

5.Karsakova N.Z., Sherov K.T., Absadykov B.N., Sakhimbayev M.R., Tussupbekova G.M. The issues of improving the technology for machining the large diameter holes of the large-scale parts of the technological equipment. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2023, 2023(2), pp. 126-133. DOI /10.32014/2023.2518-170X.287.

6.Suchowerska Iwanec A.M., Carter J. P., Hambleton J. P. Geomechanics of subsidence above single and multi-seam coal mining. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2016; 8 (3): 304–313. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2015.11.007>.

7.Muminov R.O., Ruzibaev A.N., Juraev N.N., Ravshanov J.R., Kuziev D.A. Development of measures to enhance the rotation and feed mechanism of a drill rig 2024 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • ugol' – russian Coal Journal, 2024, № 1, pp. 94-99 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-1-94-99>.

8.Zubov V.P.. Status and directions of improvement of development systems of coal seams on perspective Kuzbass coal mines. Zapiski Gornogo instituta = Journal of Mining Institute. 2017; 225: 92. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.18454/pmi.2017.3.292>.

9.Okhunjon Sayfidinov and Bognar Gabriella. "Review on relationship between the universality class of the Kardar-Parisi-Zhang equation and the ballistic deposition model." International Journal of Applied Mechanics and Engineering 26, no. 4 (2021).

10.Nikiforov A.V., Vinogradov E.A., Kochneva A.A. Analysis of multiple seam stability. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019; 10(2): 1132–1139.

11.Abduaizizov N.A., Raikhanova G.E., Vinogradov A.V., Zhuraev A.Sh. Gornyi Zhurnal, 2023(12) 88–93. DOI:10.17580/gzh.2023.12.14

12.Golubev D.D. Application of pillarless mining technologies for the development of mineral deposits on gentle and self-igniting coal seams // Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal). 2020; 7: 64–77. doi: <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2020-7-0-64-77>.

13.Mark C., Chase F.E., Pappas D.M. Multiple-seam mining in the United States: design based on case histories. New Technology for Ground Control in Multiple-Seam Mining. 2007; 2007–110: 15–27.

14.Mislibaev I.T., Makhmudov A.M., Makhmudov Sh.A. Theoretical generalization of operating modes and modeling of operational performance of excavators. Mining information and analytical bulletin. 2021. No. 1. With. 102-110. <http://dx.doi.org/10.25018/0236-1493-2021-1-0-102-110>

### Mualliflar haqida ma'lumot:

Toshov Buri Radjabovich	–	Head of the Department of "Engineering mechanics", Candidate of Technical Sciences, Navoi state university of mining and technology, Uzbekistan; E-mail: <a href="mailto:toshov_b@mail.ru">toshov_b@mail.ru</a> , ORCID: <a href="https://orcid.org/0009-0006-4058-1702">https://orcid.org/0009-0006-4058-1702</a>
Muminov Olimovich	Rashid	– Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Muhandislik mehanikasi" kafedrası professorı, texnika fanları doktorı, 210100, Navoiy viloyati, Karmana tumani, Chutqara massivi, O'zbekiston mif, Qizilqum ko'chasi 154-uy. ORCID: <a href="https://orcid.org/0009-0003-6281-9847">https://orcid.org/0009-0003-6281-9847</a> , e-mail: <a href="mailto:rashid_81@mail.ru">rashid_81@mail.ru</a>
To'xtaev Isomiddinovich	Bobirjon	– Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Muhandislik mehanikasi" kafedrası katta o'qituvchisi, 210100, Navoiy viloyati, Navoiy shahri, Parda Ochilova ko'chasi 22 uy 12 – xonadon ORCID: <a href="https://orcid.org/0009-0008-4739-6862">https://orcid.org/0009-0008-4739-6862</a> , e-mail: <a href="mailto:boburjont99@gmail.com">boburjont99@gmail.com</a>

## КОНСТРУКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ УДАРНО-ПОВОРОТНЫХ БУРОВЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПЕРФОРАТОРОВ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ ПОРШНЕ-УДАРНОГО МЕХАНИЗМА

Аннакулов Т.Ж., Отажонов Б.О.

Ташкентский государственный технический университет,  
Ташкент, Узбекистан.

Doi: 10.5281/zenodo.15744321

### АННОТАЦИЯ

Получено:  
2025-05-03

Пересмотрено:  
2025-05-12

Пересмотрено:  
2025-05-27

Опубликовано:  
2025-06-30

В данной статье представлен перечень определенных запатентованных типов перфораторов, предназначенных для бурения горных пород ударно-поворотным способом. Для каждого из найденных технических решений приведено краткое описание с указанием их уникальных особенностей и характеристик. В результате критического анализа структурных схем представленных перфораторов были сформулированы новые исследовательские задачи, важные для науки и практики. Реализация этих задач позволит получить научные знания о применении новых типов поршневых ударных узлов в ударно-поворотных буровых машинах, а также приблизиться к реализации идеи снижения негативных факторов, действующих на операторов в эксплуатационных условиях.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

пневматический перфоратор, поршнен-ударник, поворотный механизм ударника, шум и вибрация, ударный импульс, штанга, коронка.

**Введение**

Работы, связанные с взрывными процессами, такие как вскрытие пластов полезных ископаемых, подготовка к добыче, собственно добыча, а также поиск полезных ископаемых, как правило, основываются на бурении шпуров и скважин.

Рабочий процесс бурения шпуров в проходческом цикле является одним из основных и определяет технический уровень проведения выработок. Бурение по времени и трудоемкости занимает 25 – 40% общей продолжительности и трудоемкости цикла горнопроходческих работ[1].

Поиск и разведка новых месторождений полезных ископаемых и их освоение требуют совершенствования буровых работ, методов, машин и оборудования, эффективного использования имеющихся ресурсов, повышения коэффициента их использования и, в конечном итоге, увеличения производительности буровых машин.

Повышение эффективности бурения шпуров с помощью перфораторах в массивах крепких горных пород возможно за счет совершенствования применяемых методов разрушения породного массива. Ударно-поворотный способ бурения попрежнему является универсальным способом, при котором возможно бурение самых крепких пород, хотя и с небольшой скоростью бурения. Увеличение производительности перфораторов позволит не только снизить себестоимость буровых работ за счет уменьшения затрат времени на бурение шпуров, но и в целом повысит эффективность горнопроходческих работ.

Основные требования к современным пневматическим перфораторам заключаются в следующем: обеспечение максимальной передачи ударной энергии поршня-ударника на штангу, увеличение количества ударов до максимального уровня за короткий промежуток времени, а также конструктивная удобство для оператора. Перфоратор должен быть легким по весу, обладать низким уровнем шума и вибрации. Для устранения данных недостатков используются такие методы, как оснащение перфораторов дополнительными конструкциями для гашения вибрации и регулировка давления воздуха.

Как нам известно, согласно результатам исследований, в зависимости от режимов и условий работы перфораторов существуют следующие основные причины и источники вибрации:

- действие на корпус машины переменного по величине и времени давления сжатого воздуха, т. е. действие внутренней возмущающей силы;

- удары бойка по корпусу (перемычке) перфоратора;

- соударение корпуса перфоратора с буртиком инструмента при посадках, осуществляющиеся обычно при обратном ходе ударника;

- обратные удары инструмента по корпусу перфоратора;

- сотрясение корпуса перфоратора в момент удара ударника по хвостовику инструмента (быстрое продвижение корпуса вслед за внедряющимся инструментом под действием усилия нажатия и сил трения в направляющей буке) [2,6];

Почти все перечисленные факторы возникают в результате столкновения ударного механизма перфоратора с корпусом и буровым инструментом. Таким образом, путем правильного выбора формы, параметров и материалов для изготовления поршнен-ударника, можно частично устраниить указанные факторы.

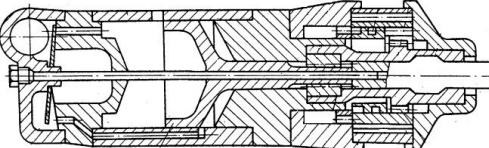
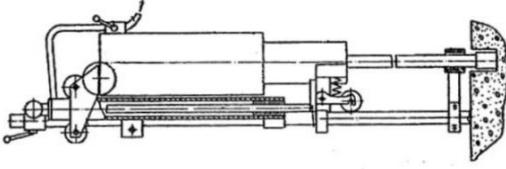
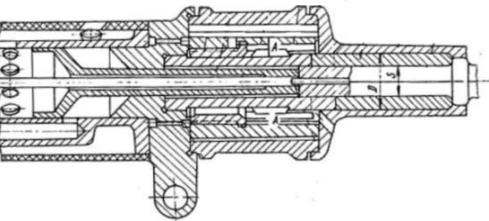
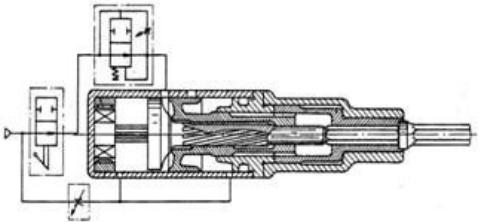
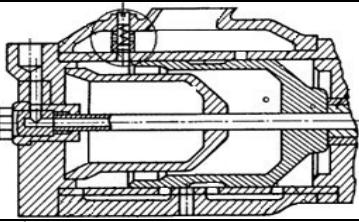
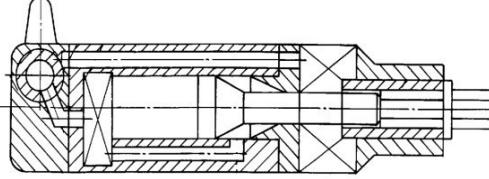
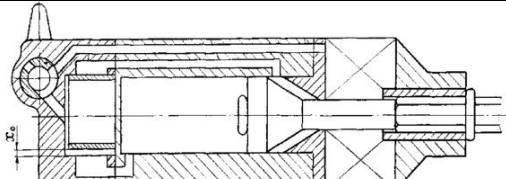
Цель проводимых исследований заключается в поиске и анализе существующих технических решений буровых машин, оснащенных поршне-ударным механизмом. На основании данного анализа ставятся принципиально новые научные задачи, связанные с обоснованием конструктивных параметров ударного узла буровой машины. Эти параметры должны обеспечивать оптимизацию буровых работ в эксплуатационных условиях и снижение негативных факторов, действующих на операторов.

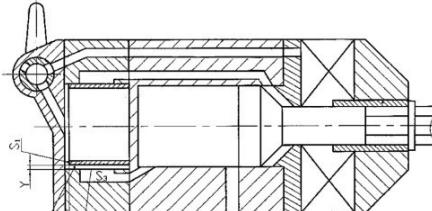
**Анализ**

Научные исследования, посвященные анализу и синтезу бурильных машин, оснащенных поршне-ударными механизмами, проводились различными учеными в России и за рубежом. По результатам патентных исследований установлено, что наиболее активные научные исследования в данном направлении проводились зарубежными университетами и машиностроительными предприятиями. Обратимся более подробно к известным запатентованным бурильным машинам с поршнен-ударными механизмами (табл. 1), каждая из них может быть рационально использована для выполнения определенных работ по бурению горных пород.

Таблица 1

## Запатентованные бурильные машины с кулачковым механизмом

№	Сведения об охранном документе	Схема механизма
1.	SU.№870695. Пневмоударная машина с независимым вращением инструмента. Микитась А.П.-19.09.1979	
2.	SU.№883387. Пневматический перфоратор./ Лубенец.В.Д.-23.11.1981	
3.	SU.№941565. Перфоратор для бурения шпуров./ Буртолик Б.И.-07.07.1982	
4.	SU.№907230. Пневматический перфоратор./ Петреев А.М.-23.02.1982	
5.	SU № 970919. Пневматический перфоратор./ Дун Б.Л.-23.05.1983	
6.	RU № 2035043. Пневматический перфоратор с независимым вращением инструмента./ Свороба В.Я.-10.01.1996	
7.	RU № 2121061. Пневматический перфоратор./ Буртолик Б.И.-27.10.1998	

8.	RU № 2241105. Пневматический перфоратор./ Е.А.Дронов 27.11.2004	
----	--	--

Перфораторы первых поколений отличались от современных перфораторов низкой производительностью и сравнительно коротким сроком службы. Известен перфоратор, содержащий ударный механизм и вращатель со шпинделем. Вращение инструмента осуществляется через шпиндель, кинематически соединенный с вращателем. (№1, табл.1). Недостатком данного перфоратора является то, что сечение поршня-ударника соответствует сечению штанги, а в процессе работы отсутствует вращение ударного механизма, что приводит к одностороннему износу цилиндра и заклиниванию ударного механизма. В перфораторе, описанном в патенте №3, предусмотрено устранение указанного недостатка. Для этого в перфораторе, включающем корпус-ударник, шпиндель, втулку с гнездом для бурового штанги, применены специальные конструктивные решения. Наиболее близким решением по технической сущности является колонковый перфоратор с гипоциклоидным вращателем, включающий ударный механизм и вращатель, шпиндель, кинематически соединенный с ударником.

Известны устройства ударно-поворотного действия, содержащие корпус с рабочим инструментом, поршень-ударник, установленный в корпусе, систему воздухораспределения, каретку, жестко связанную с рукоятками и опорой и установленную на корпусе. Ударник под действием сжатого воздуха совершает в перфораторе возвратно-поступательное движение и наносит удары по инструменту. Их недостатком является большая вибрация, что ухудшает условия труда. В свою очередь, для защиты пневматических перфораторов от высокой вибрации и шума используется множество изобретений и методов. Одним из таких изобретений (таблица 1, №2) является устройство, в котором перфоратор размещен в специальной конструкции. Особенностью данного устройства является то, что для улучшения условий труда и повышения эффективности виброзащиты на корпус установлен кронштейн с двумя осями, оснащенный прокладками из эластичного материала. На этих осях размещены ролики, опирающиеся на каретку. Каретка состоит из двух плунжерных цилиндров, плунжеры которых опираются на упоры корпуса и обеспечивают осевое перемещение в процессе работы, что способствует снижению вибрации.

Способы снижения вибрации перфораторов со временем совершенствовались и продолжились с применением особого метода в двухпоршневых перфораторах (таблица-1 №4). В предложенном пневматическом перфораторе в отличие от известных выбором поджатия пружины регулируемого золотника добиваются того, что воздух из камеры прямого хода выпускается не при каждом совершении прямого хода. В результате обеспечивается прижатие штанги к забою и уменьшается вероятность поломки штанги, при совершении обратного хода благодаря наличию воздушной подушки в камере прямого хода ударник не наносит удар по корпусу перфоратора и вибрация корпуса уменьшается. Таким образом, благодаря снижению вибрации корпуса и обеспечению прижатия штанги к забою предложенный перфоратор имеет более высокую эксплуатационную надежность по сравнению с известными.

Одним из факторов возникновения вибрации являются обратные удары инструмента по корпусу перфоратора. Для предотвращения этой вибрации в перфораторах (табл.1, №5) используется специальный регулируемый клапан, степень сжатия пружины которого позволяет добиться того, чтобы выпуск воздуха из камеры прямого хода не происходил при каждом прямом ходе. В результате обеспечивается прижатие штанги к забою, а вероятность ее поломки при обратном ходе уменьшается. Благодаря воздушной подушке в камере прямого хода ударник при обратном движении не наносит удар по корпусу перфоратора, что значительно снижает вибрацию корпуса. Таким образом, за счет уменьшения вибрации корпуса и обеспечения прижатия штанги к забою предложенный перфоратор обладает более высокой эксплуатационной надежностью по сравнению с известными моделями[9].

К 1990-м годам развитие перфораторов достигло нового этапа. В этот период их производительность и скорость значительно увеличились, при этом энергопотребление существенно снизилось. Расширение технических возможностей позволило применять три различных метода бурения с использованием одного устройства перфоратора[3].

Известны пневматические перфораторы ПП54В и ПП63В, состоящие из ударного узла с воздухораспределительным устройством, гипоциклоидного механизма вращения штанги, связанного кинематически с ударником, и

кранового узла, осуществляющего включение выключение перфоратора. При работе таким перфоратором невозможно раздельное включение узлов ударного и вращательного из-за их кинематической связи. Это сужает область применения, исключает возможность использования перфораторов, особенно легких, типа ПП36 в качестве отбойного молотка для разрушения негабаритов, подчистки и поддирки почвы. Наиболее близким по технической сущности и достигаемому положительному эффекту является перфоратор с независимым вращением инструмента, содержащий корпус с крышкой, ударный и вращательный механизмы, воздухораспределительное устройство, в виде системы каналов и крана [4]. Известное техническое решение в запатентованном перфораторе (таблица-1, №6), отличает высокая вибрация, которая нарушает режим работы, вызывает утомление людей и их заболевание. Предлагаемое техническое решение направлено на уменьшение значения вибрации за счет выбора оптимальных размеров каналов, связывающих воздухораспределительный пробковый кран с ударным и вращательным механизмами, в зависимости от ударной мощности и максимального вращательного момента исполнительных узлов, что позволяет значительно компенсировать действие вибрации как при совместной, так и раздельной их работе. Кроме того, в прототипе не обеспечивается надежность раздельной работы исполнительных узлов, что сужает функциональные возможности перфоратора. Основные параметры перфораторов данного типа и их влияние на здоровье человека, включая потенциально негативные эффекты, находятся в центре внимания современных научных исследований. Эти исследования направлены на детальный анализ характеристик оборудования и разработку решений, способствующих снижению вредного воздействия. В результате этих исследований достигнуты значительные положительные достижения.

Во всех перечисленных перфораторах для снижения уровня вибрации использовались данные методы. Среди них изобретения Лубенца В.Д. (табл. 1, №2) и Петреева А.М. (табл. 2, №4) считаются наиболее эффективными. Недостатком этих изобретений является необходимость использования дополнительного оборудования для пневматических перфораторов.

#### Заключение

В результате анализа конструктивных исполнений пневматических перфораторов с поршне-ударным механизмом были определены основные задачи исследований, направленных на повышение эффективности бурения горных пород перфораторами и снижение негативных факторов. Реализация данных задач способствует

повышению функциональной эффективности поршне-ударных механизмов.

Определены следующие аспекты оптимизации геометрических формы поршня-ударника для увеличение коэффициента передачи энергии ударника в породу и уменьшение обратного сила удара при работе:

- Для любой формы поршня можно найти коэффициента передачи энергии ударника от бура в породу.

- Увеличение площади сечения штанг вызывает удлинение поршня.

- Чрезмерная длина поршня вызывает понижение передачи энергии в породу.

- Для бурения крепких пород поршень нужен короткий, для слабых – длинный [5].

Как нам известно, ударная сила поршня-ударника выражается следующей формулой (1):[6]

$$N_y = \varphi \cdot D^3 \cdot P_0^{1.5} \cdot \sqrt{\frac{S_r}{m_y}} \quad (1)$$

где  $\varphi$  – количественное значение коэффициента пропорциональности;

$D$  – диаметр ударника

$P_0$  – давление подведенного сжатого воздуха;

$S_r$  – конструктивный ход ударника

$m_y$  – масса ударника

Из представленного выражения следует, что энергия удара поршня-ударника прямо пропорциональна его диаметру и длине. Таким образом, оптимизация геометрических размеров механизма поршня-ударника играет ключевую роль в повышении производительности и энергии удара пневматических перфораторов. Это означает, что эффективность работы перфоратора, выражаясь в количестве и силе ударов, напрямую зависит от параметров поршня-ударника. Следовательно, при проектировании и модернизации пневматических перфораторов необходимо уделять особое внимание геометрическим характеристикам поршня-ударника, тщательно рассчитывая его диаметр и длину для достижения максимальной производительности и требуемой энергии удара.

Во всех проанализированных выше конструкциях перфораторов применены различные методы для снижения уровня вибрации. В настоящее время существует множество методов и способов борьбы с вибрацией. Они разработаны российскими и зарубежными учеными и инженерами. К ним относятся изменение форм диаграмм давления, применение упругих рукояток, гашение вибрации с помощью пневматических амортизаторов, предотвращение ударов бойка по корпусу, защита левой руки рабочего от воздействия вибрации инструмента, а также другие способы снижения вибрации.[8]

Решение задач по увеличение коэффициента передачи энергии ударника в породу и снижению уровня вибрации в перфораторах и повышению производительности труда способствует развитию

теоретических основ проектирования ударно-поворотных буровых машин, а также разработке научно-методических основ создания и исследования ударных систем, предназначенных

для бурения горных пород с широким диапазоном коэффициентов крепости.

**ZARBA-AYLANMA PNEVMATIK BURG'ULASH PERFORATORLARINI KONSTRUKTIV RIVOJLANTIRISH VA ULARNING PORSHE-ZARBA MEXANIZMINI TAKOMILLASHTIRISH JARAYONLARINI TAHLIL QILISH**

**Annaqulov T.J., Otajonov B.O.**

*Toshkent davlat texnika universiteti,  
Toshkent, O'zbekiston.*

**ANNOTATSIYA**

Kelib tushgan:  
2025-05-03

Ko'rib chiqilgan:  
2025-05-12

Qabul qilingan:  
2025-05-27

Chop etilgan:  
2025-06-30

Ushbu maqolada tosh jinslarini zarba-aylanma usulda burg'ulash uchun mo'ljallangan perforatorlarning ayrim patentlangan turlari ro'yxati keltirilgan. Har bir keltirilgan texnik yechimiga qisqacha tavsif berilgan bo'lib, ularning o'ziga xos xususiyatlari va o'ziga xos tomonlari ko'rsatib o'tilgan. Taqdim etilgan perforatorlarning konstruktiv sxemalariga tanqidiy tahlil o'tkazish natijasida, ilm-fan va amaliyot uchun muhim bo'lgan yangi tadqiqot vazifalari shakllantirildi. Ushbu vazifalarning amalga oshirilishi zarba-aylanma burg'ulash mashinalarida yangi turdag'i porshen-zarba bloklaridan foydalanish bo'yicha ilmiy bilimlarni olishga, shuningdek, operatorlarga ish sharoitida ta'sir ko'rsatadigan salbiy omillarni kamaytirish g'oyasini ro'yobga chiqarishga imkon yaratadi.

**KALIT SO'ZLAR**

pnevmatik perforator, porshen-zarba mexanizmi, zarba-aylanma mexanizmi, shovqin va tebranish, zarba impulsi, burg'ulash shlagi, shtanga, koronka.

**CONSTRUCTIVE DEVELOPMENT OF IMPACT-ROTARY PNEUMATIC DRILLING PERFORATORS AND ANALYSIS OF THE PROCESSES OF IMPROVING THEIR PISTON-IMPACT MECHANISM**

**Annakulov T.J., Otajonov B.O.**

*Tashkent State Technical University,  
Tashkent, Uzbekistan*

**ABSTRACT**

Received:  
2025-05-03

Revised:  
2025-05-12

Accepted:  
2025-05-27

Published:  
2025-06-30

This article presents a list of certain patented types of perforators designed for drilling rock using the impact-rotary method. A brief description is provided for each of the identified technical solutions, highlighting their unique features and characteristics. As a result of a critical analysis of the structural diagrams of the presented perforators, new research tasks significant for both science and practice were formulated. The implementation of these tasks will allow obtaining scientific knowledge on the application of new types of piston-impact units in impact-rotary drilling machines, as well as advancing towards the realization of the idea of reducing the negative factors affecting operators under operational conditions.

**KEYWORDS**

pneumatic perforator, piston-impact mechanism, impactor rotation mechanism, noise and vibration, impact impulse, drill rod, drill bit.

**Библиографический список**

1. В.Л.Крупенин-“Ударные и вибруударные машины и устройства”: Вестник научно-технического развития. № 4 (20), 2009 г
2. О.А.Мищенко В.П.Тищенко-“Безопасность жизнедеятельности”: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2014. - 338 с
3. В.О. Красовский Г.Г. Максимов Л.Б.- “Гигиеническая оценка производственных вибраций”- Уфа: 2014. – 181 с

4. В.В.Габов, Ю.В.Лыков.-“Конструкции буровых машин для подземных работ”: Санкт-Петербург-2010.
5. В.И.Бабуров, В.Ф.Горбунов.-“Причины вибрации ручных пневматических молотков и способы борьбы с ней”, -Томский политехнический университет-1966 г.
6. “Технические требования и методы испытаний пневматические перфораторы”: Госстандарт России. Москва-1999 г.
7. Иванов К. И., Латышев В. А., Андреев В. Д. “Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых”- М.: Недра, 1987. 272 с.
8. О. Д. Алимов, И. Г. Ляпичев- “Исследование вращательно-ударного бурения”-1998 г.
9. <https://patents.su/>.

**Information about authors:**

**Annaqulov Tulqin** – Head of the department of mining electromechanics, PhD, Associate professor; Tashkent State Technical University, 100095, Tashkent, University Str., 2, Republic of Uzbekistan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3106-144X>, e-mail: [a.tulkin1275@yandex.ru](mailto:a.tulkin1275@yandex.ru)

**Otajonov Bahrom** – Senior lecturer at the department of Mining electromechanics, Tashkent State Technical University, 100095, Tashkent, University Str., 2, Republic of Uzbekistan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8871-7724>, e-mail: [bahrom9097@yandex.com](mailto:bahrom9097@yandex.com)

## ОБЗОР И АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПЕРЕГРЕВА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН

**Иstablaev Ф.Ф.<sup>1</sup>, Атақулов Л.Н.<sup>2</sup>**

*1 Навоийское отделение Академии наук Республики Узбекистан,*

*г.Навои, Узбекистан*

*2 Навоийский государственный горно-технологический университет,*

*г.Навои, Узбекистан*

Doi: 10.5281/zenodo.15744338

**АННОТАЦИЯ**

Получено:  
2025-05-10

Пересмотрено:  
2025-05-13

Пересмотрено:  
2025-05-28

Опубликовано:  
2025-06-30

В статье рассматривается актуальная проблема перегрева крупногабаритных шин карьерных самосвалов, эксплуатируемых в условиях жаркого климата. Повышенная температура внутри шины, возникающая при движении, высоких нагрузках и интенсивной эксплуатации, приводит к ускоренному износу резины, расслоению, образованию внутренних дефектов и преждевременному выходу шин из строя. На основе анализа научной литературы, технической документации и экспериментальных данных подтверждена ключевая роль температурного фактора в снижении ресурса шин. Особое внимание уделено практическим и конструктивным мерам, направленным на снижение тепловой нагрузки. Среди них: совершенствование конструкции шин, использование дополнительных теплоизоляционных слоев во внутренней поверхности шин, применение газовых смесей с оптимальными теплопроводными характеристиками (в частности, смеси азота и аргона), а также использование встроенных датчиков давления и температуры для мониторинга состояния шины в реальном времени. Также рассматриваются производственные рекомендации по ограничению скорости, допустимой нагрузке и режиму движения. Сделан вывод о необходимости внедрения комплексного подхода и проведения дальнейших исследований, направленных на повышение ресурса шин и снижение аварийных рисков при эксплуатации карьерной техники в жарких и засушливых климатических условиях. Подчеркивается значимость взаимодействия в этом вопросе между производителями техники, специалистами по эксплуатации и научным сообществом для выработки оптимальных решений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

карьерные самосвалы, крупногабаритные шины, перегрев, температурный режим, износ, ресурс эксплуатации.