

ISSN 2518-170X (Online)

ISSN 2224-5278 (Print)



ҚАЙЫРЫМДЫЛЫҚ ҚОРЫ

HALYK

CHARITY FOUNDATION

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»
ЧФ «Халық»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

SERIES

OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

2 (464)

MARCH – APRIL 2024

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of geology and technical sciences scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of geology and technical sciences in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of geology and engineering sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді геология және техникалық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАНПК сообщает, что научный журнал «Известия НАНПК. Серия геологии и технических наук» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАНПК. Серия геологии и технических наук в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по геологии и техническим наукам для нашего сообщества.



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в Astana IT University, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «USTEM Robotics» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «Almaty Digital Ustaz».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится

работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»!**

Бас редактор

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ-нің президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) **Н = 4**

Ғылыми хатшы

АБСАДЫКОВ Бахыт Нарикбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА жауапты хатшысы, А.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты (Алматы, Қазақстан) **Н = 5**

Редакциялық алқа:

ӘБСАМЕТОВ Мәліс Құдысұлы (бас редактордың орынбасары), геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «У.М. Ахмедсафина атындағы гидрогеология және геоэкология институтының» директоры (Алматы, Қазақстан) **Н = 2**

ЖОЛТАЕВ Герой Жолтайұлы (бас редактордың орынбасары), геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор, Қ.И. Сатпаев атындағы геология ғылымдары институтының директоры (Алматы, Қазақстан) **Н=2**

СНОУ Дэниел, Ph.D, қауымдастырылған профессор, Небраска университетінің Су ғылымдары зертханасының директоры (Небраска штаты, АҚШ) **Н = 32**

ЗЕЛЬТМАН Реймар, Ph.D, табиғи тарих мұражайының Жер туралы ғылымдар бөлімінде петрология және пайдалы қазбалар кен орындары саласындағы зерттеулердің жетекшісі (Лондон, Англия) **Н = 37**

ПАНФИЛОВ Михаил Борисович, техника ғылымдарының докторы, Нанси университетінің профессоры (Нанси, Франция) **Н=15**

ШЕН Пин, Ph.D, Қытай геологиялық қоғамының тау геологиясы комитеті директорының орынбасары, Американдық экономикалық геологтар қауымдастығының мүшесі (Пекин, Қытай) **Н = 25**

ФИШЕР Аксель, Ph.D, Дрезден техникалық университетінің қауымдастырылған профессоры (Дрезден, Берлин) **Н = 6**

КОНТОРОВИЧ Алексей Эмильевич, геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор, РФА академигі, А.А. Трофимука атындағы мұнай-газ геологиясы және геофизика институты (Новосибирск, Ресей) **Н = 19**

АГАБЕКОВ Владимир Енокович, химия ғылымдарының докторы, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) **Н = 13**

КАТАЛИН Стефан, Ph.D, Дрезден техникалық университетінің қауымдастырылған профессоры (Дрезден, Берлин) **Н = 20**

СЕЙТМҰРАТОВА Элеонора Юсуповна, геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қ.И. Сатпаев атындағы Геология ғылымдары институты зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан) **Н=11**

САҒЫНТАЕВ Жанай, Ph.D, қауымдастырылған профессор, Назарбаев университеті (Нұр-Сұлтан, Қазақстан) **Н = 11**

ФРАТТИНИ Паоло, Ph.D, Бикокк Милан университеті қауымдастырылған профессоры (Милан, Италия) **Н = 28**

«ҚР ҰҒА» РҚБ Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ39VPU00025420** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *геология, мұнай және газды өңдеудің химиялық технологиялары, мұнай химиясы, металдарды алу және олардың қосындыларының технологиясы.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ, 2024

Главный редактор

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент РОО «Национальной академии наук Республики Казахстан», генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) **Н = 4**

Ученый секретарь

АБСАДЫКОВ Бахыт Нарикбаевич, доктор технических наук, профессор, ответственный секретарь НАН РК, Институт химических наук им. А.Б. Бектурова (Алматы, Казахстан) **Н = 5**

Редакционная коллегия:

АБСАМЕТОВ Малис Кудысович, (заместитель главного редактора), доктор геологоминералогических наук, профессор, академик НАН РК, директор Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина (Алматы, Казахстан) **Н = 2**

ЖОЛТАЕВ Герой Жолтаевич, (заместитель главного редактора), доктор геологоминералогических наук, профессор, директор Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (Алматы, Казахстан) **Н=2**

СНОУ Дэниел, Ph.D, ассоциированный профессор, директор Лаборатории водных наук университета Небраски (штат Небраска, США) **Н = 32**

ЗЕЛЬТМАН Реймар, Ph.D, руководитель исследований в области петрологии и месторождений полезных ископаемых в Отделе наук о Земле Музея естественной истории (Лондон, Англия) **Н = 37**

ПАНФИЛОВ Михаил Борисович, доктор технических наук, профессор Университета Нанси (Нанси, Франция) **Н=15**

ШЕН Пин, Ph.D, заместитель директора Комитета по горной геологии Китайского геологического общества, член Американской ассоциации экономических геологов (Пекин, Китай) **Н = 25**

ФИШЕР Аксель, ассоциированный профессор, Ph.D, технический университет Дрезден (Дрезден, Берлин) **Н = 6**

КОНТОРОВИЧ Алексей Эмильевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (Новосибирск, Россия) **Н = 19**

АГАБЕКОВ Владимир Енокович, доктор химических наук, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) **Н = 13**

КАТАЛИН Стефан, Ph.D, ассоциированный профессор, Технический университет (Дрезден, Берлин) **Н = 20**

СЕЙТМУРАТОВА Элеонора Юсуповна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, заведующая лабораторией Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (Алматы, Казахстан) **Н=11**

САГИНТАЕВ Жанай, Ph.D, ассоциированный профессор, Назарбаев университет (Нурсултан, Казахстан) **Н = 11**

ФРАТТИНИ Паоло, Ph.D, ассоциированный профессор, Миланский университет Бикокк (Милан, Италия) **Н = 28**

«Известия РОО «НАН РК». Серия геологии и технических наук».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ39VPY00025420**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *геология, химические технологии переработки нефти и газа, нефтехимия, технологии извлечения металлов и их соединений.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан», 2024

Editorial chief

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, general director of JSC “Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky» (Almaty, Kazakhstan) **H = 4**

Scientific secretary

ABSADYKOV Bakhyt Narikbaevich, doctor of technical sciences, professor, executive secretary of NAS RK, Bekturov Institute of chemical sciences (Almaty, Kazakhstan) **H = 5**

Editorial board:

ABSAMETOV Malis Kudysovich, (deputy editor-in-chief), doctor of geological and mineralogical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the Akhmedsafin Institute of hydrogeology and hydrophysics (Almaty, Kazakhstan) **H=2**

ZHOLTAEV Geroy Zholtaevich, (deputy editor-in-chief), doctor of geological and mineralogical sciences, professor, director of the institute of geological sciences named after K.I. Satpayev (Almaty, Kazakhstan) **H=2**

SNOW Daniel, Ph.D, associate professor, director of the laboratory of water sciences, Nebraska University (Nebraska, USA) **H = 32**

ZELTMAN Reyman, Ph.D, head of research department in petrology and mineral deposits in the Earth sciences section of the museum of natural history (London, England) **H = 37**

PANFILOV Mikhail Borisovich, doctor of technical sciences, professor at the Nancy University (Nancy, France) **H=15**

SHEN Ping, Ph.D, deputy director of the Committee for Mining geology of the China geological Society, Fellow of the American association of economic geologists (Beijing, China) **H = 25**

FISCHER Axel, Ph.D, associate professor, Dresden University of technology (Dresden, Germany) **H=6**

KONTOROVICH Aleksey Emilievich, doctor of geological and mineralogical sciences, professor, academician of RAS, Trofimuk Institute of petroleum geology and geophysics SB RAS (Novosibirsk, Russia) **H = 19**

AGABEKOV Vladimir Enokovich, doctor of chemistry, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of chemistry of new materials (Minsk, Belarus) **H = 13**

KATALIN Stephan, Ph.D, associate professor, Technical university (Dresden, Berlin) **H = 20**

SEITMURATOVA Eleonora Yusupovna, doctor of geological and mineralogical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, head of the laboratory of the Institute of geological sciences named after K.I. Satpayev (Almaty, Kazakhstan) **H=11**

SAGINTAYEV Zhanay, Ph.D, associate professor, Nazarbayev University (Nursultan, Kazakhstan) **H = 11**

FRATTINI Paolo, Ph.D, associate professor, university of Milano-Bicocca (Milan, Italy) **H = 28**

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No. KZ39VPY00025420**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *geology, chemical technologies for oil and gas processing, petrochemistry, technologies for extracting metals and their connections.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2024

NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224–5278
Volume 2. Number 464 (2024), 217–227
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.405>

UDC 621. 7.08.

© **K.T. Sherov**^{1*}, **N.Zh. Karsakova**², **B.N. Absadykov**³, **J.B. Toshov**⁴,
M.R. Sikhimbayev⁵, 2024

¹Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullina,
Astana, Kazakhstan;

²Karaganda Technical University named after A. Saginov,
Karaganda, Kazakhstan;

³Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

⁴Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Tashkent, Uzbekistan;

⁵Karaganda Economic University of Kazpotreboyz, Karaganda, Kazakhstan.
E-mail: shkt1965@mail.ru

STUDYING THE EFFECT OF THE BORING BAR AMPLITUDE- FREQUENCY CHARACTERISTICS ON THE ACCURACY OF MACHINING A LARGE-SIZED PART

Sherov Karibek Tagayevich — Doctor of Engineering Sciences, Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: shkt1965@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0209-180X>;

Karsakova Nurgul Zholaevna — Senior Lecturer, Karaganda Technical University named after A. Saginov, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: karsakova-87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2002-1557>;

Absadykov Bakhyt Narikbayevich — Doctor of Technical Sciences, Professor, the Corresponding member of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: b_absadykov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7829-0958>;

Toshov Javokhir Burievich — DSc, Professor, Dean of the faculty of the Tashkent state technical university after named Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

E-mail: javokhir.toshov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4278-1557>;

Sikhimbayev Muratbay Ryzdikbayevich — Doctor of Economic Sciences, Professor, Karaganda economic university of Kazpotreboyz, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: smurat@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8763-6145>.

Abstract. The development of advanced industries of the Republic of Kazakhstan (RK), such as chemical, oil, geological exploration industries, etc. dictates the need to develop promising and resource-saving technologies of manufacturing parts and components of machines and technological equipment. The uninterrupted operation of the above industries directly depends on the quality of manufacturing machines and technological equipment. The carried our studies show that there is a problem

of machining large-sized parts when manufacturing and repairing machines and technological equipment. The most problematic issue is machining stepped holes of large diameters. To solve this problem, the design of a special boring bar was developed. It allows simultaneous machining stepped holes of large parts of technological equipment. This article is aimed at studying the effect of the boring bar amplitude-frequency characteristics on the accuracy of machining a large-sized part. It is known that the quality of machining depends largely on durability and rigidity of the boring bar design. In this regard, in this work, by using modeling in the Ansys Workbench computer program, the effect of amplitude-frequency characteristics on the boring bar rigidity and durability was determined. For the amplitude-frequency study, graphs of the radial displacement amplitude and the phase angle dependence on frequencies were obtained. It was established that the radial movement in the boring bar cutter at the optimal frequency $\nu = 20,83$ Hz is $9.9 \mu\text{m}$ and at the resonant frequency $\nu_p = 1167,1$ Hz $67.2 \mu\text{m}$, which is almost 7 times more. The durability of the boring bar was also calculated in the Harmonic Response module using the additional Fatigue Tool. As a result, it was revealed that the obtained radial movements are within the permissible limit of the tolerance field and the boring bar durability corresponds to the tabulated data.

Keywords. Large-sized part, large-diameter hole, stepped hole, boring bar, vibration, radial movement of the cutter, resonant frequency, tool life

© К.Т. Шеров^{1*}, Н.Ж. Карсакова², Б.Н. Абсадыков³, Ж.Б. Тошов⁴,
М.Р. Сихимбаев⁵, 2024

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан;

²А. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,
Қарағанды, Қазақстан;

³Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан;

⁴И. Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университеті,
Ташкент, Өзбекістан;

⁵Қазтұтынуодағы Қарағанды экономикалық университеті,
Қарағанды, Қазақстан.

E-mail: shkt1965@mail.ru

БОРШТАНГАНЫҢ АМПЛИТУДАЛЫҚ-ЖИЛІК СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ ІРІ ГАБАРИТТІ ТЕТІКТЕРДІ ӨНДЕУ ДӘЛДІГІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Химия, мұнай, геологиялық барлау және т.б. сияқты Қазақстан Республикасының (ҚР) алдыңғы қатарлы өнеркәсіп салаларын дамыту машиналар мен технологиялық жабдықтардың бөлшектері мен тораптарын дайындаудың перспективалы және ресурс үнемдейтін технологияларын әзірлеу қажеттігін талап етеді. Жоғарыда аталған салалардың үздіксіз

жұмысы машиналар мен технологиялық жабдықтардың сапасына тікелей байланысты. Жүргізілген зерттеулер машиналар мен технологиялық жабдықтарды өндіру және жөндеу кезінде ірі габаритті тетіктерді өңдеу проблемасы бар екенін көрсетті. Ең проблемалы – үлкен диаметрлі сатылы тесіктерді өңдеу. Бұл мәселені шешу үшін технологиялық жабдықтың ірі габаритті тетіктердің сатылы тесіктерін бір уақытта өңдеуге мүмкіндік беретін арнайы бұрғылау борштангасының конструкциясы жасалды. Осы мақаладағы зерттеу борштанганың амплитудалық-жиілік сипаттамаларының ірі габаритті тетіктерді өңдеу дәлдігіне әсерін зерттеуге бағытталған. Өңдеу сапасы көбінесе борштанга конструкциясының беріктігі мен қаттылығына байланысты екені белгілі. Осыған байланысты жұмыста Ansys Workbench компьютерлік бағдарламасында модельдеуді пайдалану арқылы борштанганың қаттылығы мен тұрақтылығына амплитудалық-жиілік сипаттамаларының әсері анықталды. Амплитудалық жиілікті зерттеу үшін радиалды қозғалыс амплитудасы мен фазалық бұрыштың жиілікке тәуелділігі графиктері алынды. $\nu = 20,83$ Hz оңтайлы жиілік кезінде борштанга кескіштеріндегі радиалды қозғалыс 9,9 мкм тең және $V_p = 1167, 1$ Hz резонанстық жиілікте – 67,2 мкм, бұл шамамен 7 есе көп екендігі анықталды. Сондай-ақ, қосымша құрал-сайманның Fatigue Tool көмегімен Harmonic Response модуліндегі борштанганың беріктігін (ұзақмерзімділігін) есептеу жүргізілді. Нәтижесінде алынған радиалды орын ауыстырулар төзімділік өрісінің рұқсат етілген шегінде екендігі және борштанганың беріктігі кестелік мәліметтерге сәйкес келетіндігі анықталды.

Түйін сөздер. Ірі габаритті тетік, үлкен диаметрлі тесіктер, сатылы тесік, борштанга, діріл, кескіштің радиалды қозғалысы, резонанстық жиілік, құралдың беріктігі

© К.Т. Шеров^{1*}, Н.Ж. Карсакова², Б.Н. Абсадыков³, Ж.Б. Тошов⁴,
М.Р. Сихимбаев⁵, 2024

¹Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

²Карагандинский технический университет им. А. Сагинова,
Караганда, Казахстан;

³Сатпаев Университет, Алматы, Казахстан;

⁴Ташкентский государственный технический университет
им. И. Каримова, Ташкент, Узбекистан;

⁵Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, Казахстан.
E-mail: shkt1965@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БОРШТАНГИ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНОЙ ДЕТАЛИ

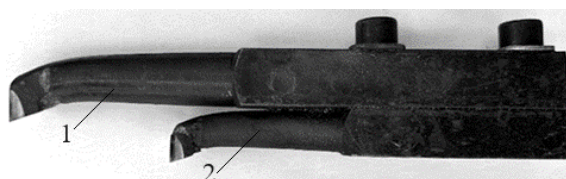
Аннотация. Развитие передовых отраслей промышленности Республики Казахстан (РК), таких как химическая, нефтяная, геологоразведочная и др. диктует необходимость разработки перспективных и ресурсосберегающих технологий изготовления деталей и узлов машин и технологического оборудования. Бесперебойная работа вышеуказанных отраслей напрямую зависит от качества изготовления машин и технологического оборудования. Проведенные исследования показали, что существует проблема обработки крупногабаритных деталей при изготовлении и ремонте машин и технологического оборудования. Самым проблемным является обработка ступенчатых отверстий больших диаметров. Для решения данной проблемы разработана конструкция специальной расточной борштанги, которая позволяет одновременную обработку ступенчатых отверстий крупногабаритных деталей технологического оборудования. Исследование в данной статье направлено на изучение влияния амплитудно-частотных характеристик борштанги на точность обработки крупногабаритной детали. Известно, что от стойкости и жесткости конструкции борштанги во многом зависит качество обработки. В связи с этим в работе путем использования моделирования в компьютерной программе Ansys Workbench определено влияние амплитудно-частотных характеристик на жесткость и стойкость борштанги. Для амплитудно-частотного исследования были получены графики зависимостей амплитуды радиального перемещения и фазового угла от частот. Установлено, что радиальное перемещение в резце борштанги при оптимальной частоте $\nu = 20,83$ Hz составляет 9,9 мкм и при резонансной частоте $\nu_p = 1167,1$ Hz - 67,2 мкм, что больше почти в 7 раз. Также выполнен расчет на долговечность борштанги в модуле Harmonic Response с помощью дополнительного инструмента Fatigue Tool. В результате выявлено, что

полученные радиальные перемещения находятся в допустимом пределе поля допуска и стойкость борштанги соответствует табличным данным.

Ключевые слова: крупногабаритная деталь, отверстия большого диаметра, ступенчатое отверстие, борштанга, вибрация, радиальное перемещение резца, резонансная частота, стойкость инструмента

Introduction.

Of course, the machine accuracy determines the further accuracy of the workpieces treated on it. It is divided into geometric and kinematic accuracy. Geometric accuracy is the result of errors in manufacturing connections and affects the accuracy of the relative position of machine components in the absence of external impacts. There are standards for errors in the location of the main components of the machine. In this regard, new equipment is checked when it is accepted for operation, as well as periodically in the course of its operation. The standards for geometric errors permissible for a given machine depend on the required accuracy of manufacturing parts (Karsakova et al., 2022: 10; Mardonov et al., 2023: 6; Arystanov et al., 2022: 10). Kinematic accuracy is necessary for machine tools in which complex movements require coordination of the movements of several simple ones. This is particular important for boring, gear-cutting, thread-cutting and the other machines for complex contour machining (Kassenov et al., 2022: 6; Muminov et al., 2024: 7; Kadyrov et al., 2021: 9; Dudak et al., 2019: 12). But in this work the authors assume that the accuracy of the machined inner surface of a cast iron workpiece will depend on the rigidity and durability of the boring bar. For this purpose, they will study the effect of amplitude-frequency characteristics on the rigidity and durability of the boring bar. These parameters will be studied in the most extended part of the boring bar, that is, at the first cutter (see figure 1). Figure 1 shows a prototype of a special combined boring tool.



1,2 – boring cutters

Figure 1 - Special combined boring tool

Research materials and methods.

Let us calculate a boring bar for machining stepped holes of a large part. As a result, the accuracy of the machined surface must be within the tolerance range after exposure to vibration loads. Since the boring bar has a massive shape, the authors carry out the modeling in a three-dimensional setting. Figure 2 shows a 3D model of a boring bar.

In the course of machining, the boring bar will experience vibration load. The vibration load is generated of the cutting force components that arise during machining. It is assumed that they will change according to the sinusoidal law. The magnitude of the forces depends on the material and size of the contacting bodies and the cutting mode. The calculation will be performed in the following sequence. To begin with, there will be carried out a stationary strength calculation (Static Structural) from the action of gravitational force. This allows developing a matrix of additional rigidity so that the modal analysis (Modal) takes into account the preloaded state.

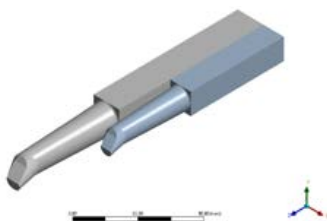


Figure 2 – 3D model of a boring bar

This also allows obtaining the modes of natural frequencies depending on the weight of the boring bar. In the future, harmonic analysis (Harmonic Response) will be carried out based on the results of modal analysis and calculations will be made by the method of superposition of vibration modes. Below there is a block diagram of harmonic analysis of a boring bar in the Ansys Workbench (Figure 3).

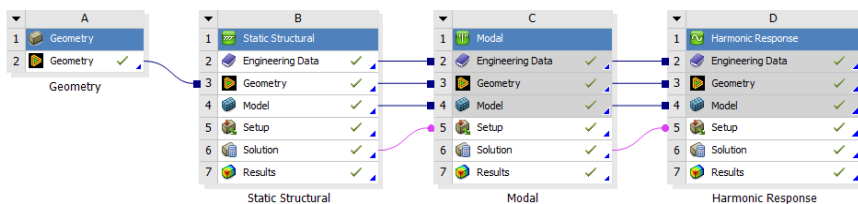


Figure 3 – Block diagram of harmonic analysis of a boring bar in the Ansys Workbench

The tool life (durability) will be determined after harmonic analysis using an additional Fatigue Tool. A very important stage of any numerical calculation is dividing into finite elements (FE) (Figure 4).



Figure 4 – Dividing into finite elements

Results.

To obtain the modes of natural frequencies in the modal analysis module (Modal), there will be carried out a static calculation (Static Structural) in which the boring bar will be rigidly clamped (Fixed Support) at the attachment point and the gravity force set along the Y axis (Figure 5).

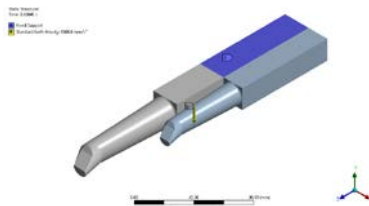


Figure 5 – Boundary conditions of static calculations

To form a vibration load, there are calculated the components of the cutting forces when boring a hole.

Calculation of cutting force components

The cutting forces are calculated according to the optimal modes determined in work (Zhuravlev, 2017: 84; Sherov et al., 2023: 10) where the following optimal modes were obtained: $n=1250$ rpm, $s=0.26$ mm/rev, $t=1.0$ mm.

The cutting force R is usually decomposed into force components directed along the coordinate axes of the machine (tangential P_z , radial P_y and axial P_x). For external longitudinal and transverse turning, boring, cutting, slotting and shaped turning, these components are calculated using the following formula (Bezyazychny et al., 2009: 185):

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y H^n K_p \tag{1}$$

The cutting forces of the boring cutters of the boring bar will be calculated for two positions of the entering angles ϕ^0 : the 1st position $\phi^0=90^0$ for boring a hole with the diameter of 295 mm; the 2nd position $\phi^0=90^0$ for boring a hole with the diameter of 325 mm. The material grade of the cutting inserts is VK8 hard alloy.

The constant C_p and exponents x, y, n for specific machining conditions for each component of the cutting force are given in Table 1 (Bezyazychny et al., 2009: 185).

Table 1 - Constant C_p and exponents x, y, n for boring

Material to be machined	Cutting force components	Coefficient and exponents in the formulas for the components			
		C_p	x	y	n
Gray cast iron, HB 190	tangential P_z	92	1	0.75	0
	radial P_y	54	0.9	0.75	0
	axial P_x	46	1	0.4	0

The correction factor K_p is the product of a number of coefficients ($K_p = K_{MP} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{r p}$), taking into account the actual cutting conditions. The numerical values of these coefficients are given in Table 2 (Bezyazychny, et al., 2009:185).

$K_{MP} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = 1$ is the correction factor for steel and cast iron, taking into account the effect of the machined material quality on the force dependencies, where $n=0.4$ is the exponent.

Table 2 - Correction factors taking into account the effect of the geometric parameters of the tool cutting part on the cutting force components when machining steel and cast iron

Parameters		Correction factors			
Name	Value	Designation	The factor value for the components		
			Tangential P_z	Radial P_y	Axial P_x
Entering angle φ^0	90/90	$K_{\varphi p}$	0.89	0.5	1.17
Face angle γ^0	10	$K_{\gamma p}$	1.0	1.0	1.0
Main blade angle λ^0	0/5	$K_{\lambda p}$	1	1/1.25	1/0.85
Vertex radius r , mm	0,5	$K_{r p}$	0.87	0.66	1

The calculated components of the cutting force, taking into account correction factors according to formula (1) in two positions of the boring cutter of the boring bar, are presented in Table 3.

Table 3 - Cutting force components in two positions of the boring bar boring cutter

Material to be machined	Cutting force components, H	Entering angles positions φ^0	
		90°	90°
Gray cast iron, HB 190	tangential P_z	263.69	263.69
	radial P_y	65.96	82.45
	axoal P_x	319.23	271.34

After the static calculation, the number of required modal analysis frequency modes (Modal) is specified. As a result of calculating the modal analysis, there are obtained three frequency modes (Figures 6, 7 and 8).

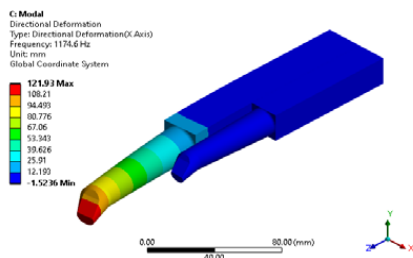


Figure 6 – The first vibration mode $\nu_1=1174.6$ Hz

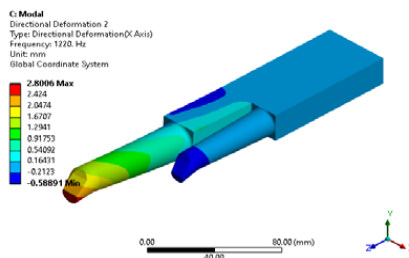


Figure 7 – The second vibration mode $\nu_2=1220$ Hz

It is obvious that with the first mode in the radial direction, the deflection has the maximum value, which determines studying in this range. The calculated components of the cutting forces will be assigned to the corresponding cutting edges of the boring bar (Figure 9).

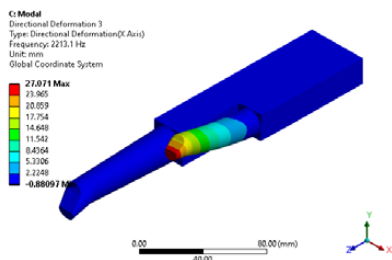


Figure 8 – The third vibration mode $\nu_3=2213.1$ Hz

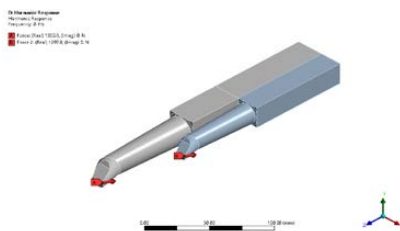


Figure 9 – Setting cutting forces

In the settings for harmonic analysis (Harmonic Response), there is specified the study range from zero to 2214 Hz. For the amplitude-frequency study, it is necessary to obtain graphs of the radial displacement amplitude dependence on frequencies and the dependence of the phase angle on frequencies, which are shown in Figures 10 and 11.

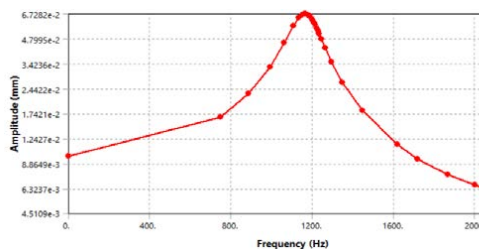


Figure 10 – Radial displacement amplitude dependence on frequencies

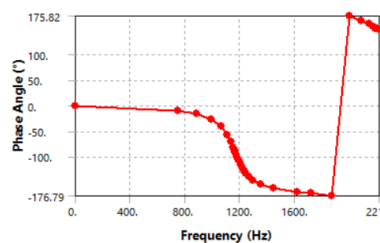
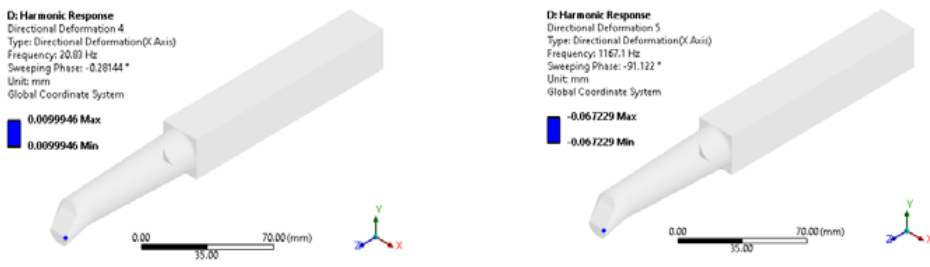


Figure 11 – Phase angle dependence on frequencies

In Figure 10 one can see the zone where the amplitude of the radial movement reaches its maximum value and from the tabular data we can determine the resonance frequency, which is equal to $\nu_p = 1167.1$ Hz. Then there is determined the radial displacement with the optimal cutting mode. To do this, there is used the following formula:

$$H = \frac{n}{60} = \frac{1250}{60} = 20,83 \Gamma \text{ц.}$$

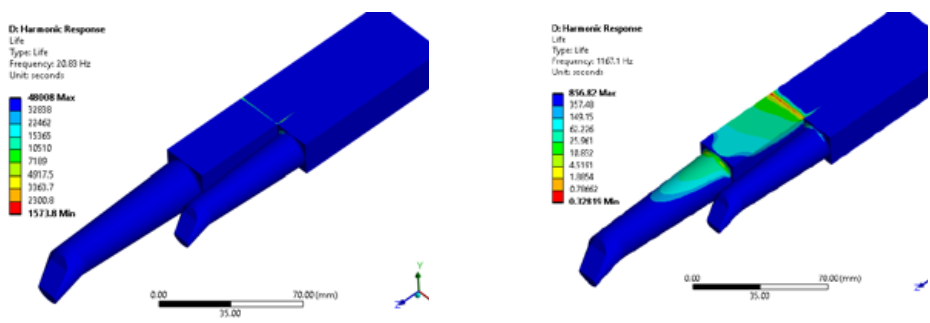
With the frequency of = there is determined the displacement.



a) with frequency = and phase $\phi=0.28^\circ$; b) with frequency = and phase $\phi=-91.12^\circ$
 Figure 12 – Radial displacement

The radial movement in the boring bar cutter at the optimal frequency is 9.9 μm and at the resonant frequency 67.2 μm , which is almost 7 times more.

Calculation of the tool life. The boring bar durability is calculated in the Harmonic Response module using an additional Fatigue Tool. To determine the durability of the boring bar, there are introduced two different frequencies: the optimal machining mode and the resonant one. Durability will be expressed in seconds, which reflects how long a particular structure will work (Figure 13).



a) with frequency = ; b) with frequency =
 Figure 13 - Boring bar service life (durability)

Based on durability, there can be evaluated the tool life of a boring bar under two conditions. In the first case, the boring bar durability ranges from 26 to 800 minutes. It is noticeable that the boring bar will collapse at the attachment points. In the second case, at a resonant frequency, durability ranges from zero to 14 minutes and destruction occurs earlier, starting from the attachment point and spreading to the cantilever part. The results of the optimal cutting mode established in (Zhuravlev, 2017: 84) show that it is outside the resonance zone. The resulting radial displacement is within the permissible limit of the tolerance field. Durability of the boring bar corresponds to the tabular data.

Conclusion.

As a result of harmonic analysis, three modes of natural frequencies were determined. According to the graph of the radial displacement amplitude dependence on frequencies, the resonant frequency was obtained, and it amounted to $v_p = 1167.1$ Hz. The radial movement in the boring bar cutter during the resonance phenomenon can be 7 times greater under optimal machining conditions. At the resonant frequency, the boring bar durability is sharply reduced.

REFERENCES

- Arystanov Z., Togizbayeva B., Karazhanov A., Alipbayev Z., Burkanova K. (2022). investigation of the impact of operating conditions on the service life of locomotive wheelset tyres. *Journal of the Balkan Tribological Association*, 2022, — 28(6). — Pp. 882–896. (in Eng.)
- Bezyazychny V.F., Averyanov I.N., Kordyukov A.V. (2009). — Rybinsk. Calculation of cutting conditions: tutorial: RGATA, 2009. — 185 p. (in Rus.)
- Dudak N., Itybayeva G., Kasenov A., Mussina Zh., Taskarina A., Abishev K. (2019). Multi-ute drill-broach for precision machining of holes / *Scientia Iranica*, — Transactions B: Mechanical Engineering 26. — Pp. 1415–1426. — DOI: <https://doi.org/10.24200/sci.2018.5623.1379> (in Eng.)
- Karsakova N.Z., Sherov K.T., Absadykov B.N., Sikhimbayev M.R., Balgabekov T.K. (2022). The control problems of the large diameter holes in processing of the large parts / *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 2022, 6(456). — Pp. 70–79.— DOI: <https://doi.org/10.32014/2518-170X.239> (in Eng.)
- Kassenov A.Zh., Abishev K.K., Absadykov B.N., Yessaulkov V.S., Bolatova A.B. (2022). *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences.* — Volume 1. — Number 451. — 63–68. — <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.141> (in Eng.)
- Kadyrov A., Zhunusbekova Zh., Ganyukov A., Kadyrova I., Kukesheva A. (2021). General Characteristics for Loading the Working Elements of Drilling and Milling Machines when Moving in the Clay Solution // *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina.* — Vol. 23. — No. 2. — Pp. B97–B105. — DOI: <https://doi.org/10.26552/com>. (in Eng.)
- Mardonov B., Oripov Z., Muminov R., Ravshanov J. and Jo'rayev N. (2023). Effect of dispersed particles of aluminum oxide on the degree of defects of the crystalline structure of the chromium coating. / *E3S Web of Conferences 417*, — 06001 (2023) GEOTECH-2023. — <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341706001>(in Eng.)
- Muminov R., Yakhshiev Sh., Ravshanov J., Oripov Z., Juraev N. and Maxmudova M. (2024). // *Development of technical solutions for modernization of the rotary feed mechanism of a quarry drilling rig / E3S Web of Conferences 486, AGRITECH-IX 2023 05007* (2024). — <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448605007> (in Eng.)
- Sherov K.T., Karsakova N.Zh., Donenbayev B.S., Tussupova S.O., Imasheva K., Yessirkepova A.B. (2023). Experimental study of the cutting mode effect on surface roughness when boring a stepped hole. *Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Series of technical sciences and technologies.* 2023. — No. 4. — Pp. 260–269. (in Rus.)
- Zhuravlev M.P. (2017). *Studying and testing technological systems: tutorial.* Yekaterinburg: Ural University Publishing House. 2017. — 84 p. (in Rus.)

CONTENT

D.Zh. Artykbaev, K. Ibragimov, F.Kh. Aubakirova, M. Karatayev, E. Polat RESEARCH AND LABORATORY METHODS FOR DETERMINING COARSE SOILS AT THE EXPERIMENTAL SITE DURING THE CONSTRUCTION OF AN EARTH DAM.....	8
A. Abilgazyeva, L. Shestoperova, S. Nursultanova, K. Kozhakhmet, S. Cherkesova SOME ASPECTS OF GEOLOGICAL STUDY OF SUBSALT SEDIMENTS OF THE SOUTHERN URAL-VOLGA INTERFLUVE OF THE CASPIAN BASIN.....	24
I.I. Bosikov, R.V. Klyuev, N.V. Martyushev, M.A. Modina, E.V. Khekert ANALYSIS OF THE QUALITY OF UNDERGROUND MINERAL WATERS OF TERRIGENOUS DEPOSITS OF THE HAUTERIV-BARREMIAN AQUIFER OF THE LOWER CRETACEOUS.....	36
K.A. Bisenov, T.Zh. Zhumagulov, P.A. Tanzharikov, A.T. Yerzhanova, K.A. Yerimbetov TECHNOLOGY OF PREPARATION OF BRIQUETTED FUEL BASED ON PRODUCTION WASTE.....	48
P.S. Dmitriyev, I.A. Fomin, S.A. Teslenok, Zh.G. Berdenov, R.Z. Safarov THE USE OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN FORECASTING GULLY EROSION ON THE TERRITORY OF THE NORTH KAZAKHSTAN REGION.....	65
G.Zh. Zholtayev, Z.T. Umarbekova, S.M. Ozdoev, Sh.D. Miniskul, A.T. Bakesheva THE BAKYRCHIK GOLD-CARBONACEOUS-SULPHIDE DEPOSIT.....	79
F.M. Issatayeva, G.M. Aubakirova, A.D. Mausymbaeva, R.K. Madysheva EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF DIGITAL SOLUTIONS IN THE MINING SECTOR.....	91
V.A. Ismailov, A.S.Khusomiddinov, Sh.I.Yodgorov, E.M.Yadigarov, B.U.Aktamov, Sh.B.Avazov SEISMIC MICROZONATION MAP OF THE TERRITORY OF YANGI-ANDIJAN: METHODOLOGY AND RESULTS.....	114
Ye.V. Kikina, A.V. Sadchikov, A. Amangeldikyzy STUDYING THE STRATIGRAPHY OF PORPHYROIDAL STRATA OF THE ZHOLSHOKY MOUNTAINS AREA IN THE ATASSU-MOIYNTY WATERSHED.....	131
M.Zh. Makhambetov, G.B. Toktaganova, G.I. Issayev, L.E. Yusupova, N.A. Akhmetov ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL CONDITION IN ZHYLYOI DISTRICT OF ATYRAU REGION.....	146
B.A. Myrzakhmetov, T.A. Kuandykov, B.K. Mauletbekova, D.Y. Balgayev, J.B. Nurkas MULTIFUNCTIONAL VALVE FOR THE ARRANGEMENT OF SUBMERSIBLE DOWNHOLE PUMPS IN DOWNHOLE OIL PRODUCTION.....	156
S.R. Rasulov, H.G. Hasanov, A.N. Zeynalov A NEW APPROACH TO EXTRACTING HARD-TO-RECOVER OIL RESERVES.....	169

A.U. Tabylov, O.G. Kikvidze, A.Z. Bukayeva, N.B. Suieuoova, A.A. Yusupov CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODEL OF TECHNOLOGICAL INTERACTION PROCESSES BETWEEN SEA AND REAR CONTAINER TERMINALS.....	183
N.S. Tagayev, N.S. Saidullayeva, S.Kh. Yakubov, K.Sh. Abdiramanova, A. Kalikulova SOME FEATURES OF ASSESSMENT OF EFFECTIVE SCOPE OF TENSION INTENSITY COEFFICIENT FOR CRACKS IN THE CORROSION ENVIRONMENT.....	197
N.S. Faiz, G.D. Turymbetova, N.P. Tokenov, K.Zh.S magulov, B.K.Nauryz RESEARCH OF TERRITORIAL DATA IN THE ASSESSMENT OF THE CONSTRUCTION AND COMMISSIONING OF THE SES ON THE EXAMPLE OF THE TURKESTAN REGION.....	205
K.T. Sherov, N.Zh. Karsakova, B.N. Absadykov, J.B. Toshov, M.R. Sikhimbayev STUDYING THE EFFECT OF THE BORING BAR AMPLITUDE-FREQUENCY CHARACTERISTICS ON THE ACCURACY OF MACHINING A LARGE-SIZED PART.....	217

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Подписано в печать 15.04.2024.

Формат 60x88^{1/8}. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

15,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.