

5-15-2020

## STRUCTURE FORMATION OF A CEMENT STONE WITH A ZEOLITE CONTAINING FILLER (NATROLITE) AND A SUPERPLASTIFICATOR

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) "STRUCTURE FORMATION OF A CEMENT STONE WITH A ZEOLITE CONTAINING FILLER (NATROLITE) AND A SUPERPLASTIFICATOR," *Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers*: Vol. 16 : Iss. 4 , Article 16.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit/vol16/iss4/16>

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](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

УДК (UDC) 666.97

## STRUCTURE FORMATION OF A CEMENT STONE WITH A ZEOLITE CONTAINING FILLER (NATROLITE) AND A SUPERPLASTIFICATOR

Адилходжаев А.И.<sup>1</sup>, Кадыров И.А.<sup>1</sup>, Умаров К.С.<sup>1</sup>  
Adilhodzhaev A.I.<sup>1</sup>, Kadyrov I.A.<sup>1</sup>, Umarov K.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>-Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта  
(Ташкент, Узбекистан)

<sup>1</sup> - Tashkent Institute of Railway Engineers (Tashkent, Uzbekistan)

**Abstract:** The article presents the results of studies of the hydration process of the compositions "cement + zeolite-containing rock + superplasticizer" using the methods of IR spectrometry, differential thermal analysis. The scientific and practical significance of the work results for building materials science and the construction industry is to establish the effectiveness of the use of complex additives in the preparation of cement concrete.

**Key words:** zeolite-containing rock, Portland cement, mineral additive, IR spectrometry, differential thermal analysis, polycarboxylate superplasticizer.

## СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ С ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИМ НАПОЛНИТЕЛЕМ (НАТРОЛИТ) И СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОМ

**Аннотация:** В статье приведены результаты исследований процесса гидратации композиций «цемент+цеолитсодержащая порода+суперпластификатор» с использованием методов ИК-спектроскопии, дифференциально-термического анализа. Научная и практическая значимость результатов работы для строительного материаловедения и строительной отрасли заключается в установлении эффективности применения комплексной добавки при приготовлении цементных бетонов.

**Ключевые слова:** цеолитсодержащая порода, портландцемент, минеральная добавка, ИК-спектроскопия, дифференциально-термический анализ, поликарбоксилатный суперпластификатор.

**Введение.** В настоящее время в строительном материаловедении актуальной является задача разработки эффективных высокофункциональных бетонов требуемых показателей свойств. Такие бетоны применяются при строительстве гидротехнических сооружений, мостов, эстакад, автомобильных дорог, портовых сооружений и т.д. [1].

Самым простым и эффективным способом улучшения свойств цементного композита признано использование минеральных добавок и суперпластификаторов (СП). Эффективные СП являются неотъемлемым компонентом высокофункционального бетона [1]. СП позволяет не только увеличить подвижность бетонной смеси при низком водоцементном отношении, но и получить бетоны с высокой прочностью, плотностью и долговечностью. При этом наиболее эффективными являются СП последнего поколения на основе эфиров поликарбоксилата [2-4].

Минеральные добавки с определенными химическими и минералогическими составами способствуют значительному уплотнению структуры, и улучшению течения гидратации цемента. В качестве минеральной добавки в практике разработки различных по назначению бетонов используются микрокремнезем, зола уноса, зола рисовой шелухи, тонкомолотый кварцевый песок, метакраин и природные цеолиты и т.д. Среди вышеперечисленных добавок особо выделяются природные цеолиты [5], являющиеся целевым продуктом и имеющим стабильный состав и свойства.

Также природные цеолиты обладает пуццолановым эффектом, так как вступают в реакции на поздних этапах взаимодействия с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  способствуя тем самым повышению как коррозионной стойкости и прочности цементного камня [1-4].

Целью настоящих исследований явились исследования природы взаимодействия между компонентами комплексного модификатора (поликарбоксилатового СП и минеральной добавки на основе природного цеолита) и установление влияния комплексного модификатора на процессы структурообразования цементного камня.

**Методы исследования и характеристика материалов.** В исследованиях использован:

- в качестве вяжущего портландцемент без добавок Ахангаранского цементного комбината М400 (табл. 1) минералогического состава:  $\text{C}_3\text{S}$ -58%,  $\text{C}_2\text{S}$ -14%,  $\text{C}_3\text{A}$ -7%,  $\text{C}_4\text{AF}$ -16%,  $\text{CaSO}_4$ -2%;
- минеральной добавки ЦСП Бельтауского месторождения (Центральные Кизилкумы) с удельной поверхностью по ПСХ-11А 3400  $\text{см}^2/\text{г}$ . Химический состав ЦСП приведен в табл. 1;
- поверхностно-активное вещество поликарбоксилатовый СП POLIMIX фирмы ARMENT CONSTRUCTION CHEMICALS.

Таблица 1

**Химический состав портландцемента Ахангаранского цементного комбината и цеолитсодержащей породы (натролит) Бельтауского месторождения**

Наименование показателя	Значение показателей, %	
	Портландцемент	Цеолитсодержащая порода (натролит)
CaO	59,10	1,24
$\text{Al}_2\text{O}_3$	7,64	18,88
$\text{SiO}_2$	24,15	69,96
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	5,65	4,41
MgO	1,17	2,07
$\text{Na}_2\text{O}$	0,23	9,14
$\text{K}_2\text{O}$	0,22	1,30
$\text{SO}_3$	0,42	0,03

При проведении экспериментов изготавливали два типа состава:

- №1 – контрольный состав из чистого цемента;
- №2 – цемент+ЦСП (30 %)+СП (0,8 %);

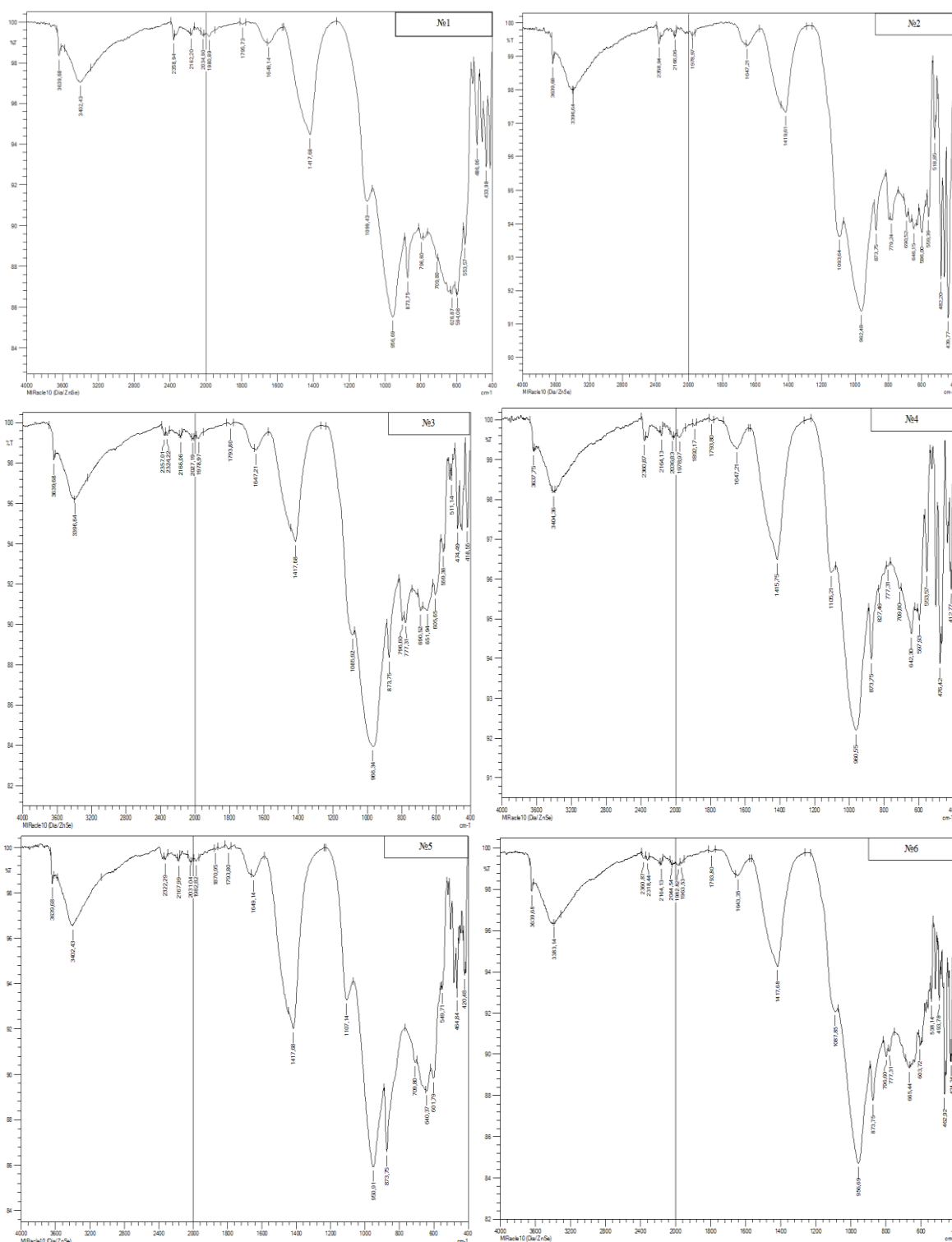
Образцы выдержали в формах в течение 1 сут в условиях 95 %-й влажности при температуре  $20 \pm 2$  °С, затем извлекали из форм и далее хранили в тех же условиях.

**ИК спектры** пропускания образцов цементного камня в возрасте 7, 14 и 28 сут. снимали на ИК-спектрофотометре Shimadzu IRTracer-100. Пробы цементного камня (примерно 5 г) измельчали в тонкий порошок с  $S_{уд}=3000$   $\text{см}^2/\text{г}$ , промывали ацетоном для удаления свободной воды, отфильтровывали и высушивали под вакуумом при комнатной температуре.

**Термоаналитические исследования** представленных образцов (28-суточном возрасте) проводились, на приборе Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG (Германия), с термопарой К-типа (Low RG Silver) в алюминиевых тиглях. Все измерения были проведены в инертной азотной атмосфере со скоростью потока азота 50 мл/мин. Температурный диапазон измерений составлял 20-400°С, скорость нагрева равнялась 5К/мин. Масса образца на одно измерение 6-7 мг. Измерительная система калибровалась стандартным набором веществ  $\text{KNO}_3$ , In, Bi, Sn, Zn, CsCl.

**Результаты и обсуждение.** ИК спектры пропускания исходного цемента без добавок и с комплексной добавкой в возрасте 7, 14 и 28 сут. приведены на Рисунок 1.

О гидратации портландцемента свидетельствуют появление в спектрах цементного камня характерной узкой полосы с максимумом около  $3640$   $\text{см}^{-1}$ , принадлежащей  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , и рост интенсивности полос в области  $400-600$   $\text{см}^{-1}$ , обусловленных колебаниями, локализованными на связях О-Н в гидроксильных группах и в молекулах воды, входящих в структуру С-С-Н-геля, а также на связях С-О в карбонатах, образующихся в результате протекания процессов карбонизации продуктов гидратации цемента.

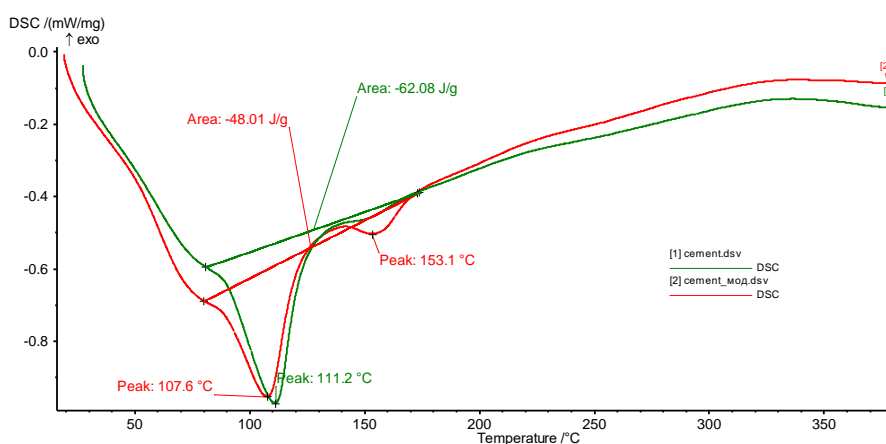


**Рисунок 1. ИК спектры пропускания цементного камня из цемента без добавки 1, 3, 5 (7-, 14-, 28-суточном возрасте) и с добавкой ЦСП 2, 4, 6 (7-, 14-, 28-суточном возрасте)**

Судя по ИК спектрам пропускания, спустя 7, 14 сут. с момента начала гидратации цеолитсодержащая порода (ЦСП) не проявляет существенной пуццолановой активности - в спектрах контрольного цементного камня и образца с ЦСП полоса  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в области  $3640\text{-}3644\text{ см}^{-1}$  имеет примерно одинаковую интенсивность. К 28-суточному возрасту в спектре контрольного

бездобавочного цементного камня интенсивность полосы  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  усиливается. Между тем в образце с добавкой ЦСП полоса  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  снижается, и в области  $400\text{-}600\text{ см}^{-1}$  появляется рост интенсивности соответствующей С-С-Н-геля.

Терманалитические исследования проводились в температурном диапазоне  $20\text{-}400^\circ\text{C}$ . Кривые ДСК бездобавочного и модифицированного цемента представлены на Рисунок 2. Анализ Рисунок 2 показывает, что эндотермический эффект протекает с поглощением тепла, и температура пиков лежит в диапазоне  $107\text{-}111^\circ\text{C}$  (первые пики) и  $153.1^\circ\text{C}$  (второй пик). Полученные данные свидетельствуют о том, что данные эффекты соответствуют выходу кристаллизационной воды. В эталонном цементе наблюдается только один эндотермический пик, и суммарная энтальпия процесса составляет  $-48.01\text{ Дж/г}$ . В модифицированном цементе кристаллизационная вода удаляется из образцов в два этапа – при  $107^\circ\text{C}$  и  $153.1^\circ\text{C}$ . Суммарная энтальпия данного процесса составляет уже  $-62.06\text{ Дж/г}$ .



**Рисунок 2. Дифференциально-термический анализ цементного камня в 28-суточном возрасте: 1-цементный камень без добавки; 2-цементный камень с добавкой ЦСП и СП**

**Заключение.** Методом ИК-спектроскопии установлено, что при модификации цементных систем комплексным модификатором происходит увеличение продуктов гидратации. В составе с комплексным модификатором наблюдается интенсивный рост пиков при  $400\text{-}600\text{ см}^{-1}$ . В присутствии комплексного модификатора отмечается более высокая степень закристаллизованности гидросиликатов кальция, что обуславливает высокие физико-механические показатели цементного камня.

Дифференциально-термический анализ показал, что модифицированный цемент способен удерживать в своём составе большее количество кристаллизационной воды, что свидетельствует о повышении степени гидратации.

#### Литературы

1. В.И. Соломатов, Структурообразование и технология полимербетонов / В.И. Соломатов // Строительные материалы. 1970. № 9. С. 33–34.
2. Макаров Ю. А., Терешкин И. П. Применение цеолитсодержащих пород для изготовления растворов на минеральных вяжущих // Альманах современной науки и образования. 2013. №11. С. 26–33.
3. Хант Ч.М. Инфракрасные спектры поглощения некоторых соединений системы  $\text{CaO}\text{—}\text{SiO}_2\text{—}\text{Al}_2\text{O}_3$  // Четвертый международный конгресс по химии цемента: сборник докл. М.: Изд-во литературы по строительству, 1964. С. 240—247.
4. Адылходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Цой В.М. Методологические основы исследования многокомпонентных высококачественных бетонов нового поколения. Монография. – Ташкент. Fan va Texnologiya, 2018. – 156 с.
5. Вовк А. И. Добавки на основе отечественных поликарбоксилатов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2012. №9 (164). С. 31–33.

### References

1. V.I. Solomatov, Structuring and technology of polymer concrete / V.I. Solomatov // Building materials. 1970. No. 9. P. 33–34.
2. Makarov Yu. A., Tereshkin I. P. .. The use of zeolite-containing rocks for the manufacture of solutions on mineral binders // Almanac of modern science and education. 2013. No. 11. S. 26-33.
3. Hunt Ch.M. Infrared Absorption Spectra of Some Compounds of the CaO — SiO<sub>2</sub> — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> System // Fourth International Congress on Cement Chemistry: collection of reports. M.: Publishing house of literature on construction, 1964. S. 240-247.
4. Adylkhodjaev A.I., Makhamataliev I.M., Tsoi V.M. Methodological foundations of the study of multicomponent high-quality concrete of a new generation. Monograph. - Tashkent. Fan va Texnologiya, 2018. -- 156 p.
5. Vovk A. I. Additives based on domestic polycarboxylates // Building materials, equipment, technologies of the 21st century. 2012. No9 (164). S. 31–33.

#### 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](mailto:anvar_1950@mail.ru)

**Кадыров Ильхом Абдуллаевич** – базовый докторант (PhD), кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений», Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, E-mail: [ilhom.kadirov.1990@mail.ru](mailto:ilhom.kadirov.1990@mail.ru)

**Умаров Кадыр Сапарбаевич** – кандидат технических наук, самостоятельный соискатель, кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений», Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, E-mail: [i.k.kadirov@yandex.ru](mailto:i.k.kadirov@yandex.ru).

**Adilhodzhaev 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](mailto:anvar_1950@mail.ru)

**Kadyrov Ilkhom Abdullaevich** - Post-graduate student, Department of Construction of Buildings and Industrial Structures, Tashkent Institute of Railway Engineers, E-mail: [ilhom.kadirov.1990@mail.ru](mailto:ilhom.kadirov.1990@mail.ru).

**Umarov Kadyr Saparbaevich** - Candidate of Technical Sciences, independent applicant, Department of Building Construction and Industrial Facilities, Tashkent Institute of Railway Engineers, E-mail: [i.k.kadirov@yandex.ru](mailto:i.k.kadirov@yandex.ru)