

ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
Satbayev University

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Satbayev University

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Satbayev University

SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

3 (441)

MAY – JUNE 2020

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.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. 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 НАН РК. 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.

Б а с р е д а к т о р ы
э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

И.К. Бейсембетов

Бас редакторының орынбасары

Жолтаев Г.Ж. проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., академик (Қазақстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғызстан)
Беспәев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Қазақстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Ерғалиев Г.К. проф., академик (Қазақстан)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Қазақстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., академик (Қазақстан)
Мұхамеджанов М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

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

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

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

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2020

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыр көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «NurNaz GRACE», Алматы қ., Рысқұлов көш., 103.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. э. н., профессор, академик НАН РК

И. К. Бейсембетов

Заместитель главного редактора

Жолтаев Г.Ж. проф., доктор геол.-мин. наук

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., академик (Казахстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаяев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Ергалиев Г.К. проф., академик (Казахстан)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кожамбетов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., академик (Казахстан)
Мухамеджанов М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сейтов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия 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 и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2020

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: «NurNaz GRACE», г. Алматы, ул. Рыскулова, 103.

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

I. K. Beisembetov

Deputy editor in chief

Zholtayev G.Zh. prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., academician (Kazakhstan)
Agabekov V.Ye. academician (Belarus)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., academician (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Yergaliev G.K. prof., academician (Kazakhstan)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., academician (Kazakhstan)
Muhamedzhanov M.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Ozdoev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

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 periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010.

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2020

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: «NurNaz GRACE», 103, Ryskulov str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 3, Number 441 (2020), 24 – 31

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.50>

UDC 622.23.05

D. T. Khojibergenov¹, **B. K. Uralov¹**, **Ye. P. Voevodin¹**, **A. Abdugarimov²**, **B. N. Absadykov³**

¹M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan;

²I. A. Karimov Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan;

³A. B. Bekturov Institute of Chemical Sciences, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: uralov-1973.2@mail.ru, mr.abdali@mail.ru, b_absadykov@mail.ru

RATIONAL DIAGRAM OF DRILLING AND VALUES OF WORKING ANGLES OF A DRILLING TOOL CUTTING BIT

Abstract. The process of the rotary drilling process and proposes rational drilling pattern applicable for drilling operations is considered in this article. The analysis of the kinematics of the drilling tool in the process and the direction of drilling speed is determined. The values of the working angles of the cutting tooth of the drilling tool are assigned, which strengthen and prevent the sinking of the walls of the wells, and also prevent the occurrence of vibrations in the drilling tool. The dynamic loads associated with speed change in the process are transmitted to the cutting tool. If the speed of movement is uniform, then inertial forces arise at the time of sudden braking. If the motion is accelerated or slowed down, then inertial forces arise in the process of motion itself. In contrast to existing designs, when for most drilling tools, a pair of acting forces is directed along the direction of rotation of the drilling tool, that is, horizontally, in our case, a pair of forces is directed along the axis of the drilling tool - vertically. The vertical direction of the pair of forces along the axis of the drilling tool reduces the resistance to drilling, as well as the appearance of a retracting force down the axis of the well. The optimal geometry of cutting teeth with rational values is proposed. The studies were conducted to determine the durability of the drilling tool, depending on the emerging drilling forces. According to the research results, a drilling tool with cutting teeth from a carbide plate was designed and manufactured.

Key words: rotary drilling, hole, rock cutting tool, drill string, drilling pattern, shearing forces, wear, soil, cutting speed, drilling speed, vibration, rock, drill fluid.

Introduction. One of the most widely used methods for creating production and exploration wells is rotary drilling. It is provided by the transmission of rotational movements from the surface rotor to the drill string [1].

Rotary drilling has been used for over one hundred and forty years [1,2]. The technology of this method of wells punching was first used in the United States of America in the early eighties of the nineteenth century. Since then, it has not changed much, with the exception of minor innovations that have led to the efficiency of the process. The changes affected rock-cutting tools - they were improved, new liquid media were created for washing the wells, and the strength of the parts of the mechanism was strengthened [1,2].

In rotary drilling, the static axial loads are greatest and are created by the deadweight of the drill string. Other loads leading to tensile stresses include pipe friction against the rock when lifting the column, pressure drop in the turbodrill and drill bit, force caused by sticking and tightening of the column. During the drilling tool round trip operations, dynamic loads are transferred to the drill string connected with a change in speed. If the speed of movement is uniform, then inertial forces arise at the moment of sudden braking. If the movement is accelerated or slowed down, then inertial forces appear in the process of movement itself. In the vertical sections during rotation, variable loads appear due to the curvature of the column as a result of stability loss [3].

The relevance of research. Basically, in rotary drilling, the roller drill bit is the most loaded and critical element of the drilling rig, for the life cycle of which (almost more than 10 years), the costs of used bits are usually several times higher than the cost of the machine itself [4,5].

In connection with the crisis rise in the cost of drilling operations, research by scientists is aimed at solving the following main directions [4,5].

- a) Improvement the design of drilling rigs in order to increase their reliability;
- b) Improvement and creation of new high-speed and wear-resistant structures of drilling tools for a number of typified mining, geological and technological conditions of quarries;
- c) Improvement the organization of drilling operations management and forms of service maintenance;
- d) Optimization of the technological process of drilling wells directly in the industrial conditions of existing quarries.

It should be noted that the first two directions are carried out outside the quarries, differ in evolutionary development and are the subject of mainly design developments [4÷7].

It is known that when drilling deep wells, 11 factors were identified that affect the wear of a drilling tool, the geometry of the drilling tool itself being prevailing [6].

On these topical issues, a group of scientists on the project “AP0513118 Creation of drilling tools for drilling wells in the extraction of solid, liquid and gaseous minerals (contract No. 164 of 03/15/2018)” explore a new drilling scheme [7÷11].

Purpose of work: Study of rational drilling patterns and the values of the working angles of the drilling tool of the rake angle γ , relief angle α , wedge angle β , and also the angle of inclination of the cutting tooth ω .

Materials and research results. In existing drilling tools during drilling, the nature of the developed compressive and shearing forces, the size of particles separated from the massif depends on many factors [12÷18].

Upon reaching stresses in the rock being destroyed at a critical level, a chipping will occur in front of the leading edge of the cutting edge of the drilling tool. Further, the drilling tool rotating around its axis will stretch against a recently formed chip ledge and the process will be repeated. When a drilling tool slips during drilling process crushing, shredding and chipping of rock is occur.

As the hardness of rocks increases from soft to medium, the angle of the cutting edge α of the tapered teeth increases from $30\div 40^\circ$ to $80\div 90^\circ$, and the size of the rock-cutting teeth and inserts decreases [12÷15].

With such values of the rear angle α , the cutting taper of the drilling tool becomes dull, and obviously the drilling forces will increase significantly.

For carbide rock cutting tools, the working front, rear, and taper angles are not interconnected, since the reinforcing plates can be of various shapes, and for drilling tools with diamond-carbide plates most often can be round cylinders. The point angle δ of such plates is 90° , and the front β and rear α are interconnected. The cutting force F_{cut} and the formation of cleaved rocks depend on the value of the rake angle β .

The greater the negativity of the rake angle, the higher the resistance of the rock to cutting. The magnitude of the rear angle depends on the kinematic, technical, mining and technological conditions of cutting [19].

It is proved that the resistance of the rock to crushing R_c and chipping R_{ch} are proportional to the contact strength P_c [20]: $R_c = 0.24P_c$; $R_{ch} = 0.06P_c$ - for incisors with a positive rake angle β ; $R_{ch} = 0.07c$ - for incisors with zero rake angle β ; $R_{ch} = 0.08P_c$ - for incisors with a negative rake angle β .

Usually, to prevent the cutting element from landing on the rear face when passing through the top on a descent from each wave, the value of the back angle should not exceed 14.5° , and since the rock-cutting drill reinforced with diamond-hard-alloy drill plates, the front β and rear α angles are structurally interconnected (at an angle of sharpening $\delta = 90^\circ$), then the maximum negativity with a minimum increase in cutting force for new generation crowns is the rake angle β equal to 15° [19].

Some scientists believe that the working rear angle α_p in mining tools is usually $5 \div 20^\circ$. It is not recommended to increase it too much at the front positive angle, as this leads to a decrease in the strength of the cutting part. With the front, negative angle, it can be increased to 30° without much damage to the strength. Wear sites in this case grow less intensively [21].

In practice, depending on the strength of the rocks, rational values of the angle of sharpening δ and the working rake angle characterizing the strength of the cutting part are established: soft - $\delta = 60\div 65^\circ$; $\beta_p = 0\div 10^\circ$; medium strength - $\delta = 65\div 70^\circ$, $\beta_p = -5\div 0^\circ$; above the average strength - $\delta = 70\div 90^\circ$, $\beta_p = -25\div -10^\circ$ [22÷24].

The proposed drilling patterns are significantly different from existing methods. The difference lies in the fact that the cutting disk located at a certain angle ω relative to the axis of the drilling tool 1, vertically from bottom to top, planes the rock (figure 1).

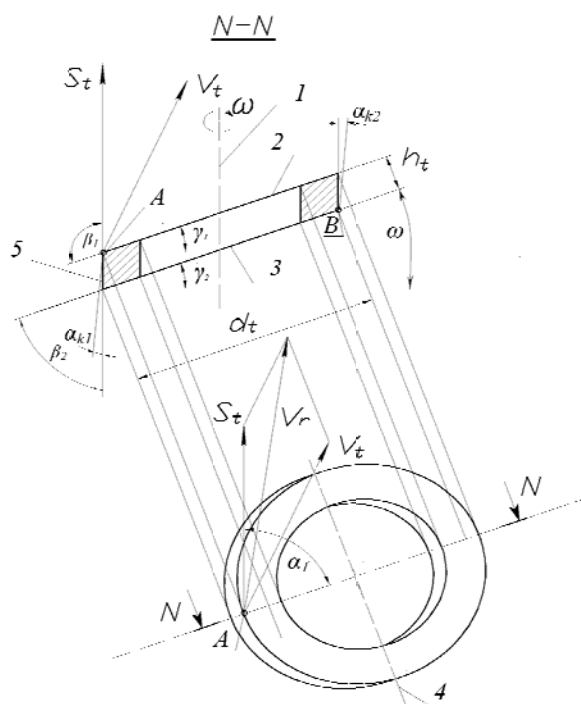


Figure 1 – Scheme for determining the working angles of a cutting tooth of a drilling tool

In the half-turn of the drilling tool, the left part of the tooth along axis 4 with surface 2 cuts off the soil from the walls of the well, where the right part of the tooth with surface 3 along axis 4 smooths the treated surface of the well. To study the drilling pattern and determine the optimal working angles of the cutting wedge, experiments on a drilling tool were carried out on teeth 2,3,4,5, which are made of high-speed steel (figure 2). For cutting into the soil in the design of the drilling tool provided tip 1 mounted on the housing 6 and equipped on three rows with round carbide inserts.

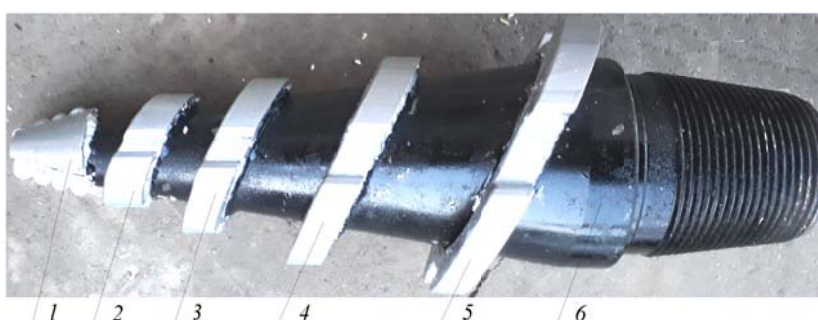


Figure 2 – Drilling tools with cutting teeth made of high-speed steel grade P6M5

The difference between the emerging pair of forces from the drilling tools used in the direction. If the majority of drilling tools have a pair of forces directed on the direction of the drilling tool rotation [4,6,12,16,18], that is, horizontally, then in our case, a pair of forces is directed along the axis of the drilling tool in the vertical direction (figure 1). This confirms the forecasts for a decrease in drilling forces, as well as the appearance of a retracting force down the hole. For this, it is necessary to conduct additional research to optimize the angle of inclination ω and to refine the technological process with respect to the ratios of the values of penetration and rotation of the drilling tool.

It should be noted that according to the geometry of the drilling tools in existing drilling methods, the back face touches and rubs against untreated soil, the cutting element lands on the back side [20÷23]. In this connection, the drilling process as a whole is deteriorating.

In the studied design of the drilling tool, the back relief angles α_1 and α_2 along surface 5 have zero values in statics, and in kinematics it will reach negative values (figure 1), which will smooth and tamper the cut surface of the well. It turns out that by treating the surface of the rear surfaces of the cutting teeth of the walls of the borehole, we strengthen it, preventing shedding and fragments of parts of the walls after drilling. In addition, the full contact of the surface 5 during the drilling process does not allow vibrations in the drilling tool (figure 1).

Preliminary calculations of the geometric parameters of the cutting tooth were made taking into account the volume of the element capturing the rock was calculated based on the volume of the trapezoidal slot in the disk knife (figure 3). There are special slots for the removal of cut soil to the top with drilling mud on the cutting tooth.

According to the deformation of solids [25,26], to obtain a clean shear, taking into account the tooth thickness h , and the volume of rock extracted per one revolution, the lifting angle of the cutting tooth was set as $\omega = 18 \div 22^\circ$ (figure 1). At such values of the tooth elevation angle, it becomes possible to obtain a shear angle of the rock close to $\beta = 45^\circ$. It is known that with such kinematics of the cutting tooth, minimal efforts are spent to destroy a solid [25–27].

The experiments were carried out on drilling of mixed soils with a drilling tool with cutting teeth made of high-speed steel grade P6M5 (figure 3).

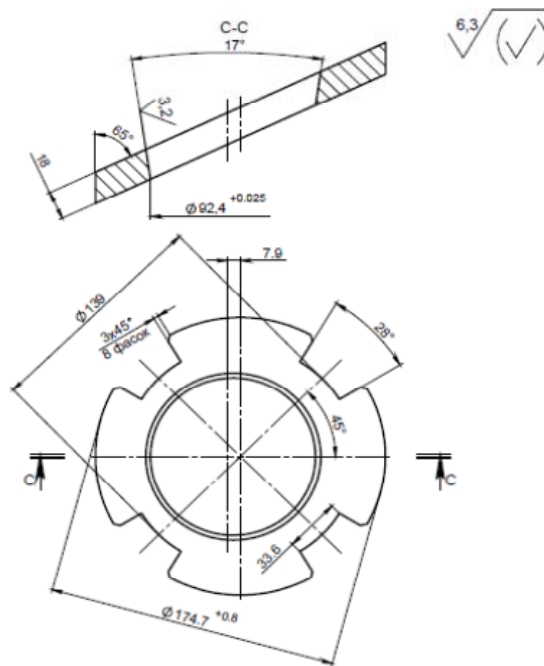


Figure 3 – The design of the fifth cutting tooth (figure 2)

The drill tool contains a sleeve 6 (figure 2), four parallel-mounted teeth 2,3,4,5 mounted in it in the form of disks having cutting edges A and B (Figure 1). The cutting edges have the same relief angles equal to $\alpha_1 = \alpha_2 = -(0 \div 1.5^\circ)$ and the rake angles with the values $\gamma_1 = 20 \div 25^\circ$, $\gamma_2 = -(20 \div 25^\circ)$.

Based on the obtained research data, a boring tool with cutting bit was made from a carbide blade of the BK6 brand (figure 4). The boring tool is designed for drilling of hard rock, it has: 1 - a cone-shaped tip equipped with solid plates in two grooves; 2,3,4,5 - cutting bit in the form of a disk made of structural steel grade 45 steel. The disks are mounted on the drilling tool sleeve (6) and are equipped with hard plates on the front surfaces; 7,8,9,10 - hole for the delivery of drilling fluid into the drill zone, under a certain pressure. It should be noted that the drilling fluid is supplied separately to the drill zone for each bit which facilitates the removal of cut soil. In the sleeve 1, the design of the drilling tool provides a shank with a tapered thread, which is installed with a sleeve adapters on standard drill pipes.

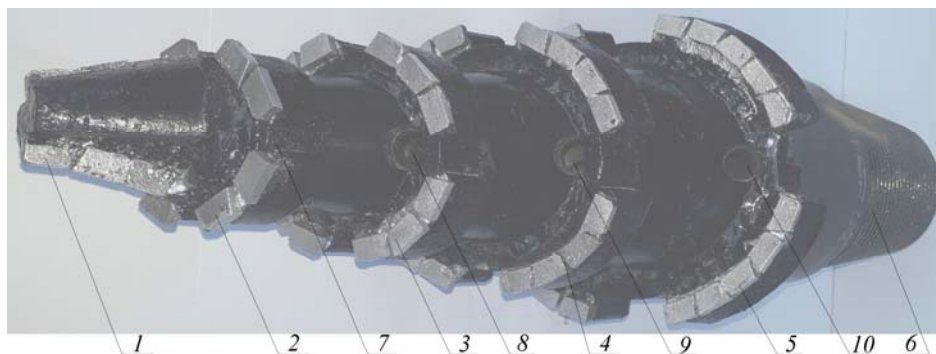


Figure 4 – A boring tool with cutting bit from a BK6 carbide plate

Conclusions. According to the research, the following results are formed:

1. The studied drilling pattern is rational, applicable for drilling operations. The drilling speed V_r at point A will be directed upward at an angle depending on the values of revolution and feed of the drilling tool. The resulting pair of forces is directed along the axis of the drilling tool vertically making it possible to reduce the drilling forces, as well as the appearance of a retracting force down the borehole (figure 1).

2. Negative values of the rear angles α_1 and α_2 along the surface 5 of the cutting bit will smooth, tamp the cut surface of the well, preventing crumbling of the walls of the well (figure 1). The presence of contact between the rear surfaces of the bits strengthens the walls of the borehole, prevents shedding and occurrence of vibrations in the drilling tool (figure 1).

3. An optimal geometry of cutting bit with rational values has been developed (figure 3).

4. Based on the calculations and experiments, the working angles of the cutting bit are assigned (figure 1): - the angle of the cutting bit rise is $\omega = 18 \div 22^\circ$, where minimal effort is spent to destroy the solid; trailing angles equal to $\alpha_1 = \alpha_2 = - (0 \div 1,5^\circ)$ and rake angles with values $\gamma_1 = 20 \div 25^\circ$, $\gamma_2 = - (20 \div 25^\circ)$.

5. Based on the results obtained, a drilling tool with cutting bits was designed and manufactured from a carbide blade of the BK6 brand to determine the resistance and study the emerging drilling forces (figure 4).

Д. Т. Ходжибергенов¹, **Б. К. Уралов¹**, **Е. П. Воеводин¹**, **А. Абдукаримов²**, **Б. Н. Абсадыков³**

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан;

²М. Улуғбек атындағы Өзбекстан Ұлттық университеті, Ташкент, Өзбекстан;

³Ә. Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты, Алматы, Қазақстан

РАЦИОНАЛДЫ БҰРҒЫЛАУ СҰЛБАСЫ ЖӘНЕ БҰРҒЫЛАУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ КЕСУ ТІСТЕРІНІҢ ЖҰМЫС БҰРЫШЫНЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

Аннотация. Жұмыста бұрғылаудың айналмалы процесі қарастырылып, бұрғылау жұмыстары үшін қабылданатын ұтымды бұрғылау сызбасы ұсынылған. Бұрғылау құралының кинематикасын талдау барысында бұрғылау жылдамдығының бағыты анықталған. Роторлы айналмалы бұрғылау кезіндегі шарлы қашау – бұрғылау станогының ең жоғары жүктемесі және ең жауапты элементі, демек, оның өмірлік циклы үшін (іс жүзінде 10 жылдан астам) жұмсалған қашаудың шығындары машинаның өз құнынан бірнеше есе асып түседі. Бұл бұрғылау станоктарының сенімділігін арттыру және бұрғылау құралдарының жаңа, жылдамырақ және төзімді конструкцияларын жасау мақсатында бұрғылау станогының конструкцияларын жетілдіруге бағытталған ғалымдардың эксперименттік зерттеулерінің қайта жаңғыруына себеп болды.

Бұрғылау жұмыстарының дағдарыстық қымбаттауына байланысты, ғалымдардың зерттеулері келесідей негізгі мақсаттарға бағытталған: бұрғылау станоктарының сенімділігін арттыру мақсатында олардың конструкцияларын жетілдіру; карьерлердің бірқатар типтелген тау-кен-геологиялық және технологиялық жағдайлары үшін бұрғылау құралдарының жаңа, жылдам және төзімді құрылымдарын жетілдіру және құру; бұрғылау жұмыстарын басқаруды және сервистік техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыруды жетілдіру; жұмыс істеп тұрған карьерлердің өнеркәсіптік жағдайында ұңғымаларды бұрғылаудың технологиялық процесін оңтайландыруға бағытталған. Бірінші екі бағыт карьерлерден тыс жүзеге асырылады, даму эволюциялық сипатымен ерекшеленеді және негізінен конструкторлық әзірлемелердің мәні болып саналады.

Бұрғылау құралының зерттелетін конструкциясында артқы бұрыштардың статикада нөлдік мәні бар және кинематикада олар ұңғыманың кесілген бетін тегістейтін және үтіктейтін теріс мәндерге жетеді. Яғни ұңғыма қабырғаларының кесетін тістерінің артқы бетін өңдеп, бұрғылаудан кейін қабырғалардың бөліктерінің төгілуі мен сынуын болдырмай, оны нығайтты. Бұдан басқа, бұрғылау процесінде үстіңгі қабаттың толық байланысы бұрғылау құралында дірілдің пайда болуына жол бермейді.

Жұмыс істеп тұрған құрылымдарға қарағанда, бұрғылау құралдарының көпшілігінде жұмыс істейтін күштер жұбы бұрғылау құралының айналу бағыты бойынша бағытталған, яғни көлденең, біздің жағдайда күштер жұбы бұрғылау құралының осі бойынша – тігінен бағытталған. Бұрғылау құралының осі бойынша күштер жұбының тігінен бағытталуы бұрғылауға кедергі күштерінің төмендеуіне, сондай-ақ ұңғыманың осі бойынша төмен қарай тартушы күштің пайда болуына әкеп соғады. Тік орналасқан учаскелерде айналу процесінде орнықтылықты жоғалту нәтижесінде бағананың қисаюы салдарынан ауыспалы жүктемелер пайда болады.

Эксперименттер Р6М5 маркалы жылдам кесетін болаттан жасалған кескіш тістері бар бұрғылау құралымен аралас топырақты бұрғылау бойынша жүргізілді.

Жүргізілген зерттеулердің алынған мәліметтері негізінде ВК 6 маркалы қатты балқитын пластинадан кескіш тістері бар бұрғылау құралы әзірленді. Бұрғылау құралы қатты жыныстарды бұрғылауға арналған, екі пазада қатты пластиналармен жабдықталған конус түріндегі ұштығы бар 45 маркалы конструкциялық болаттан жасалған диск түріндегі кесетін тістері бар. Дискілер бұрғылау құралының корпусына бекітілген және алдыңғы беттеріне қатты пластиналармен жабдықталған; бұрғылау ерітіндісін бұрғылау аймағына белгілі арынмен жеткізуге арналған тесік орын алған. Бұрғылау аймағына әрбір тіске арналған бұрғылау ерітіндісі бөлек беріледі, бұл ажыраған топырақтың ағуын жеңілдетеді. Бұрғылау құралы конструкциясының корпусында стандартты бұрғылау құбырларына арналған өткізгіштердің тығынымен орнатылатын конустық бұрандасы бар өзекше қарастырылған.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде бұрғылаудың ұтымды сұлбасы ұсынылған, оған сәйкес, туындайтын күштер буы бұрғылау құралының осі бойынша тігінен бағытталған, бұл бұрғылау күшін төмендетуге, сондай-ақ бұрғылау ұңғымасы бойынша төмен қарай тартқыш күшке ие болуға мүмкіндік береді.

Кескіш тістің беті бойынша α_1 және α_2 артқы бұрыштарының теріс мәндері үтіктеледі, ұңғыма қабырғаларының бітелуін болдырмай, ұңғыманың кесілген бетін тегістейді. Тістердің артқы беттерінің жанасуының болуы бұрғылау құралында дірілдің пайда болуына жол бермей, ұңғыманың қабырғаларын нығайтады.

Бұрғылау күштеріне төзімділікті анықтау және зерттеу үшін ВК6 маркалы қатты балқитын пластинадан кескіш тістері бар бұрғылау құралы құрастырылды. Пайда болған бұрғылау күштеріне байланысты бұрғылау құралының беріктігін анықтау бағытындағы зерттеулер жүргізілген. Зерттеу нәтижесінде, қаттықұймалы тақтайшадан тұратын тістері бар кесетін бұрғылау құралы дайындалып, жасалған.

Түйін сөздер: айналмалы бұрғылау, ұңғыма, тау-кен кесуге арналған құрал, бұрғылау бұрышы, бұрғылау үлгісі, жылжу күштері, тозу, топырақ, кесу жылдамдығы, бұрғылау жылдамдығы, діріл, тау жынысы, бұрғылау ерітіндісі.

Д. Т. Ходжибергенов¹, Б. К. Уралов¹, Е. П. Воеводин¹, А. Абдукаримов², Б. Н. Абсадыков³

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;

²Ташкентский государственный технический университет им. И. А. Каримова, Ташкент, Узбекистан;

³Институт химических наук им. А. Б. Бектурова, Алматы, Казахстан

РАЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА БУРЕНИЯ И ЗНАЧЕНИЯ РАБОЧИХ УГЛОВ РЕЖУЩЕГО ЗУБА БУРИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Аннотация. В работе рассмотрен процесс вращательного способа бурения и предложена рациональная схема бурения, применимая для бурильных работ. Проведен анализ кинематики бурильного инструмента в процессе работы, определены направления скорости бурения. При роторном вращательном бурении шарошечное долото является самым высоконагруженным и ответственным элементом бурового станка, за жизненный цикл которого (практически более 10 лет) затраты на израсходованные долота в несколько раз превышают стоимость самой машины. Это и явилось причиной возобновления экспериментальных исследований ученых, направленных на совершенствование конструкций буровых станков с целью повышения их надежности и создание новых скоростных и износостойких конструкций буровых инструментов.

В связи с кризисным удорожанием буровых работ исследования ученых направлены для решения следующих основных направлений: совершенствование конструкций буровых станков с целью повышения

их надежности; совершенствование и создание новых скоростных и износостойких конструкций буровых инструментов для ряда типизированных горно-геологических и технологических условий карьеров; совершенствование организации управления буровыми работами и форм сервисного технического обслуживания; на оптимизацию технологического процесса бурения скважин непосредственно в промышленных условиях действующих карьеров. Необходимо отметить, что два первых направления осуществляются вне карьеров, отличаются эволюционностью развития и являются предметом в основном конструкторских разработок.

В исследуемой конструкции бурильного инструмента задние углы имеют нулевые значения в статике, и в кинематике они будут достигать отрицательных значений (рисунок 1), которые будут выглаживать и трамбовать срезанные поверхности скважины. Получается, что обрабатывая поверхность задними поверхностями режущих зубьев стен скважины, мы укрепляем его, предотвращая осыпания и отломки частей стен после бурения. Кроме этого, полный контакт поверхности в процессе бурения не допускает появления вибраций в бурильном инструменте.

В отличие от существующих конструкций, когда у большинства бурильных инструментов пара действующих сил направлена по направления вращения бурильного инструмента, то есть по горизонтали, в нашем случае пара сил направлена по оси бурильного инструмента – по вертикали. Направление пары сил по оси бурильного инструмента по вертикали приводит к снижению сил сопротивления бурению, а также появлению втягивающей силы вниз по оси скважины. На вертикальных участках в процессе вращения появляются переменные нагрузки вследствие искривления колонны в результате потери устойчивости.

По результатам исследований сконструирован и изготовлен бурильный инструмент с режущими зубьями из твердосплавной пластины.

Эксперименты проводились по бурению смешанных грунтов бурильным инструментом с режущими зубьями из быстрорежущей стали марки Р6М5.

На основе полученных данных проведенных исследований изготовлен бурильный инструмент с режущими зубьями из твердосплавной пластины марки ВК6. Бурильный инструмент предназначен для бурения твердых пород, имеет наконечник в виде конуса оснащенной твердыми пластинами в двух пазах; режущие зубья, в виде диска изготовленные из конструкционной стали марки 45. Диска закреплены на корпусе бурильного инструмента и на передних поверхностях оснащены твердыми пластинами; отверстие для доставки бурового раствора в буримую зону, под определенным напором. В буримую зону для каждого зуба бурильный раствор подается по отдельности, что облегчает увод срезанного грунта. В корпусе, конструкции бурильного инструмента предусмотрено хвостовик с конусной резьбой, которые устанавливается с втулкой переходниками на стандартные бурильные трубы.

В результате проведенных исследований предложена рациональная схема бурения, в соответствии с которой, возникающая пара сил направлена вертикально по оси бурильного инструмента, что дает возможность снизить силы бурения, а также проявиться втягивающей силе вниз по буримой скважине.

Отрицательные значения задних углов α_1 и α_2 по поверхности режущего зуба будут выглаживать, трамбовать срезанную поверхность скважины, предотвращая крошения стен скважины. Наличие контакта задних поверхностей зубьев укрепляет стены скважины, предотвращая осыпания и не допуская появления вибраций в бурильном инструменте.

Для определения стойкости и исследования возникающих сил бурения сконструирован бурильный инструмент с режущими зубьями из твердосплавной пластины марки ВК6. Проведены исследования по определению стойкости бурильного инструмента в зависимости от возникающих сил бурения. По результатам исследований сконструирован и изготовлен бурильный инструмент с режущими зубьями из твердосплавной пластины.

Ключевые слова: вращательное бурение, скважина, инструмент для горной резки, бурильная колонна, схема бурения, силы сдвига, износ, грунт, скорость резания, скорость бурения, вибрация, порода, буровая жидкость.

Information about authors:

Khojibergenov Davlatbek Turganbekovich, Doctor of Technical Sciences, Director of Science and Production Department, M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan; had_ji@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0039-9931>

Uralov Baidulla Kidirbayevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan; uralov-1973.2@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5056-3336>

Absadykov Bakhyt Narikbayevich, Doctor of Technical Sciences, Deputy general Director, A. B. Bekturov Institute of Chemical Sciences, Almaty, Kazakhstan; b_absadykov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7829-0958>

Voevodin Yevgenii Petrovich, Senior lecturer, M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan; voevodin46@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8863-3253>

Abdukarimov Abdaly, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, I.A. Karimov Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan; mr.abdali@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7635-4321>

REFERENCES

- [1] <https://fb.ru/article/357874/rotornoe-burenie-skvajin-tehnologiya-printsip-raboty-i-osobennosti/>
- [2] <http://www.diagram.com.ua/info/engineering-and-technology/engineering-and-technology120.shtml>
- [3] Tikhonov A.S. *Analiz nagruzok deystvuyushchikh na buril'nyuyu kolonnu v napravlenom stvole skvazhiny* [Analysis of the loads acting on the drill string in the directional wellbore] / A.S. Tikhonov; sci. supervisor A.V. Yepikhin // Problems of geology and subsurface development: proceedings of the Academician M.A. Ussov. XX International Symposium dedicated to the 120th anniversary of the foundation of Tomsk Polytechnic University, Tomsk, April 4-8, 2016: in 2 volumes. Tomsk: TPU Publishing House, 2016. T. 2. P. 784-786.
- [4] *Vybor i ratsional'naya ekspluatatsiya burovyykh instrumentov i stankov na kar'yerakh* [Selection and rational operation of drilling tools and machine tools in quarries] monograph / under total. ed. V.D. Butkina, A.V. Gileva. Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2010. 236 p.
- [5] <https://docplayer.ru/66254261-Vybor-i-racionalnaya-ekspluatatsiya-burovykh-instrumentov-i-stankov-na-kar'erakh.html>.
- [6] Buchkovskiy Ye.V., Budyukova T.Yu. *Analiz faktorov iznosa burovogo porodorazrushayushchego instrumenta* [Analysis of wear factors of a rock cutting tool]. Scientific and technical journal "Mountain Information and Analytical Bulletin". M.: 2012. 8 p. <https://www.nap.edu/read/2349/chapter/5>. Drilling and boring of rock
- [7] Khojibergenov D.T., Yanyushkin A.S., Ibragimova Z.A., Khozhibergenova U.D., Sherov K.T., Absadykov B.N. Drilling tool with negative drilling force value // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2019. N 1. P. 169–175. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.21>
- [8] Khodzhibergenov D.T., Sherov K.T., Yesirkepov A. *Sposob bureniya i konstruktziya kombinirovannogo bura sverlo-freza* [Method of drilling and design of a combined drill-mill drill]. Vestnik mashinostroyeniya. 2019. N 5. P. 58-60.
- [9] Spivak A.I., Popov A.N., Akbulatov T.O. et al. *Tekhnologiya bureniya neftyanykh i gazovykh skvazhin* [Oil and gas well drilling technology]. M.: Nedra-Business Center LLC, 2003. 509 p.
- [10] Khodzhibergenov D.T., Myrkhalykov Zh.U., Poroshin A.V. Combined boring tool drill bit. Invention international patent PCT/KZ2018/000010.
- [11] Khodzhibergenov D.T., Sherov K., Orynassarov A.K., Ibragimova Z.A. *Issledovaniye i analiz konstruktzii buril'nykh instrumentov* [Research and analysis of the design of drilling tools]. Mekhanika i tekhnologii (TarGU). Taraz, 2018. N 3. P. 68-77.
- [12] Tretyak A.A., Litkevich Yu.F., Borisov K.A. *Opredeleniye skorosti bureniya i narabotki koronok novogo pokoleniya, armirovannykh almazno-tverdosplavnymi plastinami* [Determination of the drilling and operating time of new generation core bits reinforced with diamond carbide inserts]. Neftegaz, 2016. N 10. P. 29-33.
- [13] Abubakirov V.F. *Burovoye oborudovaniye* [Drilling equipment]: Handbook in 2 volumes T. 2. [Text] / V.F. Abubakirov, Yu.G. Burimov // Drilling tool. M., Nedra Publishing House JSC, 2003.
- [14] Borisov K.I. *Nauchnyy metod otsenki effektivnosti dinamicheskikh protsessov razrusheniya gornykh porod pri burenii skvazhin sovremennymi instrumentami rezhushche-skalyvayushchego deystviya* [A scientific method for evaluating the effectiveness of dynamic processes of rock destruction during well drilling with modern cutting and shearing tools]. Dis. Dr. tech. sciences. Tomsk, 2012. 181 p.
- [15] Neskorumnykh V.V. *Razrusheniye gornykh porod pri provedenii geologorazvedochnykh rabot* [Destruction of rocks during exploration [Tekst]] / V.V. Neskorumnykh // Krasnoyarsk: SFU, 2012. 300 p.
- [16] Neskorumnykh V.V. *Bureniye skvazhin* [Drilling of the wells]. Siberian Federal University. Krasnoyarsk, 2014. 400 p.
- [17] <https://www.bhge.com/upstream/drilling/drill-bits/pdc-drill-bits/dynamus-extended-life-drill-bit>. Dynamus Extended-Life Drill Bit
- [18] https://www.researchgate.net/publication/38420017_Mechanical_drilling_processes_for_titanium_alloys. Mechanical drilling processes for titanium alloys.
- [19] <file:///C:/Users/Admin/Desktop/Neftegaz.RU>. *Opredeleniye ratsional'nykh znacheniy rabochikh uglov armiruyushchikh elementov burovyykh koronok - Oborudovaniye, uslugi, materialy* [Determination of rational values of working angles of reinforcing elements of drill bits - Equipment, services, materials].
- [20] Krapivin M.G., Rakov I.Ya., Syssoyev N.I. *Gornyeye instrument* [Mountain tools]. 3rd ed., Revised and supplemented. M.: "Nedra", 1990. 256 p.
- [21] <file:///C:/Users/Admin/Desktop>. *Elementy i parametry gornorezhushchikh instrumentov* [Elements and parameters of mining tools]
- [22] Abubakirov V.F., Bliznyukov V.Yu., Burimov Yu.G., Gnoyevykh A.N., Mezhlumov A.O. *Burovoye oborudovaniye* [Drilling equipment]. Directory. Drilling tool. Volume 2 Subsoil, M., 2003. 494 p.
- [23] Ovchinnikov V.P., Grachov S.I., Frolov A.A. *Spravochnik burovogo mastera* [Handbook of the drill master]. Vol. 1 Author: (ed.) Publisher: Infra-Engineering. M., 2006. 608 p.
- [24] <https://www.hindawi.com/journals/sv/2016/7418635/>. A Review of the Evaluation, Control, and Application Technologies for Drill String Vibrations and Shocks in Oil and Gas Well.
- [25] Pavlov P.V. *Fizika tverdogo tela* [Solid State Physics] / P.V. Pavlov, A.F. Khokhlov. M.: Lenand, 2015. 496 p.
- [26] Strekalov Yu.A. *Fizika tverdogo tela* [Solid State Physics] Textbook / Yu.A. Strekalov, N.A. Tenyakova. M.: Rior, 2018. 535 p.
- [27] Solonenko V.G., Ryzhkin A.A. *Rezaniye metallov i rezhushchiye instrument* [Metal cutting and cutting tools]. St. Petersburg: Higher School, 2007. 416 p.

**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 described work 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 Cross Check originality detection service <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

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

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

Редакторы *Д. С. Аленов, М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*
Верстка *Д. А. Абдрахимовой*

Подписано в печать 12.06.2020.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,6 п.л. Тираж 300. Заказ 3.