отходов цементной промышленности, в виде клинкерной и аспирационной пыли, нужно подчеркнуть, что ежедневно выделяются пылевые выбросы в атмосферу, загрязняя атмосферу и окружающую среду, а те объемы пыли, которые уловили электрофильтры, необходимо, где-то складировать, занимая территории земельных угодий, а это опять же будет наносить вред работникам отрасли и близлежащим населенным пунктам. Поэтому рационально использовать отходы в виде цементной пыли в производстве вяжущих щелочной активации, к тому же полученные результаты прочности цементного камня подтверждают эффективность данных разработок [9-11,19-20].

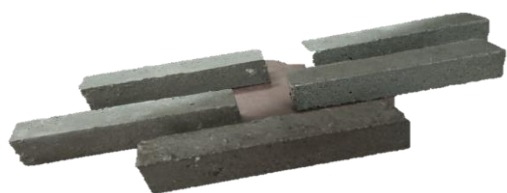
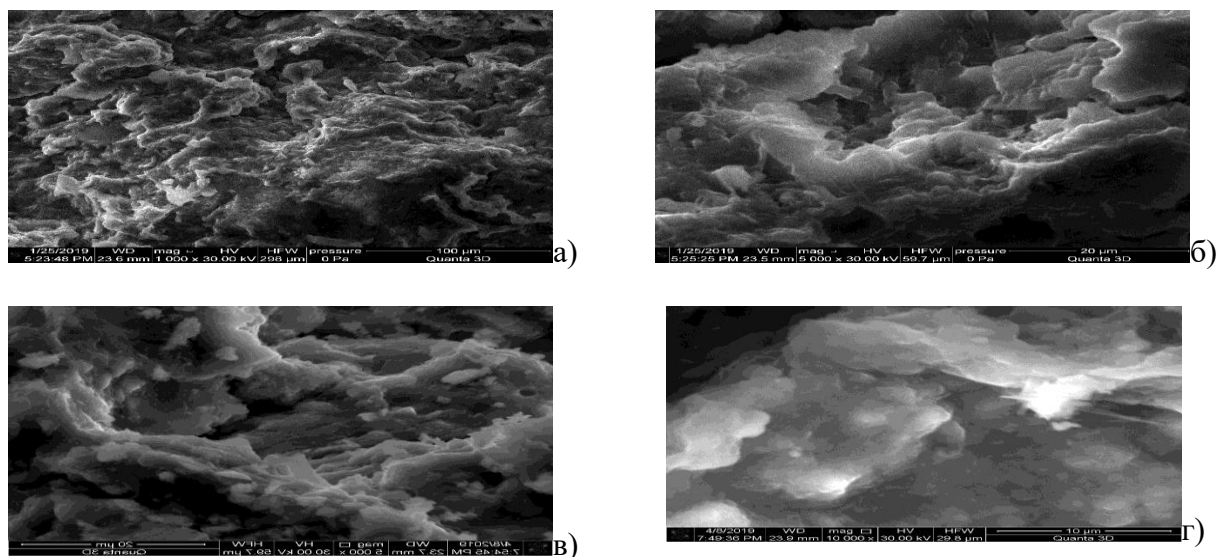


Рис. 4. Микрофотографии цементного камня из аспирационной пыли, затворенного жидкостекольным вяжущим, при различных увеличениях, в возрасте 7 суток (а, б) и 28 суток (в, г)
Fig.4. Micrographs of cement stone from aspiration dust, closed with a liquid astringent, at various magnifications, at the age of 7 days (a, b) and 28 days (c, d)

Микрофотографии, полученные с помощью растрового электронного микроскопа, дают возможность наблюдать изменения структуры цементного камня, 7 суточные образцы 4 и 5 а, б характеризуются более мелкими, пористыми и несформировавшимися новообразованиями, особенно это видно на снимках при увеличении 5000 раз.

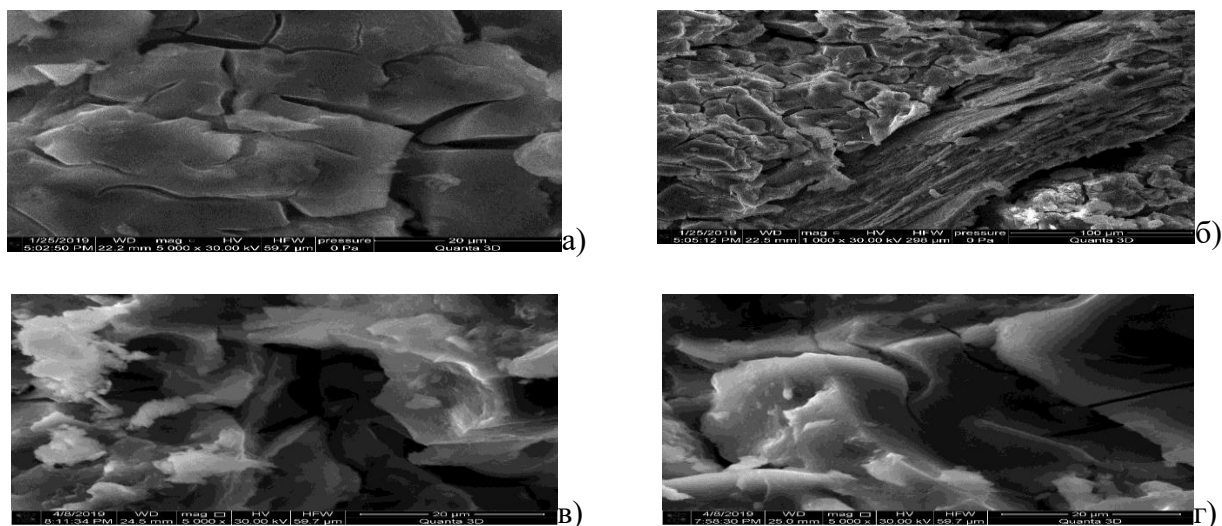


Рис. 5. Микрофотографии цементного камня из клинкерной пыли, затворенного жидкостекольным вяжущим, при различных увеличениях, в возрасте 7 суток (а, б) и 28 суток (в, г)
Fig.5. Photomicrographs of cement stone from clinker dust, shuttered by a liquid-astringent binder, at various magnifications, at the age of 7 days (a, b) and 28 days (c, d)

Образцы 28 суточного возраста можно охарактеризовать явно выраженной плотной структурой, заметно присутствие сформированных кристаллов твердых растворов, увеличение в 10000 раз это подтверждает. К тому же, необходимо отметить существенное различие микро-структур цементного камня из аспирационного и клинкерного порошков, затворенных жидким натриевым стеклом.

Вывод. Таким образом, обобщая проведенные исследования можно отметить, что используя предлагаемый способ утилизации цементной пыли возможно получение бетонных композитов, структура и свойства которых позволяют утверждать о получении эффективных вяжущих щелочной активации на менее затратном вяжущем.

Предлагаемые рецептуры вяжущих, составляющими в которых будут отходы электро-фильтров клинкерных печей, активированные жидкостекольным натриевым затворителем, позволят расширить базу используемых разновидностей вяжущих веществ и частично заменить дорогой и энергоемкий портландцемент в строительстве.

Библиографический список

1. Dietz A, Ramroth H, Urban T, Ahrens W, Becher H (2004) Exposure to cement dust, related occupational groups and laryngeal cancer risk: Results of a population based case-control study. *Int J Cancer*, 108.
2. Al-Neaimi YI, Gomes J, Lloyd OL (2001) Respiratory illnesses and ventilator function among workers at a cement Factory in a rapidly developing country. *Occup Med (Lond)*, 51, 367-73.
3. Муртазаев С.-А.Ю., Саламанова М.Ш., Ватаев У.В. Цементная промышленность Чеченской республики / Вестник Академии Наук Чеченской республики № 1 (22), Грозный 2014, С. 109-114.
4. Муртазаев С.-А.Ю., Саламанова М.Ш., Аласханов А.Х., Муртазаева Т. С.-А. Современные цементные технологии с применением передовых способов пылегазоочистки // Коллективная монография по материалам Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы современного материаловедения». Посвященной 80-летию Заслуженного деятеля науки РФ, д.т.н., профессора Х.И. Ибрагимова, состоявшейся в г. Грозном 18-19 декабря 2015 г. 2 т. С 99-107.
5. 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.
6. 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. С. 04018.
7. Stelmakh S.A., Nazhiev 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. С. 337.
8. 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, ICMTME 2017" 2017. С. 05011.
9. Солдатов А.А., Сариев И.В., Жаров М.А., Абдураимова М.А. Строительные материалы на основе жидкого стекла // В сборнике: Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и техносферной безопасности Материалы IV-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета. Н.И. Стоянов (ответственный редактор). 2016. – С. – 192-195.
10. Муртазаев С.-А.Ю., Саламанова М.Ш., Сайдумов М.С., Аласханов А.Х. Исследование свойств бетонов на бесклинкерных вяжущих // Перспективы развития топливно-энергетического комплекса и современное состояние нефтегазового инженерного образования в России, посвященная 105-летию М. Д. Миллионщикова: материалы Всероссийской научно – практической конференции 11-12 июня 2018 г. – Грозный: ФГБОУ ВО «ГГТУ», 2018. – С.392 – 399.
11. 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.
12. 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. –SS.707-714.
13. Volodchenko, A.A., Lesovik, V.S., Zagorodnjuk, L.H., Volodchenko, A.N. Influence of the inorganic modifier structure on structural composite properties // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Volume 10. Issue 19. Pages 40617-40622.
14. Lesovik, V.S., Zagorodnyuk, L.K., Mestnikov, A.E., Kudinova, A.I., Sumskoi, D.A. Designing of mortar compositions on the basis of dry mixes // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Volume 10. Issue 5. Pages 12383-12390.
15. M.Sh. Mintsaeв, D. K.-S. Bataev, K. Kh. Mazhiev, Adam Kh. Mazhiev. Prospects for Using 3D-Printing Technologies in Construction of Buildings in Seismic Areas. *Advances in Engineering Research*, volume 177, International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018), pp. 311-315.
16. Volodchenko, A.A., Lesovik, V.S., Volodchenko, A.N., Zagorodnjuk, L.H., Pukharenko, Y.V. Composite performance improvement based on non-conventional natural and technogenic raw materials // 2016. International Journal of Pharmacy and Technology 2016. 8(3), с. 18856-18867
17. Davidovitz J. Geopolymer. Chemistry and applications. Saint-Quentin: Institute Geopolymer. 2008/– 592 pp.
18. Geopolymer technology: The current state of the art// P.Duxson, A. Fernandez, J. Provis / J. Mater. Sci. 2007.–V. 42. P.2917-2933.

19. Муртазаев С-А.Ю. Влияние активных центров поверхности на реакционную способность минеральных добавок / С-А.Ю. Муртазаев, М.Ш. Саламанова, М.С. Сайдумов, З.Х. Исмаилова // Научный журнал «Современная наука и инновации» (Ставрополь – Пятигорск). – 2017. - №2 (18). - С.168-175.
20. С-А.Ю. Муртазаев, М.Ш. Саламанова Перспективы использования термоактивированного сырья алумосиликатной природы // Приволжский научный журнал. – 2018. – №2 (Т.46).– С. 65 –70.
21. Е.А. Никифоров, В.И. Логанина, Е.Е. Симонов Влияние щелочной активации на структуру и свойства диатомита / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. – № 2. – С.30-32.
22. Martschuk V. Untersuchungen zurn Frost-Tausalz-Widerstaud von Mochleistungsbetonen / V. Martschuk, T. Stark //Thesis: Wiss. Z.Bauhaus -Univ. Weimar. - 1998. V.44. - №1-2. - S.92-103.
23. Larbi, J.A. Effect of water-cement ratio, quantity and fineness of sand on the evolution of lime in set portland cement systems / J.A. Larbi, J.M. Bijen //Cem. and Concr. Res. - 1990. Vol. 20. - № 5. - pp. 783-794.
24. Kozhuhova N.I., Zhernovskiy I.V., Osadchaya M.S.,Strokov V.V., Tchizhov R.V. Revisiting a selection of natural and technogenic raw materials for geopolymer binders // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER). 2014. Vol. 9. Issue 22. pp. 16945–16955.

References:

1. Dietz A, Ramroth H, Urban T, Ahrens W, Becher H (2004) Exposure to cement dust, related occupational groups and laryngeal cancer risk: Results of a population based case-control study. *Int J Cancer*, 108.
2. Al-Neami YI, Gomes J, Lloyd OL (2001)Respiratory illnesses and ventilator function among workers at a cement Factory in a rapidly developing country. *Occup Med (Lond)*, 51, 367-73.
3. Murtazayev S-A.YU., Salamanova M.SH., Vataev U.V. Tsementnaya promyshlennost' Chechenskoj respub-liky / Vestnik Akademii Nauk Chechenskoj respubliky № 1 (22) , Groznyy 2014, S. 109-114. [Murtazayev S-A.Yu., Salamanova M.Sh., Vataev U.V. Cement Industry of the Chechen Republic / Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic № 1 (22), Grozny 2014, p. 109-114. (In Russ)]
4. Murtazayev S-A.YU., Salamanova M.SH., Alaskhanov A.KH., Murtazayeva T. S-A. Sovremennyye tsement-nyye tekhnologii s primeneniyyem peredovykh sposobov pylgazoochistki // Kollektivnaya monografiya po materialam Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nyye problemy sovremennogo materialovedeniya». Posvyashchennoy 80-letiyu Zasluzhennogo deyatelya nauki RF, d.t.n., professora KH.I. Ibragimova, sostoyavsheysya v g. Groznom 18-19 dekabrya 2015 g. 2 t. S 99-107. [Murtazayev S.-U., Salamanov M.Sh., Alaskhanov A.Kh., Murtazayeva T.S.A. Modern cement technologies with the use of advanced methods of dust and gas cleaning // Collective monograph on materials of the All-Russian scientific-practical conference "Actual problems of modern materials science." Dedicated to the 80th anniversary of the Honored Worker of Science of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor Kh.I. Ibragimova, held in Grozny on December 18-19, 2015 2 tons. From 99-107. (In Russ)]
5. Udodov S.A., Chernykh V.F., Chernyy D.V. Primeneniye poristogo zapolnitelya v otdelochnykh sostavakh dlya yacheistogo betona // Sukhiye stroitel'nyye smesi. – 2008. – № 3. – S.70. [Udodov SA, Chernykh VF, Cherny DV Application of porous aggregate in finishing compositions for cellular concrete // Dry mixes. - 2008. - № 3. - C.70. (In Russ)]
6. 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. C. 04018.
7. 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. C. 337.
8. 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. C. 05011.
9. Soldatov A.A., Sariyev I.V., Zharov M.A., Abduraimova M.A. Stroitel'nyye materialy na osnove zhidkogo stekla // V sbornike: Aktual'nyye problemy stroitel'stva, transporta, mashinostroyeniya i tekhnosfernoy bez-opasnosti Materialy IV-y yezhegodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Severo-Kavkazskogo federal'nogo uni-versiteta. N.I. Stoyanov (otvetstvennyy redaktor). 2016. – S. – 192-195. [Soldatov A.A., Sariyev I.V., Zharov M.A., Abduraimova M.A. Building materials based on liquid glass // In the collection: Actual problems of construction, transport, engineering and technosphere safety Materials of the IV-th annual scientific and practical conference of the North-Caucasian Federal University. N.I. Stoyanov (executive editor). 2016. - S. - 192-195. (In Russ)]
10. Murtazayev S-A.YU., Salamanova M.SH., Saydumov M.S., Alaskhanov A.KH. Issledovaniye svoystv betonov na beslinkernykh vyazhushchikh // Perspektivy razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa i sovremennoye sostoyaniye neftegazovogo inzhenernogo obrazovaniya v Rossii, posvyashchennaya 105-letiyu M. D. Millionshchikova: materialy Vserossiyskoj nauchno – prakticheskoy konferentsii 11-12 iyunya 2018 g. – Groznyy: FGBOU VO «GGNTU», 2018. – S.392 – 399. [Murtazayev S.-U., Salamanova M.Sh., Saidu-mov M.S., Alaskhanov A.Kh. Investigation of the properties of concrete on beslinkernykh 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 MD Millionshchikov: materials of the All-Russian scientific-practical conference June 11-12, 2018 - Grozny: FSBEI IN "GGNTU", 2018. - C.392 - 399. (In Russ)]
11. 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.
12. 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. –SS.707-714.
13. Volodchenko, A.A., Lesovik, V.S., Zagorodnjuk, L.H., Volodchenko, A.N. Influence of the inorganic modifier structure on structural composite properties // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Volume 10. Issue 19. Pages 40617-40622.
14. Lesovik, V.S., Zagorodnyuk, L.K., Mestnikov, A.E., Kudinova, A.I., Sumskoi, D.A. Designing of mortar compositions on the basis of dry mixes // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Volume 10. Issue 5. Pages 12383-12390.

15. M.Sh. Mintsae, D. K.-S. Bataev, K. Kh. Mazhiev, Adam Kh. Mazhiev. Prospects for Using 3D-Printing Technologies in Construction of Buildings in Seismic Areas. *Advances in Engineering Research*, volume 177, International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018), pp. 311-315.
16. Volodchenko, A.A., Lesovik, V.S., Volodchenko, A.N., Zagorodnjuk, L.H., Pukharenko, Y.V. Composite performance improvement based on non-conventional natural and technogenic raw materials // 2016. *International Journal of Pharmacy and Technology* 2016. 8(3), с. 18856-18867
17. Davidovitz J. Geopolymer. Chemistry and applications. Saint-Quentin: Institute Geopolymer. 2008/– 592 pp.
18. Geopolymer technology: The current state of the art// P.Duxson, A. Fernandez, J. Provis / *J. Mater. Sci.* 2007.–V. 42. P.2917-2933.
19. Murtazayev S-A.YU. Vliyaniye aktivnykh tseitrov poverkhnosti na reaktivnyuyu sposobnost' mineral'nykh dobavok / S-A.YU. Murtazayev, M.SH. Salamanova, M.S. Saydumov, Z.KH. Ismailova // *Nauchnyy zhurnal «Sovremennaya nauka i innovatsii» (Stavropol' – Pyatigorsk)*. – 2017. - №2 (18). -S.168-175. [Murtazaev S.A.Yu. The influence of surface active sites on the reactivity of mineral additives / C-A.Y. Murtazaev, M.Sh. Salamanova, M.S. Saydumov, Z.Kh. Ismailova // *Scientific journal "Modern Science and Innovations" (Stavropol - Pyatigorsk)*. - 2017. - №2 (18). -C.168-175. (In Russ)]
20. S-A.YU. Murtazayev, M.SH. Salamanova Perspektivy ispol'zovaniya termoaktivirovannogo syr'ya alyumosilikatnoy prirody // *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal*. – 2018. – №2 (Т.46).– S. 65 –70. [S.A.Y. Murtazaev, M.Sh. Salamanova. Prospects for the use of thermo-activated raw materials of aluminosilicate nature // *Volga Scientific Journal*. 2018. - №2 (Т.46) . pp. 65 –70. (In Russ)]
21. Ye.A. Nikiforov, V.I. Loganina, Ye.Ye. Simonov Vliyaniye shchelochnoy aktivatsii na strukturu i svoystva diatomita / *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova*. 2011. – № 2. – S.30-32.
[E.A. Nikiforov, V.I. Loganina, E.E. Simonov Effect of alkaline activation on the structure and properties of diatomite / *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhov*. 2011 № 2. pp.30-32. (In Russ)]
22. Martschuk V. Untersuchungen zum Frost-Tausalz-Widerstand von Mochleistungsbetonen / V. Martschuk, T. Stark //Thesis: Wiss. Z.Bauhaus -Univ. Weimar. - 1998. - V.44. - №1-2. - S.92-103.
23. Larbi, J.A. Effect of water-cement ratio, quantity and fineness of sand on the evolution of lime in set portland cement systems / J.A. Larbi, J.M. Bijen // *Cem. and Concr. Res.* - 1990. - V20. - № 5. - pp. 783-794.
24. Kozhuhova N.I., Zhernovskiy I.V., Osadchaya M.S., Strokova V.V., Tchizhov R.V. Revisiting a selection of natural and technogenic raw materials for geopolymer binders // *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*. 2014. Vol. 9. Issue 22. pp 16945–16955.

Сведения об авторах:

Саламанова Мадина Шахидовна – кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии строительного производства.

Алиев Саламбек Алимбекович – кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии строительного производства.

Муртазаева Разета Сайд-Альвиевна – аспирант, кафедра технологии строительного производства.

Information about the authors:

Madina Sh. Salamanova – Cand. Sci. (Technical). Assoc. Prof., Department of Construction Technology.

S. A. Aliev - Cand. Sci. (Technical). Assoc. Prof., Department of Construction Technology.

Razeta S.-A. Murtazaeva - Graduate student, Department of Construction Technology.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 20.05.2019.

Принята в печать 21.06.2019.

Conflict of interest.

The authors declare no conflict of interest.

Received 20.05.2019.

Accepted for publication 21.06.2019.