

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 1, 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 1

MARCH, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 1 MARCH, 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.

Theoretical and experimental foundations for controlling the physicochemical processes of refining and modifying metallic melt

T.T. Urazbaev¹^a, N.K. Tursunov¹^b, N.K. Kodirova¹, B.A. Abdunazarov²

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²JSC “Foundry and Mechanical Plant”, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The work examines the theoretical and experimental foundations for controlling the physicochemical processes of metal smelting during steel smelting in induction furnaces using bottom-hole inert gas blowing. It has been shown that the use of bottom-hole argon blowing ensures effective homogenization of the melt, intensification of refining processes, and improvement of the technological and operational characteristics of cast parts of automatic coupler devices. It has been established that the targeted control of gas-dynamic and physicochemical processes in the melt allows for a reduction in the content of non-metallic inclusions, improves the assimilation of alloying elements, increases impact toughness, and reduces the percentage of casting defects.

Keywords: induction furnace, bottom blowing, argon, refining, physicochemical processes, non-metallic inclusions, modification, casting quality

Теоретические и экспериментальные основы управления физико-химическими процессами рафинирования и модифицирования металлических расплавов

Уразбаев Т.Т.¹^a, Турсунов Н.К.¹^b, Кодирова Н.К.¹, Абдуназаров Б.А.²

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

²АО «Литейно-механический завод», Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В работе рассмотрены теоретические и экспериментальные основы управления физико-химическими процессами рафинирования металлических расплавов при выплавке стали в индукционных печах с применением донной продувки инертным газом. Показано, что использование донной аргоновой продувки обеспечивает эффективную гомогенизацию расплава, интенсификацию процессов рафинирования и улучшение технологических и эксплуатационных характеристик литейных деталей автосцепных устройств. Установлено, что целенаправленное управление газодинамическими и физико-химическими процессами в расплаве позволяет снизить содержание неметаллических включений, улучшить усвоение легирующих элементов, повысить ударную вязкость и снизить процент брака отливок.

Ключевые слова: индукционная печь, донная продувка, аргон, рафинирование, физико-химические процессы, неметаллические включения, модифицирование, качество отливок

1. Введение

Современные требования к качеству литых изделий из сталей, применяемых в машиностроении и транспортном машиностроении, обуславливают необходимость совершенствования технологий выплавки и обработки металлических расплавов. Особое значение приобретает управление физико-химическими процессами, протекающими в жидком металле на стадиях плавки, рафинирования и разливки. Наличие неметаллических включений, химическая и температурная неоднородность расплава, а также неэффективное усвоение легирующих элементов являются основными причинами снижения механических и эксплуатационных свойств отливок.


Одним из эффективных способов воздействия на жидкий металл является донная продувка инертным газом в индукционных печах, позволяющая целенаправленно управлять процессами гомогенизации и рафинирования расплава.

2. Методика исследования

Донная продувка как метод управления физико-химическими процессами

Донная продувка в индукционных печах предназначена для гомогенизации и рафинирования металлического расплава инертным газом перед и в процессе разливки. Устройство донной продувки устанавливается непосредственно в футеровку

^a <https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>

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



индукционной печи, что обеспечивает равномерное распределение газовых потоков по всему объёму расплава.

Введение инертного газа (аргона) в металлический расплав приводит к интенсификации массо- и теплообменных процессов, формированию развитой межфазной поверхности «газ–металл–шлак» и усилению конвективных потоков в ванне расплава. В результате достигается выравнивание химического состава и температуры металла по объёму печи, что наглядно иллюстрируется на рисунке 1.

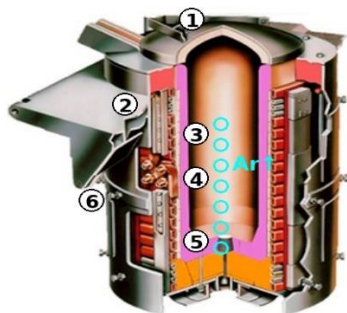


Рис. 1. - Схема обработки металлического расплава аргоном в индукционной печи с донной продувкой:

1 - крышка печи; 2 - индуктор (индукционная катушка); 3 - огнеупорная футеровка тигля; 4 - металлический расплав; 5 - донная газовая фурма (подача аргона); 6 - корпус индукционной печи

Влияние донной продувки на процессы рафинирования

Применение донной продувки в индукционной печи оказывает комплексное влияние на физико-химические процессы рафинирования металлического расплава. В условиях газовой продувки создаются благоприятные условия для:

- улучшения растворимости легирующих элементов за счёт интенсивного перемешивания расплава и устранения локальных зон переохлаждения и сегрегации;

- выведения в шлак продуктов раскисления, а также соединений серы и фосфора, что способствует интенсификации процессов дефосфорации и десульфурации;

- снижения содержания неметаллических включений за счёт их укрупнения и переноса в шлаковую фазу.

Управление скоростью подачи газа и временем продувки позволяет регулировать кинетику указанных процессов и обеспечивать требуемую чистоту металлического расплава.

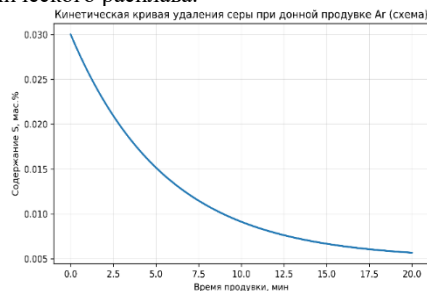


Рис. 2. – Кинетика процесса десульфурации металлического расплава при донной продувке аргоном в индукционной печи

Технологические и эксплуатационные эффекты применения донной продувки

Экспериментальные исследования и промышленные испытания показали, что применение донной продувки в индукционных печах приводит к следующим технологическим и эксплуатационным эффектам:

- снижение температуры выпуска металла на 15–20 °С, что способствует уменьшению энергозатрат и снижению теплового воздействия на футеровку;
- улучшение заполняемости формы за счёт повышения жидко текучести и однородности расплава;
- ускорение процесса доводки металла, обусловленное сокращением времени достижения требуемого химического состава;
- повышение качества готовых изделий, выражающееся в формировании изотропных свойств металла, увеличении ударной вязкости и снижении процента брака.



Рис. 3. – Схема донной аргонной продувки металлического расплава в индукционной тигельной печи и механизм удаления серы, растворённых газов и неметаллических включений

Роль управления физико-химическими процессами в обеспечении качества отливок

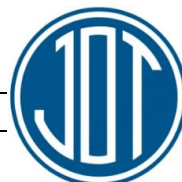
Полученные результаты свидетельствуют о том, что донная продувка инертным газом является эффективным инструментом управления физико-химическими процессами в металлическом расплаве. Контролируемое воздействие на процессы рафинирования позволяет формировать заданные условия кристаллизации и структуру металла, что напрямую отражается на механических и эксплуатационных характеристиках готовых изделий.

Таким образом, донная продувка в индукционных печах следует рассматривать не только как технологический приём, но и как элемент научно обоснованной системы управления качеством металлических расплавок.

3. Заключение

Донная продувка инертным газом в индукционных печах является эффективным методом управления физико-химическими процессами гомогенизации и рафинирования металлических расплавок.

Применение продувки способствует улучшению растворимости легирующих элементов, снижению содержания неметаллических включений и интенсификации процессов дефосфорации и десульфурации.



Управление параметрами продувки позволяет снизить температуру выпуска металла, улучшить заполняемость форм и ускорить технологический процесс.

Отливки, полученные из металла, прошедшего донную продувку, характеризуются повышенной ударной вязкостью, изотропностью свойств и сниженным процентом брака.

Донная продувка должна рассматриваться как важный элемент теоретически и экспериментально обоснованной технологии управления качеством металлических расплавов.

Использованная литература / References

[1] Лысенкова Е.В. Повышение точности расчетов растворимостей азота и нитрида титана. НИТУ «МИСиС», 2016

[2] Н.К. Турсунов, Т.Т. Уразбаев, Т.М. Турсунов. Методика расчета комплексного раскисления стали марки 20ГЛ с алюминием и кальцием //Universum: технические науки: электрон. научн. журн. -2022. №2(95), С.20-25.

[3] Steel modification modes for improving the cast parts quality of the rolling stock couplers

[4] Urazbayev, T., Tursunov, N., & Tursunov, T. (2024, March). Steel modification modes for improving the cast parts quality of the rolling stock couplers. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3045, No. 1, p. 060015). AIP Publishing LLC.

[5] Турсунов, Н. К., Турсунов, Т. М., & Уразбаев, Т. Т. (2023). Технология выплавки стали для тягового хомута автосцепного устройства.

Информация об авторах/ Information about the authors

Уразбаев Талгат Тилеубаевич / Talгат Urazbaev Tileubaevich	Ташкентский государственный транспортный университет, доцент кафедры «Материаловедения и машиностроения», PhD E-mail: talgat_1988.26@mail.ru . Tel.: +998974301088 https://orcid.org/0009-0006-1808-489X
---	--

Турсунов Нодиржон Каюмжонович / Nodirjon Tursunov Kayumjonovich	Ташкентский государственный транспортный университет, Заведующий кафедрой «Материаловедение и машиностроение», профессор, DSc E-mail: u_nadir@mail.ru Tel.: +998990012371 https://orcid.org/0009-0008-7910-3980
--	---

Абдуназаров Бахтиёр Алиевич / Bakhtiyor Abdunazarov Aliyevich	Руководитель литейного комплекса АО «Литейно-механический завод» E-mail: baxa_863@mail.ru Tel.: +998 91 166 23 34
--	--

Кодирова Нодира Кодирберган кизи / Nodira Kodirova Kodirbergan qizi	Ташкентский государственный транспортный университет, магистрант кафедры «Материаловедение и машиностроение» E-mail: nodiraqodirova300@gmail.com Tel.: +998933807767
--	--



<i>O. Matyakubov, R. Malikov, B. Rakhmat</i> <i>The impact of road infrastructure on traffic safety</i>	5
<i>E. Nozimov</i> <i>Effectiveness of using digital technologies in motor vehicle insurance</i>	9
<i>A. Karimova, M. Abdurasulova</i> <i>Engineering features of using monolithic reinforced concrete bridges and overpasses in improving urban transport infrastructure</i>	13
<i>S. Boltaev</i> <i>Analysis of train traffic control systems used in foreign countries</i>	18
<i>Kh. Khujakhmedova, B. Abdunazarov, T. Urazbaev</i> <i>Improving the production technology of wear-resistant excavator parts made from 110G13L steel to enhance their operational reliability</i>	23
<i>T. Urazbaev, N. Tursunov, N. Kodirova, B. Abdunazarov</i> <i>Theoretical and experimental foundations for controlling the physicochemical processes of refining and modifying metallic melt</i>	26
<i>T. Urazbaev, N. Tursunov, B. Abdunazarov</i> <i>Development of an advanced technology for smelting 20GTL steel in an induction furnace with subsequent ladle refining of the metal through argon purging and powder injection</i>	29