

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**
Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

24-april, 2025



engineer.tstu.uz

**MUHAMMADAMIN KABULOVICH TOHIROVNING TAVALLUDINING
80 YILLIGIGA BAG'ISHLANGAN
“SAMARALI QURILISH MATERIALLARI, KONSTRUKSIYALARI VA
TEXNOLOGIYALARI”
MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
ILMIY ISHLARI TO'PLAMI**

Toshkent davlat transport universiteti Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining akademigi, O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan yoshlar murabbiysi, texnika fanlari doktori, professor **Muhammadamin Kabulovich Tohirovning tavalludining 80 yilligiga bag'ishlangan “Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari”** mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya ilmiy ishlari to'plami chop etildi.

Muhammadamin Kabulovich kompozitsion qurilish materiallarining polistrukturaviy nazariyasini rivojlantirishga ulkan hissa qo'shgan olimdir. 1995-yilda Muhammadamin Kabulovich Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining (RAASN) xorijiy a'zosi etib saylangan, bu esa ularning qurilish materialshunosligi sohasiga qo'shgan ilmiy hissasining xalqaro miqyosdagi e'tirofi bo'ldi. Ular o'z ilmiy faoliyati davomida 6 ta monografiya, 200 dan ortiq ilmiy maqola va 25 ta ixtiroga mualliflik guvohnomasi yaratganlar.

Ushbu konferensiyaning asosiy maqsadi – qurilish materialshunosligi, bino va inshootlarni loyihalash hamda qurilish sohasidagi zamonaviy ilmiy tadqiqotlar natijalarini muhokama qilish, shuningdek, muhandislik ta'limini takomillashtirish yo'llarini aniqlashdir.

Konferensiyada O'zbekiston Respublikasi hamda xorijiy mamlakatlarning oliy o'quv yurtlari va ilmiy-tadqiqot institutlari olimlari, shuningdek, muhim ilmiy tadqiqot natijalariga ega bo'lgan ishlab chiqarish vakillari o'z ilmiy ishlari bilan ishtirok etdilar.

“Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyaning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

- 1. Resurs va quvvatni tejaydigan qurilish materiallari va texnologiyalari** – zamonaviy ekologik va iqtisodiy talablarni qondirishga qaratilgan innovatsion yechimlar.
- 2. Bino va inshootlarning qurilish konstruksiyalari, zamonaviy hisoblash va loyihalash usullari** - muhandislik va texnologik yechimlarni takomillashtirish yo'nalishlari.
- 3. Arxitektura va shaharsozlik** – estetik va funksional jihatlarni uyg'unlashtirgan zamonaviy loyihalar yaratish.
- 4. Zamonaviy muhandislik ta'limi tizimini takomillashtirish** – kelajak mutaxassislarini yuqori malakali darajada tayyorlash uchun ta'lim jarayonini modernizatsiya qilish.

Mazkur konferensiya ilmiy hamjamiyatning turli vakillarini bir joyga jamlab, qurilish materialshunosligi sohasidagi zamonaviy muammolar va istiqbollarni muhokama qilish uchun qulay platforma vazifasini bajardi.

Methodological basis for the use of additives for the production of complex modified cement binders

V.M. Soy¹^a, D.F. Abdullayeva¹^b, G.S. Nuriddinova¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The results of theoretical and experimental research on the development of a scientifically based methodology for prescribing plasticizing chemical additives and mineral fillers in the selection of compositions of complex modified concrete (CMC) at the stage of their design are presented. A classification of plasticizing additives is proposed according to the degree of reduction in the surface tension of water upon their introduction and the activity of mineral additives according to the indicator of reduced hydration activity, which makes it possible to obtain highly economical BMPs with the required properties.

Keywords:

concrete, classification of additives, modification, plasticizer, mineral filler, surface tension, adsorption centers, hydration activity

Методологические основы применения добавок для получения комплексно-модифицированных цементных вяжущих

Цой В.М.^a, Абдуллаева Д.Ф.^b, Нуридинова Г.С.¹

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация:

Приведены результаты теоретико-экспериментальных исследований по разработке научно обоснованной методики назначения пластифицирующих химических добавок и минеральных наполнителей при подборе составов комплексно-модифицированных бетонов (КМБ) на этапе их проектирования. Предложена классификация пластифицирующих добавок по степени снижения поверхностного натяжения воды при их введении и активности минеральных добавок по показателю приведенной гидратационной активности, позволяющие получать высокоэкономичных КМБ с требуемыми показателями свойств.

Ключевые слова:

бетон, классификация добавок, модификация, пластификатор, минеральный наполнитель, поверхностное натяжение, центры адсорбции, гидратационная активность

подбора компонентов, проектирования состава и ухода за твердеющим бетоном.

Литературный анализ. Ярким примером композитов нового поколения являются современные бетоны, реализованные в Научно-исследовательском институте бетона и железобетона (НИИЖБ, Россия) [4]. В этих материалах блестящие реализуются потенциальные функциональные свойства компонентов бетонных смесей и бетонов. Чрезвычайно высокие возможности бетона и железобетона реализованы авторами в технологиях reactive powder concrete (RPC), а также macrodefect free concrete (MDC) [4].

Во Франции и США в практике строительства широко применяется технология ультрафункциональных бетонов (UHPC), которые отличаются высокой прочностью на сжатие (> 200 МПа) и на изгиб (> 50 МПа) [5, 6].

К разряду БНП относится и self-compacting concrete (SCC). В таких бетонах кардинально решена главная технологическая задача, связанная с минимизацией материальных, энергетических и трудовых ресурсов при достижении заданных свойств бетона [6, 7].

В отечественной практике бетоноведения к бетонам нового поколения относятся и многокомпонентные высококачественные бетоны (МВБ), разработанные

1. Введение

В настоящее время бетон окончательно утвердился в качестве основного строительного материала в мировой практике строительства. Этому способствовали такие его основные достоинства, как широкий комплекс свойств, высокая технологичность, доступность сырьевой базы, архитектурная привлекательность, универсальность применения, экологичность и экономичность [1].

Вместе с тем за последние десятилетия наблюдается революционный характер развития бетоноведения, проявляющийся в появлении новых видов бетона с уникальными свойствами, получившими название бетонов нового поколения (БНП).

К бетонам нового поколения относятся high performance concrete (HPC), отличительной чертой которых является достижение ими максимальных показателей технологичности, прочности, плотности и долговечности [2]. Согласно [3], HPC – это инженерный материал, в котором одно или несколько его специфических свойств улучшены путем обоснованного

^a <https://orcid.org/0009-0009-7560-2691>

^b <https://orcid.org/0009-0005-3398-8443>

коллективом авторов под руководством д.т.н., проф. А.И. Адылходжаева [8]. Эти бетоны содержат в своем составе золу-уноса ТЭС, суперпластифицирующую добавку JK-08 и отличаются высокими прочностными и эксплуатационными свойствами.

Как известно, подбор составов традиционных бетонов без добавок не составляет большого труда, методики их расчета являются классическими и приведутся в учебниках и учебных пособиях по строительному материаловедению [9]. Отличительной особенностью модифицированных бетонов (МБ) является наличие в их составе пластифицирующей химической добавки или тонкодисперсного минерального наполнителя, методика назначение составов с их использованием также отражено в учебных и научных публикациях [10, 11].

Что касается комплексно-модифицированных бетонов (КМБ), то необходимо отметить, что несмотря на большое количество научных трудов, посвященных этому виду бетонов, вопрос разработки методики подбора их состава с назначением рационального вида минеральных наполнителей в комплексе с пластифицирующими химическими добавками практически остается неизученным.

Авторами статьи впервые сделана попытка разработки научно обоснованной методики выбора минеральных наполнителей и пластифицирующих химических добавок для КМБ.

2. Методология исследования

По предлагаемой методике оценка пластифицирующих химических добавок производится по критерию, представляющему собой степень снижения поверхностного натяжения воды при их введении.

В основу такого подхода положена способность пластифицирующей добавки снижать показатель поверхностного натяжения воды при определенной температуре раствора. По нашему мнению, технологические параметры приготовления, количество вводимого наполнителя и свойства активируемого наполненного вяжущего и бетона существенно зависят от химического состава, строения и пластифицирующей способности вводимой добавки.

Для экспериментальных исследований были приняты следующие виды местных и наиболее доступных пластифицирующих химических добавок и соответствующие им пределы дозировок в процентах от массы цемента (на сухое вещество): лигносульфонат технический (ЛСТ) – (0,10-0,25)%, кубовая жидкость натрий-карбоксиметилцеллюлозы (КНЖ) – (0,3-0,9)%, сточные воды капролактама (СВК) – (0,3-0,9)%, суперпластификатор С-3 – (0,3-0,9) % [12].

На первом этапе исследований изучалось влияние химических добавок на степень снижения поверхностного натяжения воды по методике [11]. В результате проведенных экспериментов были получены изотермы поверхностного натяжения водных растворов химических добавок в зависимости от их дозировки (рис. 1), представляющие собой семейство ниспадающих кривых с явно выраженной зоной перехода от вертикального к наклонному и горизонтальному участкам.

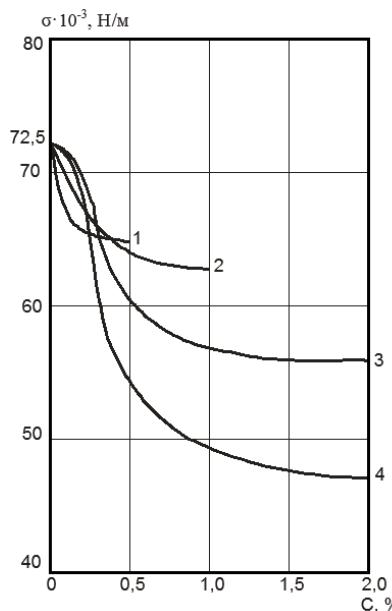


Рис. 1. Изотермы (при $t = 20^{\circ}\text{C}$) поверхностного натяжения σ химических добавок в зависимости от их концентраций С в водном растворе
1, 2, 3, 4 – химические добавки ЛСТ, КЖН, СВК, С-3

Такой вид кривых на рис. 1 объясняется тем, что, в соответствии с уравнением Гиббса [13], при увеличении концентрации химических добавок возрастает их содержание на межфазной поверхности, приводящее к снижению поверхностного натяжения водных растворов. Причем при малых концентрациях химических добавок эффект снижения поверхностного натяжения водных растворов более значителен, чем при повышенных дозировках. Характерная же область на изотермах, относящаяся к переходу от вертикального к горизонтальному участку снижения величины σ , свидетельствует о предельном насыщении адсорбционного слоя молекулами химических добавок, которая, как было установлено, соответствует области их рациональных концентраций.

Таким образом, изотермы изменения поверхностного натяжения от концентрации водных растворов химических добавок могут быть положены в основу их характеристики по степени пластифицирующей способности и, следственно, по их поверхностно-активным свойствам – чем ниже расположена изотерма поверхностного натяжения, тем сильнее проявляется пластифицирующая способность добавки. Более того, области рациональных дозировок химических добавок можно охарактеризовать относительным показателем поверхностного натяжения $\bar{\sigma}$, представляющим собой отношение величины поверхностного натяжения при предельном насыщении адсорбционного слоя молекулами химической добавки к поверхностному натяжению раствора без добавки. В частности, для исследуемых добавок показатель $\bar{\sigma}$ составляет следующие значения: ЛСТ – 0,90-0,92; КНЖ – 0,88-0,90; СВК – 0,78-0,80; С-3 – 0,67-0,70.

Анализ полученных значений относительного показателя поверхностного натяжения $\bar{\sigma}$ позволяет предложить классификацию химических добавок по эффекту пластификации с учетом их поверхностно-активных свойств, приведенную в табл. 1.

Таблица 1

Классификация пластифицирующих химических добавок по поверхностно-активным свойствам	
Относительный показатель поверхностного натяжения $\bar{\sigma}$, отн. ед.	Характеристика добавки по эффекту пластификации
$\bar{\sigma} > 0,95$	Слабый пластификатор
$0,85 < \bar{\sigma} \leq 0,95$	Средний пластификатор
$0,75 < \bar{\sigma} \leq 0,85$	Сильный пластификатор
$\bar{\sigma} \leq 0,75$	Суперпластификатор

Применительно к исследуемым химическим добавкам относительный показатель поверхностного натяжения $\bar{\sigma}$ позволяет расположить изученные нами добавки в следующий убывающий ряд по эффекту пластификации: С-3 > СВК > КНЖ \geq ЛСТ, характеризующий снижение их пластифицирующей способности.

Целесообразность такой классификации пластифицирующих химических добавок заключается в том, что их эффективность оценивается по конкретному численному значению показателя $\bar{\sigma}$ – относительному показателю поверхностного натяжения, аналог которого может быть использован и при научно-обоснованном выборе для цементных бетонов дисперсных минеральных наполнителей.

В предлагаемой методике выбора минеральных добавок для КМБ используется классификация наполнителей для цементных бетонов по показателю их гидратационной активности [14-16], позволяющему наиболее точно оценить вклад поверхностной активности минеральных наполнителей на ход течения процессов, протекающих в гидратируемой системе.

В основе определения показателя гидратационной активности минеральных наполнителей используются экспериментально полученные графические зависимости распределения на их поверхности центров адсорбции q в зависимости от константы кислотности pK_a , показанные на рис. 2 для базальтового наполнителя и золы-уноса ТЭС.

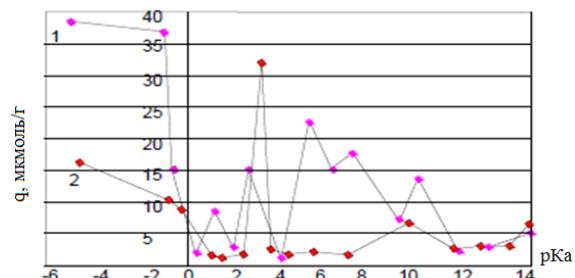


Рис. 2. Распределение центров адсорбции q на поверхности базальтового наполнителя (1) и золы-уноса ТЭС (2) в зависимости от константы кислотности pK_a

Таблица 2

Содержание центров адсорбции на поверхности минеральных наполнителей

№ п/п	Минеральный наполнитель	Количество центров $P \cdot 10^3$, мг-экв/г, в диапазонах значений pK_a				Общее количество центров, мг-экв/г
		-4...0	0...7	7...13	≥ 13	
		P_{ol}	P_{kb}	P_{ob}	P_{kl}	
1	Песок кварцевый	8,04	9,11	8,75	1,88	27,78
2	Песок барханный	4,12	7,08	9,95	1,07	22,22
3	Глиеж	13,22	16,47	10,08	2,87	42,64
4	Базальт	23,41	22,15	11,16	1,96	58,68
5	ОЭП	41,18	5,48	9,34	1,14	57,14
6	ОМП	6,61	23,88	16,37	4,32	51,18
7	Зола-уноса ТЭС	43,14	27,61	11,77	5,32	87,84
8	ЦП	102,08	24,88	12,62	2,14	141,72

Примечания. 1. Сокращения: ОЭП – отходы электроплавильного производства; ОМП – отходы медеплавильного производства; ЦП – цеолитсодержащая порода. 2. Общее количество центров составляет $P = P_{kb} + P_{kl} + P_{ol} + P_{ob}$. 3. ЦП – цеолитсодержащая порода

Для оценки поверхностных свойств минеральных наполнителей представляется целесообразным использование обобщенного критерия – показателя приведенной гидратационной активности P_{pga} , рассчитываемого по формуле

$$P_{pga} = P_{kb} + P_{kl} + 0,33P_{ol} - 0,1P_{ob} \quad (1)$$

где P_{kb} , P_{kl} , P_{ol} , P_{ob} – количество центров адсорбции соответственно в областях $0 \leq pK_a < 7$; $pK_a \geq 13,0$; $-4 < pK_a < 0$; $7,0 \leq pK_a < 13$ в 10^{-3} мг-экв/г.

Данный критерий, характеризующий кислотно-основные свойства поверхности минеральных

наполнителей, позволяет научно-обосновано классифицировать минеральные наполнители по степени их воздействия на цементные системы.

В общем случае предлагается следующая классификация минеральных наполнителей по критерию P_{pga} – показателю приведенной гидратационной активности, характеризующему потенциальную их эффективность в цементных системах, оцениваемую сокращением расхода цемента (табл. 3).

Таблица 3

Классификация минеральных наполнителей по показателю приведенной гидратационной активности P_{pga}

№ п/п	Тип минерального наполнителя	Значения критерия P_{pga} , отн. ед.	Сокращение расхода цемента, %
1	Слабоактивный	$0 \leq P_{\text{pga}} < 10$	До 10
2	Среднеактивный	$10 \leq P_{\text{pga}} < 25$	10-20
3	Сильноактивный	$25 \leq P_{\text{pga}} < 50$	20-30
4	Суперактивный	$P_{\text{pga}} \geq 50$	30-50

Для использованных в исследованиях минеральных наполнителей показатели приведённой

гидратационной активности P_{pga} приведены в табл. 4.

Таблица 4

Значения критерия P_{pga} для минеральных наполнителей

№ п/п	Минеральный наполнитель	Значения pK_a , отн. ед.				Преобразованные данные	Критери й P_{pga} , отн. ед.	
		-4...0	0...7	7...13	≥ 13			
		P_{ol}	P_{kb}	P_{ob}	P_{kl}			
1	Песок Кварцевый	8,04	9,11	8,75	1,88	2,65	0,87	12,77
2	Песок барханный	4,12	7,08	9,95	1,07	1,36	0,99	8,52
3	Глиеж	13,22	16,47	10,08	2,87	4,36	1,01	22,39
4	Базальт	23,41	22,15	11,16	1,96	7,72	1,12	30,71
5	ОЭП	41,18	5,48	9,34	1,14	13,59	0,93	19,28
6	ОМП	6,61	23,88	16,37	4,32	2,18	1,64	28,74
7	Зола-уноса	43,14	27,61	11,77	5,32	14,23	1,18	46,68
8	ЦП	102,08	24,88	12,62	2,14	33,68	1,26	59,44

Примечание: ОЭП – отходы электроплавильного производства; ОМП – отходы медеплавильного производства; ЦП – цеолитсодержащая порода

Сравнительный анализ приведенных в табл. 4 минеральных наполнителей по критерию P_{pga} позволяет выполнить для них ранжировку эффективности в цементных системах и охарактеризовать их по степени активности: песок барханный – слабоактивный; песок кварцевый, глиеж, ОЭП – среднеактивные; базальт, ОМП, зола-уноса Ангренской ТЭС – сильноактивная и цеолитсодержащая порода – суперактивная.

Разработанная классификация минеральных наполнителей по предложенному критерию оценки кислотно-основных свойств поверхности минеральных наполнителей P_{pga} показала высокую сходимость полученных данных с результатами ранее выполненных исследований с позиции оценки их эффективности при проектировании различных видов цементных бетонов и растворов, что позволило положить ее в основу разработанной методики научно обоснованного выбора этих добавок для получения рациональных составов КМБ [16].

3. Заключение

Предложенная классификация пластифицирующих добавок по относительному показателю поверхностного натяжения и минеральных наполнителей по их поверхностно-активным свойствам позволила ранжировать такие модификаторы соответственно по пластифицирующему эффекту и активности, которая служит основанием для научно-обоснованного выбора модификаторов при получении, в частности, высококономичных КМБ с требуемыми показателями свойств.

Использованная литература / References

- [1] Ушеров-Маршак А.В. Современный бетон и его технологии / Сб. «Бетон и железобетон». СПб, Изд. «Славутич», 2009, с. 20-24.
- [2] Aitchin P.-C., Neville A. High-Performance Concrete Demystified. Coner. Intern. 1993, Vol. 15, №1, p. 21-26.
- [3] Edvard G., Nawy P. Fundaments of High Performance Concrete. Sec. ed. Willy. 2001. – 302p.
- [4] Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. 2-ое изд.- М.: 1998. – 768 с.
- [5] Walraven J. Concrete for a new centure / Proc. of the 1st fib congress, 2006, p. 11-22.
- [6] Баженов Ю.М. Технология бетонов XXI века / Академические чтения РААСН. Новые научные направления строительного материаловедения. Часть 1. Белгород, 2005. С.9-20.
- [7] Hillemeiz B., Buchenau G. ,Negg R. Spezialbeton, Betonkalander 2006/1, Ernst Sbhn, p. 534-549.
- [8] Адылходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Цой В.М. и др. Инновационные материалы и технологии в строительстве/ Монография под общ. ред. Адылходжаева А.И., Т.: «Фан ва технология», 2016. – 292 с.
- [9] Рыбьев И.А. Строительное материаловедение / Учеб. Пособие для ВУЗов –М: Высшая школа, 2004. – 701 с.
- [10] Баженов Ю.М. Технология бетона/ Ю.М.Баженов.-М.:Изд.АСВ,2011. – 524 с.

[11] Дворкин Л.В. Цементные бетоны с минеральными наполнителями. -К.: «Будивельник», 1991. – 136 с.

[12] Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1998. – 768 с.

[13] Хаскова Т.Н. Коллоидная химия: Поверхностные явления и дисперсные системы: Учебное пособие / Т.Н.Хаскова, П.М. Кругляков. – Пенза, ПГАСА, 2003. – 152 с.

[14] Adylkhodzhaev A.I., Makhamataliev I.M., Kadyrov I. A., Ruzmetov F.Sh. 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), Volume-8 Issue-9S2, July 2019, ISSN: 2277-3075 (Online), p. 219-222.

[15] Adylkhodzhaev A.I., Makhamataliev I.M., Tsov V. M., Turgaev J.F., Ruzmetov F.Sh. Assesment of Reinforcement Corrosion in High-Filled Ash-Containing Concrete. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Volume-8 Issue-12, October 2019, ISSN: 2278-3075 (Online), p. 4464-4466.

[16] Adylkhodzhaev A.I., Makhamataliev I.M., Tsov V. M., Turgaev J.F., Umarov K.S. Theoretical bases of optimization of concrete microstructure with application of the impored of mathematical planning of experiments. International Journal of Advanced Science and Technology (IJAST), Volume-8 Issue-9S2, July 2019, ISSN 2207-6360. (Online), p. 210-219.

Информация об авторах/ Information about the authors

Цой Владимир Михайлович/ Soy Vladimir Mikhaylovich Ташкентский государственный транспортный университет, кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений», доктор технических наук, профессор.
E-mail: Volodya_tsoy@inbox.ru
<https://orcid.org/0009-0009-7560-2691>

Абдуллаева Джамиля Фазилидиновна /Abdullaeva Djamilya Faziliddinovna Ташкентский государственный транспортный университет, кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений», кандидат технических наук, доцент.
E-mail: abdullaeva_j@tstu.uz
<https://orcid.org/0009-0005-3398-8443>

Нуридинова Гавхар Садуллаевна / Nuriddinova Gavhar Sadullaevna Ташкентский государственный транспортный университет, кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений», докторант

V. Soy, N. Mukhammadiev, G. Malikov, G. Tianyu <i>Development of a fine-grained basalt fiber concrete composition for the carriageway structures of reinforced concrete highway bridges.</i>	56
Z. Kakharov, R. Ashimov <i>Energy analysis of concrete setting process.</i>	59
A. Nazibekov <i>Application of geopolymers concrete.</i>	62
Z. Sattorov, N. Madraimov <i>Experimental test methods for the properties of building materials based on class "f" and "c" ash from a thermal power plant</i>	65
I. Makhamataliev, A. Karabaev, S. Avabde <i>On the new classification of mineral fillers used in asphalt concrete technology.</i>	69
U. Turgunbaev, N. Sunnatillaeva <i>Preparation of polymer cement adhesive (PCA) by dry construction mixtures technology (DCT).</i>	76
S. Abdieva, U. Abdullaev <i>High quality composite concrete binders with improved performance.</i>	81
D. Abdullayeva, Sh. Sabirova <i>Study of the influence of the specific surface of river aggregate on the structure formation of non-autoclaved aerated concrete.</i>	85
V. Soy, D. Abdullayeva, G. Nuriddinova <i>Methodological basis for the use of additives for the production of complex modified cement binders.</i>	89
U. Abdullayev <i>Mechanical activation of limestone and study of its granulometric composition.</i>	94
J. Turgunbaeva, I. Makhamataliyev, I. Kuznetsova <i>Prospects for the use of artificial intelligence capabilities in the production of gypsum-concrete tongue-and-groove boards.</i>	99
A. Alinazarov, A. Tukhtabaev, S. Adasheva <i>Thermophysical properties of multicomponent building materials during heat and moisture treatment using solar energy.</i>	104
R. Narov, N. Rakhimova <i>The effect of a complex additive on the homogeneity of cast concrete.</i>	107

CONTEXTE / MUNDARIA