

# JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 4, 2024, vol. 1

ISSN: 2181-2438



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



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



**JOURNAL OF TRANSPORT**  
RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

**ISSN 2181-2438**  
**VOLUME 1, ISSUE 4**  
**DECEMBER, 2024**



[jot.tstu.uz](http://jot.tstu.uz)

# TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

## JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 1, ISSUE 4 DECEMBER, 2024

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

*Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University*

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

*Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University*

---

Founder of the scientific and technical journal “Journal of Transport” – Tashkent State Transport University, 100167, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Temiryo‘lchilar str., 1, office: 465, e-mail: publication@tstu.uz.

The “Journal of Transport” publishes the most significant results of scientific and applied research carried out in universities of transport profile, as well as other higher educational institutions, research institutes, and centers of the Republic of Uzbekistan and foreign countries.

The journal is published 4 times a year and contains publications in the following main areas:

- Business and Management;
- Economics of Transport;
- Organization of the Transportation Process and Transport Logistics;
- Rolling Stock and Train Traction;
- Infrastructure;
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields;
- Technology and Organization of Construction, Management Problems;
- Water Supply, Sewerage, Construction Systems for Water Protection;
- Technosphere Safety;
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications, Electrical Engineering;
- Materials Science and Technology of New Materials;
- Technological Machines and Equipment;
- Geodesy and Geoinformatics;
- Car Service;
- Information Technology and Information Security;
- Air Traffic Control;
- Aircraft Maintenance;
- Traffic Organization;
- Operation of Railways and Roads;

---

Tashkent State Transport University had the opportunity to publish the scientific-technical and scientific innovation publication “Journal of Transport” based on the Certificate No. 1150 of the Information and Mass Communications Agency under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. Articles in the journal are published in Uzbek, Russian and English languages.

<b>A. Ernazarov, J. Tojiev, T. Bobobekov</b>	
<i>The study of indicators of the quality of traffic management in the conditions of the city of Jizzakh using GPS-tracks .....</i>	<b>58</b>
<b>Kh. Kamilov, S. Sulaymanov</b>	
<i>Modeling the neutral state of the “human-operator” system .....</i>	<b>65</b>
<b>V. Soy, N. Mukhammadiev, D. Abdullaeva</b>	
<i>Methodological basis for the use of additives for the production of complex modified cement binders .....</i>	<b>70</b>
<b>V. Soy, N. Mukhammadiev, D. Abdullaeva</b>	
<i>Development of a methodology for predicting the properties of multicomponent high-quality concrete taking into account the surface properties of mineral fillers and structural simulation modeling .....</i>	<b>75</b>
<b>A. Mukhitdinov, D. Turgunov, M. Numanov, J. Ravshanbekov</b>	
<i>The share of transport vehicles in changing the atmospheric composition .....</i>	<b>79</b>
<b>M. Rasulmuhamedov, A. Boltaboeva</b>	
<i>Development of an information system for the educational quality control department and strategies for its successful implementation .....</i>	<b>84</b>
<b>A. Tukhtakhodjaev</b>	
<i>Intellectual approaches to optimizing data flow in freight documentation processes .....</i>	<b>89</b>
<b>I. Makhamataliev, V. Soy, N. Mukhammadiev, G. Malikov</b>	
<i>Concrete mixture .....</i>	<b>92</b>
<b>K. Musulmanov, S. Omonova</b>	
<i>Research on methods for greening the street network of Yashnabad district .....</i>	<b>95</b>
<b>J. Abdunazarov, A. Nishonov</b>	
<i>Assessment of the public transport coverage rate by researching the population density (on the example of the Jizzakh city) .....</i>	<b>100</b>



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

V.M. Soy<sup>1</sup>, N.R. Mukhammadiev<sup>1</sup>a, D.F. Abdullaeva<sup>1</sup>b

<sup>1</sup>Tashkent 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.<sup>1</sup>, Мухаммадиев Н.Р.<sup>1</sup>a, Абдуллаева Д.Ф.<sup>1</sup>b

<sup>1</sup>Ташкентский 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

специфических свойств улучшены путем обоснованного подбора компонентов, проектирования состава и ухода за твердеющим бетоном.

Ярким примером композитов нового поколения являются современные бетоны, реализованные в Научно-исследовательском институте бетона и железобетона (НИИЖБ, Россия) [4]. В этих материалах блестяще 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 ( $\square$  200 МПа) и на изгиб ( $\square$  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].

## 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

a <https://orcid.org/0009-0004-2390-6961>

b <https://orcid.org/0000-0003-3691-1079>



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

## 2. Методология исследования

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.

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.

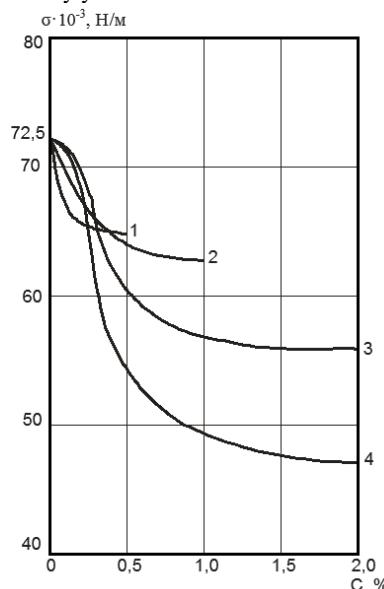


Рис. 1. Изотермы (при  $t = 200\text{C}$ ) поверхностного натяжения  $\sigma$  химических добавок в зависимости от их концентраций С в водном растворе

1, 2, 3, 4 – химические добавки ЛСТ, КНЖ, 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  $\sigma$ , 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, 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 составляет следующие значения: ЛСТ – 0,90-0,92; КНЖ – 0,88-0,90; СВК – 0,78-0,80; С-3 – 0,67-0,70.

### 3. Результаты

Анализ полученных значений относительного показателя поверхностного натяжения 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**

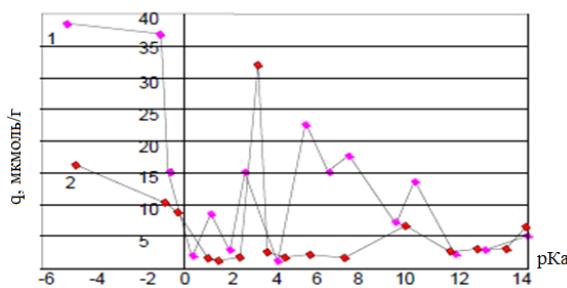
Относительный показатели поверхностного натяжения $\bar{\sigma}$ , отн. ед.	Характеристика добавки по эффекту пластификации
$\bar{\sigma} > 0,95$	Слабый пластификатор
$0,85 < \bar{\sigma} \leq 0,95$	Средний пластификатор
$0,75 < \bar{\sigma} \leq 0,85$	Сильный пластификатор
$\bar{\sigma} \leq 0,75$	Суперпластификатор

Применительно к исследуемым химическим добавкам относительный показатель поверхностного натяжения 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 – 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	Минераль- ный наполнит- ель	Количество центров $P_i \cdot 10^3$ , мг-экв/г, в диапазонах значений $pK_a$				Общее количество центров , мг- экв/г
		- 4... 0	0... 7	7... 13	$\geq$ 13	
		$P_{ol}$	$P_{kb}$	$P_{ob}$	$P_{kl}$	
1	Песок кварцевы- й	8,04	9,1 1	8,75	1,8 8	27,78
2	Песок барханны- й	4,12	7,0 8	9,95	1,0 7	22,22
3	Глиеж	13,2 2	16, 47	10,0 8	2,8 7	42,64
4	Базальт	23,4 1	22, 15	11,1 6	1,9 6	58,68
5	ОЭП	41,1 8	5,4 8	9,34	1,1 4	57,14
6	ОМП	6,61	23, 88	16,3 7	4,3 2	51,18
7	Зола- уноса ТЭС	43,1 4	27, 61	11,7 7	5,3 2	87,84
8	ЦП	102, 08	24, 88	12,6 2	2,1 4	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-обоснованно классифицировать минеральные наполнители по степени их воздействия на цементные системы.

В общем случае предлагается следующая классификация минеральных наполнителей по критерию  $P_{pga}$  – показателю приведённой 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  $P_{\text{pfa}}$**

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

Для использованных в исследованиях минеральных наполнителей показатели приведённой гидратационной активности  $P_{\text{pfa}}$  приведены в табл. 4.

**Таблица 4**  
**Значения критерия  $P_{\text{pfa}}$  для минеральных наполнителей**

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

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

Сравнительный анализ приведенных в табл. 4 минеральных наполнителей по критерию  $P_{\text{pfa}}$  позволяет выполнить для них ранжировку эффективности в цементных системах и охарактеризовать их по степени активности: песок барханный – слабоактивный; песок кварцевый, глиняк, 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  $P_{\text{pfa}}$  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].

## 4. 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, высокоэкономичных 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. Concr. 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] Hillemeier B., Buchenau G., Herr 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.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. с.

[14] Adylkhodzhaev A.I., Makhmataliev 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., Makhmataliev 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.

## Информация об авторах/ Information about the authors

Soy Vladimir Mikhaylovich Цой Владимир Михайлович Ташкентский государственный транспортный университет, кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений», доктор технических наук, профессор.  
E-mail: Volodya\_tsoy@inbox.ru  
Tel.: +998909521576

Mukhammadiev Nematjon Rakhamatovich Мухаммадиев Нематжон Рахматович Ташкентский государственный транспортный университет, кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений», кандидат технических наук, доцент.  
E-mail: nemat.9108@mail.ru,  
Tel.: +998909111106  
<https://orcid.org/0009-0004-2390-6961>

Abdullaeva Djamilya Faziliddinovna Абдуллаева Джамиля Фазилидиновна Ташкентский государственный транспортный университет, кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений», докторант.  
E-mail: abdullaeva\_j@tstu.uz  
<https://orcid.org/0000-0003-3691-1079>

