

6-1-2020

ABOUT THE INFLUENCE OF A ZEOLITE CONTAINING FILLER (NATROLITE) ON THE PROPERTIES OF CEMENT BINDER

Anvar Ishanovich Adilkhodjayev

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan, anvar_1950@mail.ru

Ilkhom Abdullaevich Kadyrov

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan, ilhom.kadirov.1990@mail.ru

Kadyr Saparbaevich Umarov

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan, i.k.kadirov@yandex.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit>



Part of the [Transportation Engineering Commons](#)

Recommended Citation

Adilkhodjayev, Anvar Ishanovich; Kadyrov, Ilkhom Abdullaevich; and Umarov, Kadyr Saparbaevich (2020) "ABOUT THE INFLUENCE OF A ZEOLITE CONTAINING FILLER (NATROLITE) ON THE PROPERTIES OF CEMENT BINDER," *Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers*: Vol. 16 : Iss. 2 , Article 4. Available at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit/vol16/iss2/4>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

УДК (UDC) 691.3

ABOUT THE INFLUENCE OF A ZEOLITE CONTAINING FILLER (NATROLITE) ON THE PROPERTIES OF CEMENT BINDER

А.И. Адилходжаев¹, И.А. Кадыров¹, К.С. Умаров¹
A.I. Adilhodzhaev¹, I.A. Kadyrov¹, K.S. Umarov¹

¹ - Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
(Ташкент, Узбекистан)

¹ - Tashkent Institute of Railway Engineers (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract: The issue of the influence of the zeolite-containing filler of the Beltau field on the properties of cement binder is considered. Graphically presented are the experimental results of the effect of dispersion and degree of filling on the strength of cement stone. The data obtained confirm the advisability of using this type of filler in concrete.

Key words: Zeolite-bearing rock, mineral additive, cement stone, words: strength, polycarboxylate superplasticizer.

О ВЛИЯНИИ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО НАПОЛНИТЕЛЯ (НАТРОЛИТ) НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО ВЯЖУЩЕГО

Аннотация: Рассмотрен вопрос влияния цеолитсодержащего наполнителя Бельтауского месторождения на свойства цементного вяжущего. Графически представлены результаты эксперимента влияния дисперсности и степени наполнения на прочность цементного камня. Полученные данные подтверждают целесообразность применения данного вида наполнителя в бетонах.

Ключевые слова: Цеолитсодержащая порода, минеральная добавка, цементный камень, прочность, поликарбоксилатовый суперпластификатор.

Введение. Как известно, в настоящее время высокое качество бетонных и железобетонных конструкций обеспечивается за счет применения высококачественных бетонов нового поколения (ВКБНП) [1].

ВКБНП объединяют в себя большой спектр бетонов различного назначения: высокопрочные и ультравысокопрочные, самовыравнивающие, высококоррозионностойкие, дисперсно-армированные и др. Бетоны нового поколения отвечают высоким требованиям прочности, трещиностойкости, ударной вязкости, износостойкости, коррозионностойкости, морозостойкости [1,2].

Важным операционным переделом в технологии получения высококачественных бетонов является направленное структурообразование цементного камня с помощью модификации структуры.

Среди материаловедов уже известны исследования улучшения свойств материалов модифицирующими добавками. Однако необходимо отметить, что эффективным способом для получения высококачественного бетона считается применение минеральных добавок с определенными химическими составами [3-5].

Модифицирующее действие минеральных добавок проявляется в повышении степени гидратации цемента за счет высокой катионообменной активности наполнителя, в уплотнении структуры цементного камня и снижении макропористости, в изменении дисперсности образовавшихся гидратов. Проявление и соотношение поверхностных и химических свойств в количественном и временном отношении в первую очередь зависит от химического состава добавки [6].

Известно, что высокой поверхностной энергией и химической активностью обладают природные цеолиты. Характер применения цеолитов зависит от их адсорбционных свойств, особенностей диффузионного эффекта.

Цеолиты - кристаллические водные алюмосиликаты щелочных или щелочноземельных металлов. Они характеризуются рыхлой структурой с широкими каналами и полостями на уровне кристаллической решетки, что обуславливает уникальность их свойств: молекулярно-ситовой эффект, высокую ионообменную, сорбционную и каталитическую способности. Исследования в области применения природных цеолитов в цементных системах в различные годы занимались З.А. Чистякова, В.В. Байраков, О.П. Мчедлова-Петросян, М.М. Сычев, И.М. Махаматалиев, В.М. Цой и другие [7, 8].

Зная размеры адсорбируемых входных окон цеолита, можно подбирать определенную диффузионную форму цеолита для управления гидратационным процессом твердения цементной системы (рис. 1).

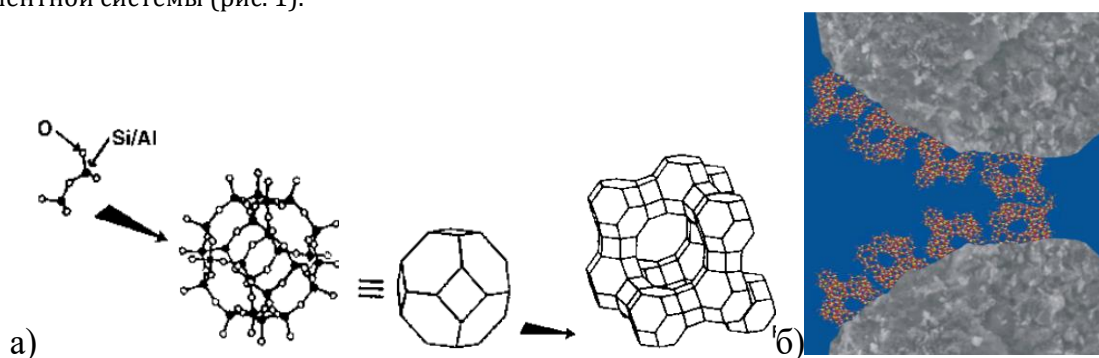


Рисунок 1. а) коагуляция цеолитного золя, б) адсорбирование цеолитного золя на поверхности цементных зерен

Однако надо отметить, что среди ученых и специалистов нет единого мнения о механизме влияния цеолитосодержащих пород различного типа на формирование структуры и свойства наполненного бетона.

В связи с этим в данной статье были выполнены экспериментальные исследования по установлению влияния ЦСП наполнителя (натролит) Бельтауского месторождения и суперпластификатора на свойства цементного вяжущего.

Характеристика материалов и методы исследования. В экспериментальных исследованиях использовали портландцемент марки М400 Д0 Ахангаранского цементного комбината. Химический состав портландцемента характеризовался следующим содержанием окислов: СаО-65,8%, SiO₂ -22,1%, Al₂O₃- 4,5%, Fe₂O₃- 4,2%, SO₃-0,6%, MgO-1,7%, Na₂O - 0,2%, K₂O-0,4%, п.п.п.- 0,2%. Минералогический состав портландцемента следующий: C₃S -57,5 %, C₂S -17,8 %, C₃A -4,7 %, C₄AF -12,5 %.

В качестве минерального наполнителя для бетона была использована цеолитсодержащая порода (натролит) Бельтауского месторождения следующего химического состава: СаО-1,24 %, SiO₂ – 64,96 %, Al₂O₃- 22,88 %, Fe₂O₃- 4,41 %, SO₃-0,03 %, MgO-2,07 %, Na₂O – 9,14 %, K₂O – 1,30 %, п.п.п.- 12 %.

В качестве поверхностно-активного вещества применяли поликарбоксилатный суперпластификатор (СП) POLIMIX фирмы ARMENT CONSTRUCTION CHEMICALS. Водоредуцирующий эффект СП составляет 30 %, дозировка – 0,2-1,2 % от массы вяжущего.

Нормальную плотность и сроки схватывания цементного теста определялось на приборе ВИКА. Для установления оптимального значения удельной поверхности и степени наполнения изготавливали образцы 2х2х2 см и после нормального твердения в возрасте 28 суток определяли прочность на сжатие. При приготовлении цементного теста воду вводили в два приема. Сначала половину воды затворения пульверизовали и увлажняли цемент, затем

оставшуюся часть воды перемешивали с увлажненным цементом. После установленного режима твердения образцы испытывали на гидравлическом прессе марки СТ-Р2000.

Результаты и обсуждения. Как было показано выше, на процессы структурообразования цементного камня значительное влияние оказывают вид химического модификатора, его дозировка, а также химико-минералогический состав, дисперсность и количество минерального наполнителя [9]. С этой целью выполнены исследования установления влияния добавки СП и цеолитсодержащего наполнителя (ЦСП) на нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста и прочность при сжатии цементного камня.

Дозировку суперпластификатора (СП) изменяли в пределах 0,2 до 1,2 % массы цемента. Результаты определения нормальной густоты (НГ) и сроков схватывания цементного теста приведены в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают, что вследствие проявления суперпластифицирующего эффекта СП, с повышением дозировки с 0,2 до 1,2 % НГ снижается на 3-8 пунктов.

Наибольшее снижение НГ цементного теста наблюдается при дозировке СП 0,8 %, дальнейшее же увеличение не влияет на величины НГ. Установлено, что за счет увеличения сил электростатического отталкивания молекул СП оказывает в коагуляционный период структурообразования вяжущего стабилизирующее действие.

Таблица 1

Влияние дозировки суперпластификатора на нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста

Дозировка добавки, %	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, час-мин	
		начало	конец
0	26	1-05	6-20
0,2	23	1-50	5-00
0,4	22	2-10	4-40
0,6	21	2-35	4-20
0,8	18	2-45	4-10
1,0	18	2-55	4-10
1,2	18	2-55	4-10

В результате такого механизма действия начало схватывания удлиняется с 1 ч. 5 мин до 2 ч.-55 мин. При этом конец схватывания вяжущего сокращается с 6 ч. 20 мин до 4 ч. 10 мин.

Несомненный научный интерес вызывает вопрос влияния величины удельной поверхности ЦСП наполнителя на формирование прочности цементного камня. Для исследования данного вопроса образцы готовили из цементного теста нормальной густоты, величину которой приняли для исходных цементов, равным 27% от массы вяжущего. С целью установления рациональных значений удельной поверхности наполнителя и степени наполнения цементного вяжущего приведены исследования с различными значениями удельной поверхности ЦСП наполнителя: 1010, 2060, 3010, 4220, 5080 см²/г и степени наполнения 10%, 20%, 30%, 40%, 50%.

Прочностные показатели цементного вяжущего с разными степенями наполнения изучали на стандартных кубиках размером 2x2x2 см, степень наполнения была принята 30% от массы цемента. После статистической обработки результатов экспериментальных данных были получены следующие графические зависимости (рис. 2, 3).

Из рис. 2 видно, что изменение прочности цементного камня в зависимости от дисперсности наполнителя имеет экстремальный характер при $S_{уд}=3300\div 3500$ см²/г. Это объясняется структурирующим эффектом наполнителя, а упрочняющее его действие, вероятно, связано с взаимодействием его оксидов с кальцийсодержащими фазами цемента. Это вполне закономерно и хорошо согласуется с выводами приведенными в [10], где указывается, что при поверхностной активности наполнителя F_N большей или равной с поверхностной

активности вяжущего F_B ($F_N \geq F_B$) оптимальный размер наполнителя соизмерим с размером зерна вяжущего. В нашем случае рациональная удельная поверхность ЦСП $S_{уд}=3300 \div 3500 \text{ см}^2/\text{г}$ соизмерима с аналогичным показателем вяжущего $S_{уд}=3000 \div 3500 \text{ см}^2/\text{г}$.



Рисунок 2. Влияние удельной поверхности ЦСП наполнителя на прочность цементного камня (при степени наполнения 30%)

Как видно из (рис. 3) наполнение цементного вяжущего (30 %) ЦСП наполнителем с дисперсностью $S_{уд}=3500 \text{ см}^2/\text{г}$ позволяет улучшить прочностные характеристики цементного камня. Это свидетельствует о том, что зона рациональной степени наполнения находится в этих пределах.

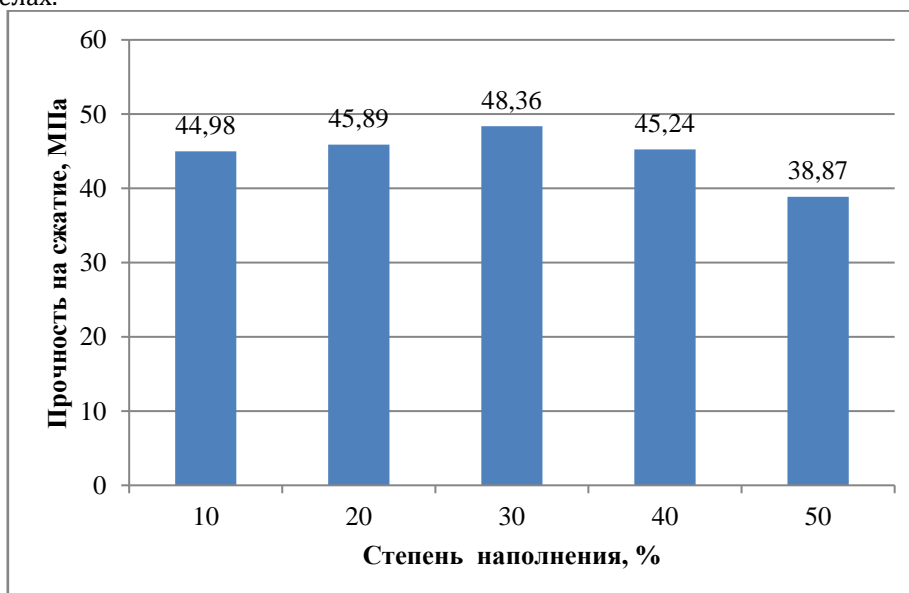


Рисунок 3. Влияние степени наполнения цементного вяжущего на прочность цементного камня (при $S_{уд}$ ЦСП наполнителя $3500 \text{ см}^2/\text{г}$)

Зависимость прочности цементного камня от степени наполнения имеет также экстремальный характер с тах при 30 %. Дальнейшее увеличение степени наполнения приводит к закономерному снижению прочности цементного камня, вследствие снижения

доли исходного цемента. Зависимость прочности на сжатие от степени наполнения и удельной поверхности приведена на рис. 4.

Таким образом, рациональными величинами $S_{уд}$ ЦСП наполнителя следует считать $\sim 3500 \text{ см}^2/\text{г}$, а степени наполнения – 30 %.

С учетом этого, в следующей серии экспериментов определили НГ и сроки схватывания вяжущего с добавкой 0,8 % СП и наполнителя с $S_{уд} \sim 3500 \text{ см}^2/\text{г}$. Степень наполнения приняли 30 % от массы вяжущего. Результаты определения НГ и сроков схватывания наполненного вяжущего приведены в табл. 2.

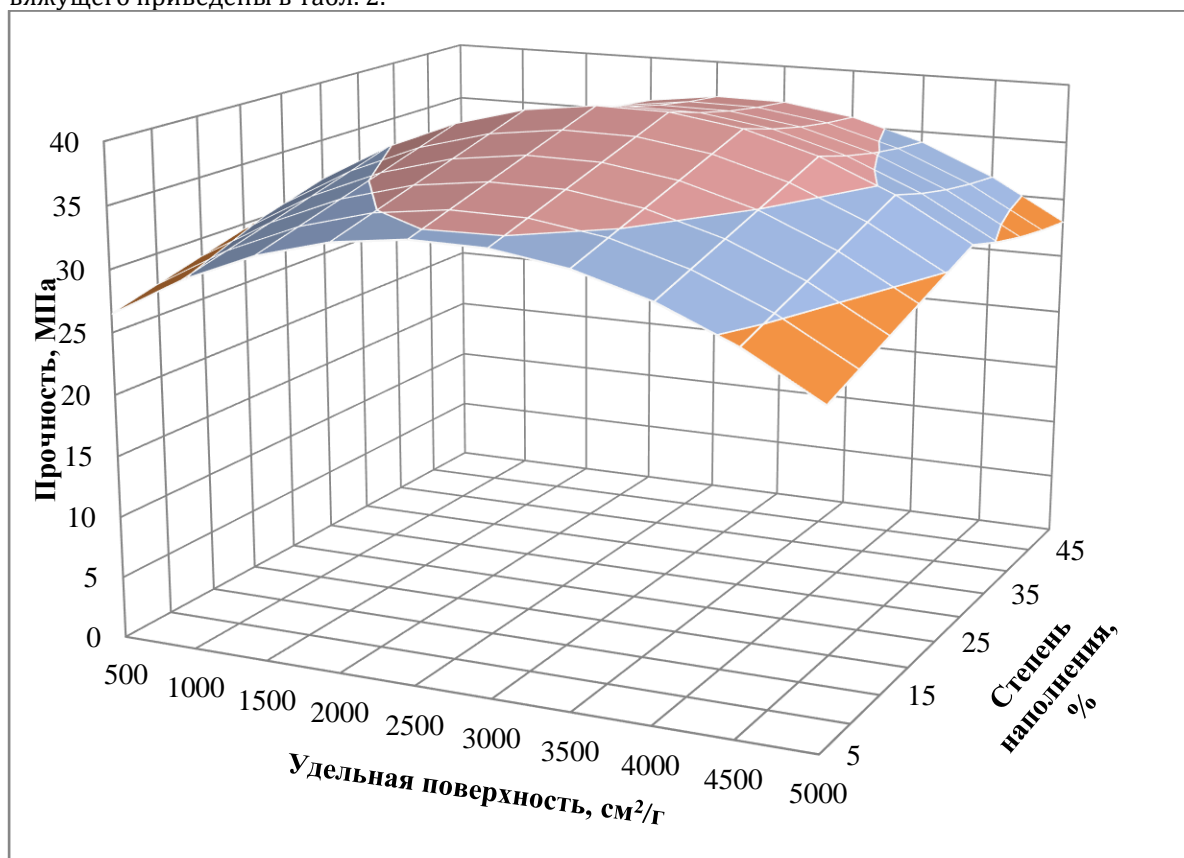


Рисунок 4. Зависимость прочности цементного камня от степени наполнения и удельной поверхности

Таблица 2
Влияние ЦСП наполнителя с $S_{уд} \sim 3500 \text{ см}^2/\text{г}$ и при степени наполнения 30 % на нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста с добавкой

Дозировка добавки, %	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, час-мин	
		начало	конец
0	26	2-55	4-35
0,2	23	2-50	4-30
0,4	22	2-35	4-20
0,6	21	2-25	4-10
0,8	18	2-20	4-00
1,0	18	2-20	4-00
1,2	18	2-20	4-00

Анализ приведенных данных показывает, что при содержании 30 % ЦСП наполнителя при дозировке СП 0,8 % НГ снижается до 18 %. Это косвенно свидетельствует о том, что

гидрофильность и адсорбционная активность ЦСП наполнителя меньше, чем цемента, что положительно влияет на водопотребность наполненного вяжущего.

Сравнение данных по срокам схватывания наполненного и ненаполненного цемента с добавкой СП показывает, что введение ЦСП наполнителя за счет структурирующего действия несущественно сокращает сроки схватывания вяжущего, что не должно оказывать отрицательного влияния на сохранение текучести бетонной смеси.

Это подтверждается и результатами исследований реологических свойств цементных смесей.

Комплексное использование добавки СП и ЦСП наполнителя с упрочняющим эффектом позволяет получить цементное вяжущее с высокими прочностными свойствами. Рациональная дозировка СП и ЦСП наполнителя обеспечивает получение высокопрочного цементного камня с 86 МПа, о чем свидетельствуют данные, приведенные на рис. 5.

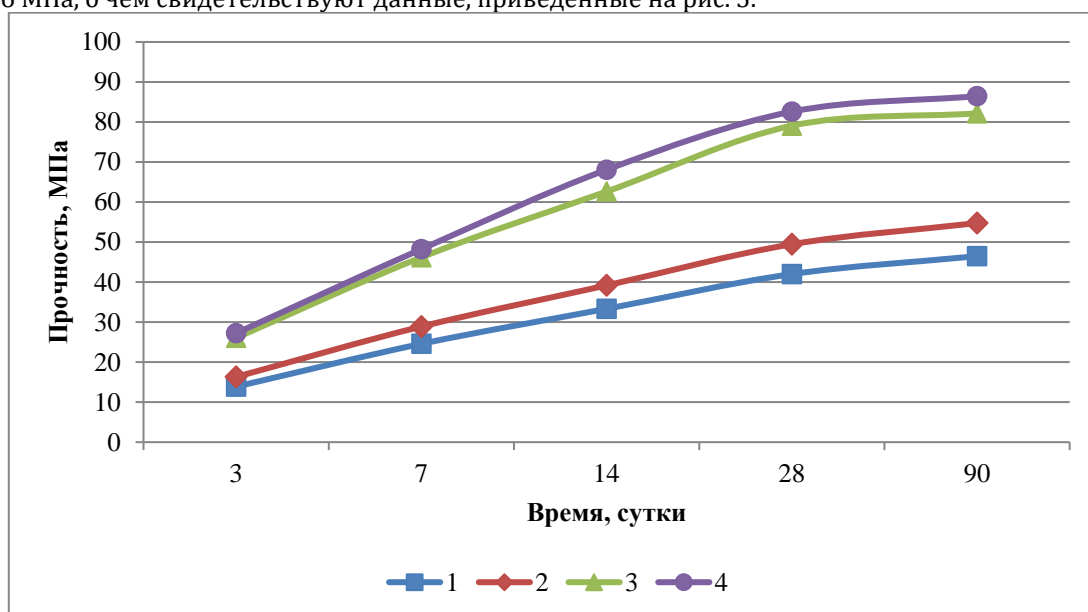


Рисунок 5. Изменение прочности цементного камня во времени. 1-цемент; 2-цемент+ЦСП (30 %); 3-цемент+СП (0,8 %); 4-цемент+СП (0,8 %)+ЦСП (30 %)

При этом исходная прочность вяжущего и композита наполненного с дисперсным наполнителем все же на 15% выше, чем ненаполненного. Это, вероятно, является следствием взаимодействия наполнителя с кальцийсодержащими кристаллогидратами цементного камня.

Как видно из рис. 4 максимальная прочность цементного камня наблюдается при комплексном использовании модификаторов и в 28 суточном возрасте составляет 86 МПа. В то время те же показатели прочности исходного цементного камня составляют 48 МПа.

Заключение. Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

- введение поликарбонатного суперпластификатора снижает НГ на 3-8 пунктов. Наиболее чувствительно НГ цементного теста снижается при дозировке СП 0,8 %. Дальнейшее увеличение дозировки не влияет на НГ;
- оптимальная дисперсность наполнителя находится в пределах $S_{уд}=3300\div3500$ см²/г, где и наблюдается экстремум прочности цементного камня;
- зависимость прочности цементного камня от степени наполнения имеет также экстремальный характер с max при 30 % содержании наполнителя;

Литература

1. A.I. Adylkhodzhaev, I.M. Makhamataliev, I.A. Kadyrov, S.S. Shaumarov, F.Sh. Ruzmetov. To the Question of the Influence of the Intensity of Active Centers on the Surface of Mineral Fillers on the Properties of Fine- Grained Concrete // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-8, Issue- 9S2, July 2019. Page 219-222.
2. M. Schmidt. Jahre Entwicklung bei Zement, Zusatzmittel und Beton. Ceitzum Baustoffe und Materialprüfung. Schriftenreihe Baustoffe. // Fest-schrift zum 60. Geburstag von Prof. Dr.-Jng. Peter Schiesse. Heft 2. 2003, s. 189-198.
3. S. Donatello, M. Tyrer, C. Cheeseman. Comparison of test methods to assess pozzolanic activity. Cement Concrete Comp. 2010;32:121-7.
4. Д.Г. Сагдатуллин, Н.Н. Морозова, В.Г. Хозин, О.М. Ильичева. Деформации высокопрочного композиционного гипсового вяжущего при твердении// Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2010.№15 (191). С. 51-53.
5. А.И. Адылходжаев, И.М. Махаматалиев, В.М. Цой, И.А. Кадыров. Об эффективности наполнения цементных бетонов местными цеолитсодержащими породами // Проблемы механики, №2, 2019, ISSN: 2010-7250. С. 9-13.
6. Э.Ш. Хакимова. Цементные бетоны с нанодобавками синтетического цеолита // Вестник ЮУрГУ, №25, 2008. С. 16-21.
7. И.М. Махаматалиев. Теоретические и методологические основы исследования структуры и свойств модифицированных бетонов методами структурно-имитационного моделирования. Автореферат докторской диссертации по техническим наукам: 05.09.05. - Ташкент, 2019 г. 70 с.
8. В.М. Цой. Методологические основы оптимального проектирования составов и управление физико-химическими свойствами многокомпонентных высококачественных бетонов. Автореферат докторской диссертации по техническим наукам: 05.09.05. - Ташкент, 2017 г. 67 с.
9. В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.И. Литвяк. Наполненные цементы и бетоны и перспективы их применения на предприятиях стройиндустрии Молдавской ССР // Кишинев. - МНТИ, 1986. - 67 с.
10. В.В. Абакумов. Анализ и оптимизация наполнителей в цементных пастах и бетонах :Автореф. дисс... канд. техн. наук: 05.23.05. - Ростов-на-Дону, 1985. - 22 с.

Literature

1. A.I. Adylkhodzhaev, I.M. Makhamataliev, I.A. Kadyrov, S.S. Shaumarov, F.Sh. Ruzmetov. To the Question of the Influence of the Intensity of Active Centers on the Surface of Mineral Fillers on the Properties of Fine- Grained Concrete // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-8, Issue - 9S2, July 2019. Page 219-222.
2. M. Schmidt. Jahre Entwicklung bei Zement, Zusatzmittel und Beton. Ceitzum Baustoffe und Materialprüfung. Schriftenreihe Baustoffe. // Fest-schrift zum 60. Geburstag von Prof. Dr. Jng. Peter Schiesse. Heft 2.2003, s. 189 198.
3. S. Donatello, M. Tyrer, C. Cheeseman. Comparison of test methods to assess pozzolanic activity. Cement Concrete Comp. 2010; 32: 121-7.
4. D.G. Sagdatullin, N.N. Morozov, V.G. Khozin, O. M. Ilyichev. Deformation of high-strength composite gypsum binder during hardening // Bulletin of the South Ural State University. Series: Building and architecture. 2010. # 15 (191). S. 51-53.
5. A.I. Adylkhodzhaev, I.M. Makhamataliev, V.M. Tsoi, I.A. Kadyrov. On the efficiency of filling cement concretes with local zeolite-containing rocks // Problems of mechanics, No. 2, 2019, ISSN: 2010-7250. S. 9-13.
6. E.Sh. Khakimova. Cement concretes with nano-additives of synthetic zeolite // Bulletin of South Ural State University, No. 25, 2008. P. 16-21.
7. I.M. Makhamataliev. Theoretical and methodological foundations for studying the structure and properties of modified concretes by methods of structural simulation. Abstract of doctoral dissertation in technical sciences: 05.09.05. - Tashkent, 2019 70 p.

8. V.M. Choi. Methodological foundations for optimal design of compositions and management of physical and chemical properties of multicomponent high-quality concretes. Abstract of doctoral dissertation in technical sciences: 05.09.05. - Tashkent, 2017, 67 p.

9. V.I. Solomatov, V.N. Vyrova, V.I. Litvyak. Filled cements and concretes and the prospects for their application at the enterprises of the construction industry of the Moldavian SSR // Kishinev. - MNTI, 1986 .-- 67 p.

10.V.V. Abakumov. Analysis and optimization of fillers in cement pastes and concretes: Author's abstract. diss ... cand. tech. Sciences: 05.23.05. - Rostov-on-Don, 1985 .-- 22 p.

Сведения об авторах / Information about the authors

Адилходжаев Анвар Ишанович – доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта, *e-mail: anvar_1950@mail.ru*

Кадыров Ильхом Абдуллаевич – базовый докторант (PhD), кафедры «Строительство зданий и промышленных сооружений», Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта, *e-mail: ilhom.kadirov.1990@mail.ru*

Умаров Кадыр Сапарбаевич – кандидат технических наук, самостоятельный соискатель кафедры «Строительство зданий и промышленных сооружений», Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта, *e-mail: i.k.kadirov@yandex.ru*

Adilkhodjaev Anvar Ishanovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation of the Tashkent Institute of Railway Engineers, e-mail: anvar_1950@mail.ru

Kadyrov Ilkhom Abdullaevich - basic doctoral student (PhD), Department of Construction of Buildings and Industrial Structures, Tashkent Institute of Railway Engineers, e-mail: ilhom.kadirov.1990@mail.ru

Umarov Kadyr Saparbaevich - Candidate of Technical Sciences, independent applicant of the Department of Construction of Buildings and Industrial Structures, Tashkent Institute of Railway Engineers, e-mail: i.k.kadirov@yandex.ru