

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 2, 2026 vol. 3

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 3, ISSUE 2

JUNE, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 2 JUNE, 2026

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

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Study of the influence of moisture on the strength characteristics of sand-clay molding mixture

N.K. Tursunov¹^a, Sh.A. Nazarov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article presents the results of a study on the influence of moisture on the strength characteristics of sand-clay molding mixture used in the manufacture of casting molds for the critical parts of freight wagon carts. Experimentally established that the compressive strength limit in the wet state depends on the moisture content in the mixture within the range of 3.50 to 4.00%. It was determined that the maximum strength of the mixture is achieved at a moisture content of 3.70% and is 1.21 MPa. A rational moisture range of 3.65–3.75% has been established, ensuring the highest strength characteristics and stability of the technological properties of the molding mixture.

Keywords: molding mixture, moisture, compressive strength, sand-clay mixture, bentonite clay, casting mold, casting production, physical and mechanical properties

Исследование влияния влажности на прочностные характеристики песчано-глинистой формовочной смеси

Турсунов Н.К.¹^a, Назаров Ш.А.¹^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье представлены результаты исследования влияния влажности на прочностные характеристики песчано-глинистой формовочной смеси, используемой при изготовлении литейных форм для ответственных деталей тележек грузовых вагонов. Экспериментально установлена зависимость предела прочности на сжатие во влажном состоянии от содержания влаги в смеси в диапазоне от 3,50 до 4,00 %. Определено, что максимальная прочность смеси достигается при влажности 3,70 % и составляет 1,21 МПа. Установлен рациональный диапазон влажности 3,65–3,75 %, обеспечивающий наиболее высокие прочностные характеристики и стабильность технологических свойств формовочной смеси.

Ключевые слова: формовочная смесь, влажность, предел прочности на сжатие, песчано-глинистая смесь, бентонитовая глина, литейная форма, литейное производство, физико-механические свойства

1. Введение

В настоящее время особо ответственные литые детали тележек грузовых вагонов изготавливаются преимущественно в песчано-глинистых формах. Эксплуатационная надежность и долговечность данных деталей в значительной степени зависят от качества литых заготовок, которое определяется комплексом технологических факторов, среди которых важное место занимают свойства формовочных смесей.

Физико-механические характеристики формовочных смесей оказывают непосредственное влияние на качество поверхности отливок, точность их геометрических размеров, образование литейных дефектов, а также на стабильность технологического процесса формообразования. Недостаточная прочность смеси могут привести к возникновению брака и снижению эксплуатационных характеристик готовой продукции.

В связи с возрастающими требованиями к качеству и надежности деталей железнодорожного подвижного

состава особую актуальность приобретает исследование физико-механических свойств формовочных смесей и определение их рациональных характеристик. Результаты исследований позволяют оптимизировать составы формовочных смесей, повысить качество отливок и обеспечить стабильность литейного производства.

Формовочные смеси, применяемые при изготовлении литейных форм, представляют собой многокомпонентные системы, состоящие из кварцевого песка, связующих материалов (в частности, бентонитовой глины), воды и специальных технологических добавок (древесные опилки, рисовая и кукурузная шелуха или пшеничные отруби).

Каждый из компонентов выполняет определенную функцию в обеспечении требуемых технологических и физико-механических свойств смеси. Кварцевый песок формирует основу смеси и определяет ее огнеупорность, бентонитовая глина обеспечивает необходимую прочность и пластичность формы, вода активирует связующие свойства глины, а специальные добавки

^a <https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>

^b <https://orcid.org/0009-0009-9740-7029>



позволяют регулировать и другие эксплуатационные характеристики формовочной смеси. Рациональный подбор компонентного состава и оптимизация соотношения отдельных составляющих являются важными условиями получения качественных литейных форм и бездефектных отливок.

2. Методика исследования

Для исследования физико-механических свойств формовочных смесей были изготовлены и испытаны образцы песчано-глинистых смесей. В состав исследуемой смеси входили формовочный песок марки ЗКЗО2025, бентонитовая формовочная глина марки П1Т1, рисовая шелуха и вода.

Влажность является одним из ключевых факторов, определяющих прочностные свойства формовочной смеси. С увеличением содержания влаги прочность смеси возрастает вследствие улучшения адгезионного взаимодействия между частицами формовочных материалов и повышения связующей способности глинистого компонента.

При превышении оптимального уровня влажности наблюдается снижение прочности, обусловленное переувлажнением смеси, ослаблением межчастичных связей и ухудшением структуры формовочного материала. Максимальные показатели прочности достигаются при оптимальном содержании влаги в формовочной смеси. Метод определения влажности в формовочных смесях основан на определении потери массы навески песка формовочного, формовочной или стержневой смесей после высушивания до постоянной массы.

Классификация исследуемых формовочных смесей по массовой доле влаги представлена в таблице 1.

Таблица 1
Классификация формовочных смесей

№	Группа	Массовая доля влаги, %, не более
1	Сухие	0,5
2	Влажные	4,0
3	Сырые	6,0

Влажность формовочной смеси (ω , %) определяется по формуле 1:

$$\omega = ((m_1 - m_2)/m_1) \cdot 100$$

где m_1 - масса навески смеси до высушивания, г;

m_2 - масса навески смеси после высушивания до постоянной массы, г.

Контроль влажности формовочных смесей осуществляли с помощью влагомера PWG MA35M (рис. 1) и предназначен для быстрого и надёжного определения содержания влаги в жидких, пастообразных и твёрдых веществах с помощью термобариметрического метода.



Рис. 1. Влагомер марки PWG MA35M

Для определения прочности формовочной смеси использовалась мини-лабораторная установка фирмы Simpson Technologies (рис.2).



Рис. 2. Минилаборатория для измерения физико-механических свойств формовочных смесей Simpson PVF-C

Данное многоцелевое устройство используется для определения прочностных характеристик образцов формовочных смесей, связанных глиной или химическим способом.

Минилаборатория может использоваться для приготовления цилиндрических образцов смеси размерами 50мм x 50мм, которые можно подвергать различным испытаниям с использованием дополнительных приспособлений, а именно испытаниям на уплотняемость, испытаниям на прочность на сжатие, на разрыв, на сдвиг с двойным изгибом, испытаниям стержней на изгиб, а также на разрыв.

Приготовление формовочной смеси осуществлялось в лабораторном смесителе. Компонентный состав смеси включал 87 % формовочного песка, 12 % бентонитовой глины и 1 % рисовой шелухи. Общая масса приготовленной смеси составляла 1000 г.

Для обеспечения требуемых технологических свойств влажность формовочной смеси изменяли в диапазоне от 3,5 до 4,0 % шагом 0,05 %. Подготовленные образцы использовали для определения физико-механических характеристик формовочных смесей.

В ходе исследования было проведено более 100 экспериментальных испытаний. Результаты экспериментов были обработаны методами математической статистики, и для дальнейшего анализа использовались средние значения полученных данных. Усреднённые результаты зависимости предела прочности на сжатие во влажном состоянии формовочной смеси от её влажности представлены в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2
Зависимость прочности формовочной смеси от её влажности

№	Влажность, %	Прочность, МПа
1	3,50	1,06

2	3,55	1,10
3	3,60	1,13
4	3,65	1,19
5	3,70	1,21
6	3,75	1,20
7	3,80	1,18
8	3,85	1,16
9	3,90	1,15
10	3,95	1,14
11	4,00	1,13

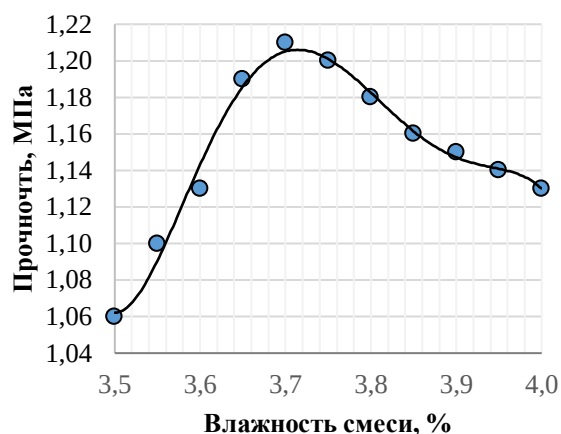


Рис. 3. График зависимости предела прочности на сжатие во влажном состоянии формовочной смеси от её влажности

Как видно из таблицы 2 и рисунка 3, влажность оказывает существенное влияние на предел прочности на сжатие формовочной смеси во влажном состоянии. С увеличением влажности от 3,50 до 3,70 % наблюдается рост прочности смеси с 1,06 до 1,21 МПа, что составляет около 14,2 %. Повышение прочности в указанном диапазоне обусловлено улучшением адгезионного взаимодействия между частицами формовочного песка и бентонитовой глины, а также увеличением пластичности связующего компонента.

Максимальное значение предела прочности на сжатие во влажном состоянии было достигнуто при влажности 3,70 % и составило 1,21 МПа. Дальнейшее увеличение влажности до 4,00 % сопровождается постепенным снижением прочности до 1,13 МПа. Снижение прочностных характеристик связано с переувлажнением смеси, приводящим к ослаблению межчастичных связей и ухудшению структурной устойчивости формовочного материала.

Результаты проведённых исследований показывают, что рациональный диапазон влажности исследуемой формовочной смеси составляет 3,65–3,75 %. В указанном интервале достигаются максимальные значения предела прочности на сжатие во влажном состоянии, что обеспечивает наиболее благоприятное сочетание структурно-механических и технологических свойств смеси.

3. Заключение

Установлено, что влажность является одним из определяющих факторов, влияющих на прочностные характеристики песчано-глинистых формовочных смесей. Изменение содержания влаги оказывает

существенное воздействие на формирование межчастичных связей между зёрнами кварцевого песка и бентонитовой глиной, что непосредственно отражается на величине предела прочности на сжатие во влажном состоянии.

Установлено, что с увеличением влажности от 3,50 до 3,70 % предел прочности на сжатие во влажном состоянии возрастает с 1,06 до 1,21 МПа, что соответствует увеличению прочности на 14,2 %. Рост прочностных характеристик обусловлен активацией связующих свойств бентонитовой глины и улучшением адгезионного взаимодействия между компонентами формовочной смеси.

Определено, что максимальное значение предела прочности на сжатие во влажном состоянии составляет 1,21 МПа и достигается при влажности 3,70 %. Дальнейшее увеличение содержания влаги сопровождается постепенным снижением прочности до 1,13 МПа при влажности 4,00 %, что связано с переувлажнением смеси и ослаблением структурных связей в формовочном материале.

На основании результатов экспериментальных испытаний установлен рациональный диапазон влажности исследуемой формовочной смеси, составляющий 3,65–3,75 %. В указанном интервале обеспечиваются максимальные прочностные характеристики и наиболее благоприятное сочетание технологических свойств, необходимых для получения качественных литейных форм.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке и корректировке технологических режимов приготовления песчано-глинистых формовочных смесей для производства ответственных отливок деталей тележек грузовых вагонов. Поддержание влажности смеси в установленном диапазоне позволяет повысить стабильность технологического процесса формообразования, снизить вероятность возникновения литейных дефектов и обеспечить повышение качества литых заготовок.

Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение комплексного влияния влажности, содержания бентонитовой глины и органических добавок на физико-механические и технологические свойства формовочных смесей, а также определение их влияния на качество поверхности и эксплуатационные характеристики литых деталей железнодорожного назначения.

Использованная литература / References

- [1] Ромашкин В.Н., Валисовский И.В. Смесей с улучшенными техно-логическими свойствами. //Литейное производство. –1990. –№2. –с.17–18.
- [2] Кучков, Л. А., & Турсунов, Н. К. (2021). Исследование состава формовочных и стержневых смесей для повышения механических свойств. Scientific progress, 2(5), 350-356.
- [3] Туракулов, М. Р., Турсунов, Н. К., Халмурзаев, Б. Х., Кенжаев, С. Н., & Абдурахимов, М. М. (2023). Технология изготовления формовочных и стержневых смесей для получения синтетического чугуна. Теория и практика современной науки, (5 (95)), 190-196.
- [4] Туракулов, М. Р., Турсунов, Н. К., & Инсапов, Д. М. (2022). Разработка технологии изготовления



формовочных и стержневых смесей для получения синтетического чугуна. Universum: технические науки, (4-3 (97)), 5-9.

[5] Toirov, O., Tursunov, N., & Kuchkorov, L. (2025). Development of resource-saving composition of sand-clay mixtures for steel castings with improved physical and chemical characteristics. Vibroengineering Procedia, 58.

[6] Грузман В.М. Улучшение выбиваемости жидкостекольных смесей. //Литейное производство. – 1999. –№6. –с.30–31.

Информация об авторах/ Information about the authors

Турсунов Заведующий кафедрой
Нодиржон / «Материаловедение и

Nodirjon
Tursunov

машиностроение» Ташкентского
государственного транспортного
университета, д.т.н., профессор
E-mail: u_nadir@mail.ru
Тел.: +998712990169
<https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>

Назаров
Шахбоз /
Shahboz
Nazarov

Докторант кафедры
«Материаловедение и
машиностроение» Ташкентского
государственного транспортного
университета,
E-mail: golden077771@gmail.com
Tel.: +998770809499
<https://orcid.org/0009-0009-9740-7029>



M. Miralimov, K. Juraev, Kh. Urazov <i>Analysis of the state of bridges exploited in the Republic of Uzbekistan</i>	203
S. Norkulov <i>The importance of foreign experience in the development of the metro transport system and recommendations for Uzbekistan</i>	207
Sh. Anarova, N. Khujakulov <i>Fractal geometry and patterns modeling methods</i>	210
N. Khujakulov <i>Computer modeling of geometric patterns based on fractal models</i>	215
M. Malikov <i>A theoretical basis for the influence of road pavement texture on traffic safety and skid resistance</i>	221
N. Abdullaev <i>Analysis of modern calculation methods for locomotive traction of trains based on the experience of developed countries</i>	225
S. Razzakov, Sh. Nuriddinova <i>Theoretical basis for the calculation of basalt fiber dispersed reinforced structures</i>	230
R. Hakimov <i>Development of the transport sector within the framework of the Uzbekistan–2030 strategy: Achieved results and new objectives</i>	234
N. Tursunov, Sh. Nazarov <i>Study of the influence of moisture on the strength characteristics of sand-clay molding mixture</i>	237