

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**

**6 (444)**

**NOVEMBER – DECEMBER 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)  
**Абсадықов Б.Н.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Қырғызстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Тәжікстан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (АҚШ)  
**Жарменов А.А.** 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)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**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 Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде  
29.07.2020 ж. берілген № **KZ39VPY00025420** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *геология және техникалық ғылымдар бойынша мақалалар жариялау.*

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)  
**Абсадыков Б.Н.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Азербайджан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Кыргызстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Таджикистан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (США)  
**Жарменов А.А.** 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)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**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 Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ39VPY00025420**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *публикация статей по геологии и технических наукам.*

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)  
**Absadykov B.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Agabekov V.Ye.** academician (Belarus)  
**Aliyev T.** prof., academician (Azerbaijan)  
**Bakirov A.B.** prof., (Kyrgyzstan)  
**Buktukov N.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Bulat A.F.** prof., academician (Ukraine)  
**Ganiyev I.N.** prof., academician (Tadjikistan)  
**Gravis R.M.** prof. (USA)  
**Zharmenov A.A.** 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)  
**Ozdoyev S.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Postolatii V.** prof., academician (Moldova)  
**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 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: *publication of papers on geology and technical sciences.*

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 6, Number 444 (2020), 6 – 13

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.124>

UDC 665.637.7+547.21+541.11

IRSTI: 67.15.55

**I. O. Aimbetova<sup>1</sup>, U. S. Suleimenov<sup>2</sup>, O. A. Kostikov<sup>3</sup>, R. A. Ristavletov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan;

<sup>2</sup>M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan;

<sup>3</sup>Institute of Mechanical Engineering Problems named after A.N. Podgorny of the NAS, Ukraine.

E-mail: [sccience@ayu.edu.kz](mailto:sccience@ayu.edu.kz)

## **DEVELOPMENT OF HEAT STORAGE MATERIALS BASED ON COMMODITY PARAFFINS**

**Abstract.** Heat storage materials on the basis of liquid paraffins and their narrow fractions with the set temperature of phase transition and the increased heat capacity for enclosing the structures of buildings are received. A method of formulating compositions heat-storage materials with melting temperatures below 25<sup>0</sup>C and increased heat capacity from a mixture of narrow fractions of commodity paraffins is proposed. The technique of obtaining heat-storage materials on the basis of commodity paraffin by mixing components, in obtaining HSM with specified thermal characteristics, the research of component composition, physico-chemical and thermophysical properties, in the research of their operational properties. The technical conditions for the obtained heat- storage materials on the basis of commodity paraffins are developed and the possibility of their application in the enclosing structures of buildings is substantiated. The developed heat-storage material with the set operational properties provides energy saving due to increase of heat capacity and intensity of heat exchange of enclosing designs of buildings.

**Key words:** heat-storage materials, thermal properties, phase transition, paraffin, fraction.

**Introduction.** One of the solutions of regulating the dynamics of cooling of buildings is the use of heat accumulators in enclosing structures. Heat accumulators allow to smooth out daily unevenness and to save energy consumption for heating.

Currently, batteries apply with the using heat- storage materials (HSM) phase transition to maintain a constant temperature in the building. In this case, there is a need to obtain heat- storage materials with a melting point close to 25<sup>0</sup>C, for their use in the enclosing structures of buildings to regulate the heat in their rooms.

One of the key points of reducing energy consumption in construction is the use of the achievements of scientific and technological progress in the production of energy-saving building materials, structures and equipment, as well as improving the heat-shielding qualities of building envelopes [1]. The development of such a scientific and experimental direction in construction as the creation of buildings with efficient use of energy is associated with the accumulation of heat in the enclosing structures of buildings, which leads to the formation of a new direction in the production of energy-saving building materials, such as heat storage materials [2-4].

A promising and economically feasible direction in the production of heat storage materials is the development of new energy-saving materials with a hidden form of energy storage, which include phase-transfer heat storage materials [5-8]. In the transition from solid state to liquid heat storage materials behave like traditional storage materials, their temperature rises when they absorb heat [9]. In contrast to the known heat-accumulating materials in phase-transition heat-storage materials, heat transfer occurs due to the creation of a crystalline structure, and accumulation occurs due to the destruction of the structure during melting. Our analysis of the thermophysical properties of thermal storage materials showed that the

most accessible, widely produced by industry in the process of oil refining material are solid and liquid commodity paraffins and their narrow fractions. They can be used to obtain heat storage materials with a melting point up to 250 C.

**Materials and methods.** Two methods of obtaining heat-storage material that is given thermophysical properties were used in the studies.

- obtaining a material with a melting point of 250C by mixing liquid and solid commercial paraffin in various ratios;

- obtaining by mixing several individual n-alkanes of a material with the required melting temperatures and high enthalpy of melting and phase transition (200-225j/g).

The developed heat storage material based on commercial paraffin was obtained by mixing the initial liquid and solid paraffin in various mass fractions. Determination of the mass fraction of mixing the initial liquid and solid paraffin was made in accordance with the recommendations of the work [10]. Mixing of commercial liquid and solid paraffin and their fractions were performed at a temperature of 40-500C and thorough mixing of the composition with a mixer in the laboratory in accordance with figure 1-2.

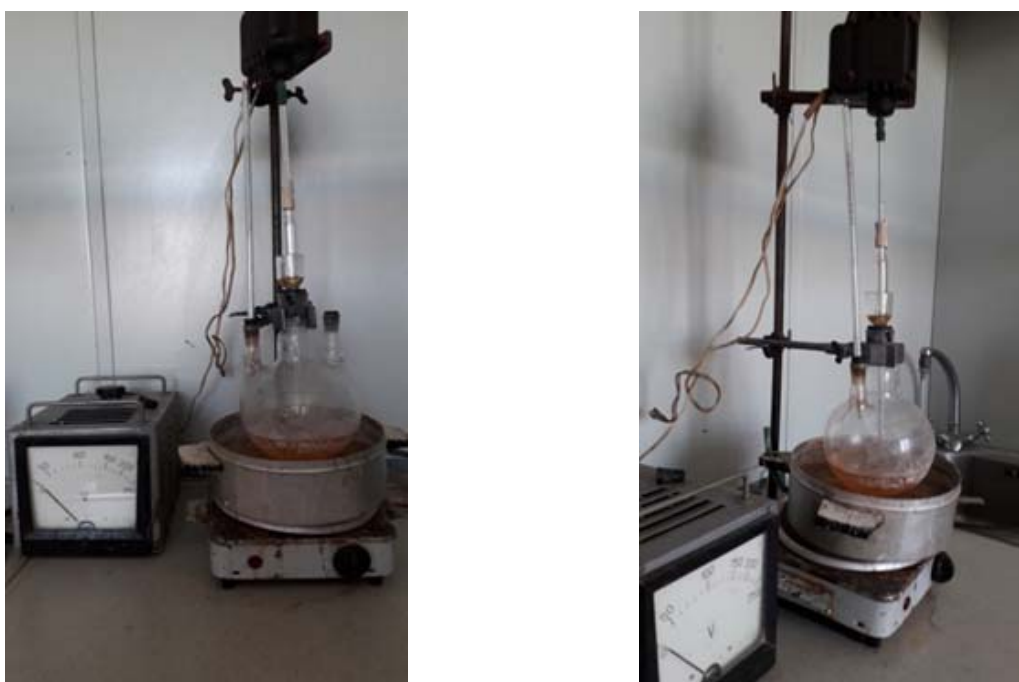


Figure 1 – Laboratory device for producing paraffin compositions



Figure 2 – Non-standard equipment for producing paraffin compositions

Table 1 presents data on samples of heat-storage materials prepared for laboratory research, obtained by mixing in different mass fractions of commercial liquid and solid paraffin.

Table 1 – the Composition and properties of heat storage materials obtained by mixing liquid and solid paraffin.

HSM	Components	Content % mass	Temperature		
			Melting	Beginning	The end
HSM -35	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> - C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	55,5	35	47	30
	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> - C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	44,5			
HSM -25	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> - C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	99,4	25	44	21
	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> - C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	10,6			
HSM -20	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> - C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	25,9	20	42	12
	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> - C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	74,1			
HSM 15	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> - C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	16,7	15	35	7
	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> - C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	83,3			

As shown from data in table 1.2 by mixing commodity liquid and solid paraffin in various ratios, it is possible to obtain heat-storage materials with the required melting points.

**Results and discussion.** As indicated, heat-storage materials of a given thermal properties can be obtained by mixing in different ratios of individual n-alkanes. To allocate fusible fractions from the composition of commercial paraffin, a method based on sequential extraction of fractions with solvents or their mixtures differing in solubility parameters was used [11-13].

According to the method, the paraffin suspension was placed in a two-headed flask with a nozzle, in one throat of which a Schott filter was soldered. The nozzle is a glass tube length from 15 to 20 mm and with an outer diameter of 6-8 mm, internal – 4-6 mm.

Paraffin melts in a flask with a nozzle. And then it cools. In this case, the nozzle in the flask is constantly shaken in order to obtain thin paraffin on the nozzle. Next, a certain amount of methyl ethyl ketone is poured into the flask. After careful mixing and holding for 6 hours, the solvent is poured through a Schott filter into a preliminary weighted porcelain cup. The solvent from the porcelain cup is distilled off, and the fraction is weighed. A mixture of methyl ethyl ketone and toluene in a ratio of 75:25 is poured into the flask [14]. Similarly, the first is allocated the second fraction, the third, etc. The melted temperature was determined by the selected paraffin fractions.

Using the developed method, the product commodity paraffin was fractionated and the fraction with a low melting point was isolated.

It was noted that for individual n-alkanes and their mixtures, the melting enthalpy includes both the enthalpy of the actual melting and the enthalpy of the phase transition to the crystal state.

For individual n-alkanes, the temperature limit in which heat is absorbed or released is 5–70 °C for even n-alkanes and 8–110 °C for odd n-alkanes.

By mixing several individual n-alkanes, it is also possible to obtain heat-storage materials with the required melting temperatures and with the enthalpy of melting and phase transition at the level of 180-220 j/g.

The following requirements are applied on heat-storage materials with a melting – crystallization phase transition:

- the required melting point;
- the maximum enthalpy of melting and phase transition in the crystal state during the transition of the heat-storage material from the solid state to the liquid state and vice versa;
- a small difference in melting and crystallization temperatures, as well as high stability of these temperatures.

Based on these requirements (melting point and high enthalpy of melting and phase transition), heat-storage materials HSM-25-1 and HSM -25-2 were made by mixing individual n-alkanes, as well as HSM -25-3 by mixing commercial liquid and solid paraffin.

From the literature it is known that to obtain the smallest difference of temperatures of melting and phase transition mix of the neighboring n-alkanes, however, in this case the melting temperature and phase transition enthalpy of melting of mixtures of n-alkanes are not averages of the individual components.



It is also noted that the use of a large number of components to obtain a heat-storage material with the required properties reduces the enthalpy of melting and phase transition in the crystal state, and, consequently, the total enthalpy.

When using solid paraffin as a heat-storage material, the heat of crystallization and phase transition in the crystal state is usually used. In work [15-20] it is shown that solid paraffin has two phase transitions: in the crystalline state with the release and absorption of heat, as well as the release and absorption of heat during melting and evaporation. When a solid paraffin is heated, it undergoes phase transformations in the crystalline state, resulting in an increase in heat capacity, and when a higher temperature is reached, the paraffin melts, and its heat capacity again sharply increases.

In the crystal state before the phase transition and in the liquid molten state, the heat capacity of paraffin monotonically increases with rising temperature.

It should be borne in mind that the influence of the melting temperature of paraffin has little effect on their heat capacity, and the heat capacity of paraffin in the solid state is close to the heat capacity in the liquid state.

The melting temperatures and enthalpy values of the melting and phase transition,  $j / g$ , developed by HSM-25-1, HSM -25-2 and HSM -25-3 are presented in table 2.

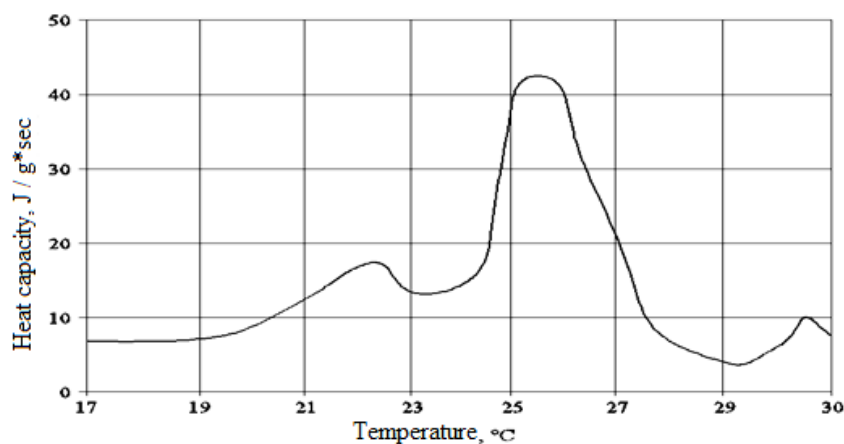
Table 2 – Enthalpy of melting and phase transition developed HSM

Characteristic	HSM-25-1	HSM-25-2	HSM-25-3
The melting temperature according to Zhukov, °C	23-25	24-25	22-29
Molecular mass	247,76	247,79	242,3
Enthalpy of melting $\Delta H_{\text{melting}}$ , J/g	168,7	171,2	161,3
Phase transition enthalpy $\Delta H_{\text{phase}}$ , /g	35,7	34,8	20,03
The sum of the enthalpies of melting $\Delta N_{\text{melting}}$ and the phase transition $\Delta N_{\text{phase}}$ , J / g	204,4	206,0	181,33

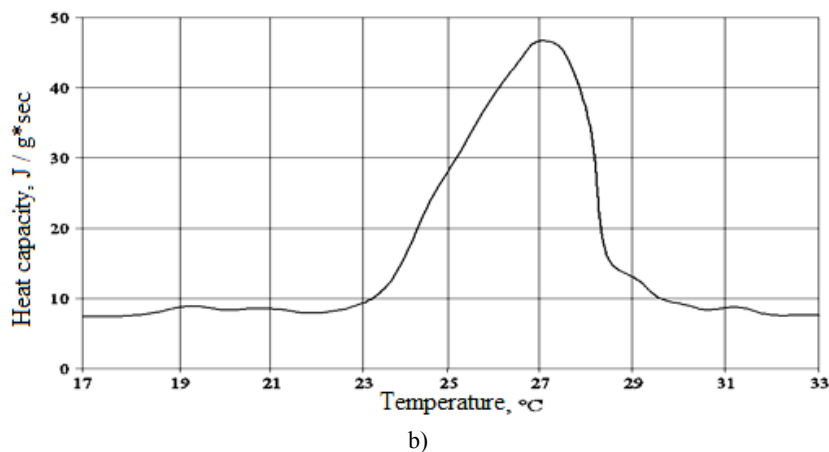
As shown from data in table 2 HSM-25-1 and HSM-25-2 have rather high amounts of heat of fusion and phase transition (from 204.4 to 206.0 J / g). The mixing of solid and liquid paraffins in the production of heat-storage material (HSM-25-3), as shown from the table 2, leads to a decrease in the melting enthalpy, the phase transition in the crystal state and the total enthalpy (their sum). The expansion of the components in the mixture HSM leads to a decrease in the amount of enthalpy.

Therefore, the wider the fractional composition HSM, the lower the enthalpy of melting and in a wider range of temperatures melting occurs.

Graphs of changes in the heat capacity of HSM -25-1 and HSM-25-2 obtained by mixing individual n-alkanes are shown in accordance with figure 3.



a)



a – HSM-25-1, b – HSM-25-2

Figure 3 – Dependences of heat capacity HSM-25-1 and HSM-25-2 on temperature

Graphs of changes in the heat capacity of HSM-25-1 and HSM-25-2 from the temperature of figure 3 shows that the heat capacity HSM changes according to the melting and phase transformations at different temperatures, as well as melting HSM occurs in a certain temperature range.

The gas chromatographic composition of HSM-25-3, obtained by mixing liquid and solid paraffins, is a relatively narrow fraction containing more than 6 individual n-alkanes with an admixture of hydrocarbons.

**Conclusion.** In this regard, heat-storage materials obtained by mixing liquid and commercial solid paraffin have lower melting enthalpy compared to HSM-25-1 and HSM-25-2 obtained by mixing individual n-alkanes. Heat-storage materials obtained by mixing liquid and commercial paraffins, with an average molecular weight of 240.0 to 242.0 have a melting enthalpy of 158.0 to 162.0 j / g and a phase transition enthalpy in the crystal state of 19.3 to 20.03 j / g, respectively. The decrease in the enthalpy of melting and phase transition in HSM-25-3 is explained by the lower content of n-alkanes (90.4 - % by weight) and the content of impurities not related to n-alkanes (7.8 - % by weight). The content of hydrocarbons that do not belong to h-alkanes and hydrocarbons that do not crystallize in conditions HSM, as well as the wide fractional composition of the mixture of commercial liquid and solid paraffins significantly reduce the amount of the enthalpy of melting and phase transition of the heat-storage material.

**Funding.** The work was performed in accordance with the contract for the implementation of research works in the framework of the state order № 212-5 dated March 19, 2018 on the topic AR05130618 «Development and research of heat storage materials based on commodity paraffins with specified thermal properties for building envelope structures».

И. О. Аймбетова<sup>1</sup>, У. С. Сулейменов<sup>2</sup>, О. А. Костиков<sup>3</sup>, Р. А. Риставлетов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан;

<sup>2</sup>М. Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан;

<sup>3</sup>А. Н. Подгорный атындағы Машина жасау мәселелері институты, ҰҒА, Украина

#### ТАУАРЛЫ ПАРАФИНДЕР НЕГІЗІНДЕ ЖЫЛУ АККУМУЛЯЦИЯЛАУШЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ

**Аннотация.** Сұйық парафин мен оның тар фракциялары негізінде фазалық өту температурасымен және ғимараттардың қоршау конструкциясына жоғары жылу сыйымдылығымен жылу жинайтын материалдар алынды. Балку температурасы 25<sup>0</sup>С төмен және тауарлы парафиндердің тар фракцияларының қоспасынан жоғары жылу сыйымдылығы бар жылу жинайтын материал композицияларын құру әдісі ұсынылған. Компоненттерді араластыру арқылы тауарлы парафиндер негізінде жылу жинайтын материалдарды алу, берілген жылу техникалық сипаттамалары бар ТАМ алу, компонент құрамын, физико-химиялық және жылу

физикалық қасиеттерін зерттеу, олардың пайдалану қасиеттерін зерттеу әдісі әзірленді. Тауарлық парафиндер негізінде жылу жинақтайтын материалдарға техникалық шарттар алынды және оларды ғимараттардың қоршау конструкцияларында қолдану мүмкіндігі негізделген. Берілген пайдалану қасиеттері бар әзірленген жылу жинақтағыш материал ғимараттардың қоршау конструкцияларының жылу сыйымдылығы мен жылу алмасуының қарқындылығын арттыру есебінен энергия үнемдеуді қамтамасыз етеді. Бастапқы сұйық және қатты парафинді араластыру массалық үлесін анықтау жұмыс ұсынымдарына сәйкес жүргізілді. Тауарлық сұйық және қатты парафин мен фракцияларын араластыру 40-500 с температурада және зертханалық жағдайда құрамы мұқият араластырылды.

Берілген жылу қасиеттері негізінде жылу жинайтын материалдар жекелеген Н-алкандардың түрлі қатынасында араластыру арқылы алынуы мүмкін. Тауарлық парафин құрамында жылдам балкитын фракцияларды бөлу үшін оның еріткіші немесе ерігіштік параметрлері бойынша ерекшеленетін қоспаларымен біртіндеп алуға негізделген әдіс қолданылды. Әзірленген әдістеме бойынша өнімнің тауарлы парафинін фракциялап, балку температурасы төмен фракцияны бөліп алды. Жекелеген Н-алкандар мен олардың қоспалары үшін балкыту энтальпиясы нақты балку энтальпиясын да, фазалық өту энтальпиясын да кристалды жағдайға қосады. Жеке Н-алкандар үшін жылу жұтылатын немесе бөлінетін шекті температура жұп Н-алкандар үшін 5-70 ° С және тақ Н-алкандар үшін 8-110 ° С құрайды. Осы талаптарды ескере отырып (балку температурасы және балку мен фазалық өтудің жоғары энтальпиясы) жеке Н-алкандарды араластыру жолымен ЖЖМ-25-1 және ЖЖМ-25-2, сондай-ақ тауарлық сұйық және қатты парафинді араластыру арқылы ЖЖМ-25-3 жылытқыш материалдар дайындалды. Қатты парафинді қыздырғанда ри кристалдық күйдегі фазалық түрленуге ұшырайды, жылу сыйымдылығын ұлғайтады, ал жоғары температураға жеткен кезде парафин балкиды және жылу сыйымдылығы қайтадан күрт өседі. 2-кестеде көрсетілгендей, жылу жинайтын материалды (ЖЖМ-25-3) өндіру барысында қатты және сұйық парафиндерді араластыру балку энтальпиясының, кристалдық жағдайға фазалық ауысу мен жалпы энтальпияны (олардың қосындылары) азайтады. HSM қоспасындағы компоненттер кеңейгенде энтальпия мөлшері азаяды.

Демек, ЖЖМ фракциялық құрамы кеңейген сайын, еріту энтальпиясы соғұрлым төмендеп, ұлғайған температура диапазонында балқиды. Температурадан ЖЖМ-25-1 және ЖЖМ-25-2 жылу сыйымдылығының өзгеру графиктері ЖЖМ-дың жылу сыйымдылығы түрлі температурада балку мен фазалық өзгерістерге байланысты өзгеретінін, сондай-ақ ЖЖМ-дың балкуы белгілі бір температуралық интервалда жүретінін көрсетеді. Сұйық және қатты парафиндерді араластыру арқылы алынған ЖЖМ-25-3 газохроматографиялық құрамы көмірсутектер қоспасы бар 6-дан астам жеке Н-алкан кездесетін салыстырмалы тар фракцияны білдіреді. Осыған байланысты сұйық және тауарлы қатты парафинді араластыру арқылы алынған жылу жинайтын материалдар жеке Н-алкандардың араласуы негізінде алынған HSM-25-1 және HSM-25-2 салыстырғанда балкыту энтальпиясы төмендейді. Сұйық және тауарлы парафиндерді араластыру жолымен алынған, орташа молекулалық массасы 240,0-ден 242,0-ге дейін жылу жинайтын материалдардың 158,0-ден 162,0 Дж / г-ға дейін еріту энтальпиясы және кристалды күйдегі фазалық ауысу энтальпиясы тиісінше 19,3-тен 20,03 Дж / г-ға дейінгі аралықта болады. Балку энтальпиясының және ЖЖМ-25-3 фазалық ауысудың төмендеуі Н-алкандардың (90,4 Мас.%) және Н - алкандарға жатпайтын қоспалардың (7,8 мас.%) Н-алкандарға жатпайтын көмірсутектердің және HSM жағдайында кристалданбайтын көмірсутектердің құрамы, сондай-ақ тауарлық сұйық және қатты парафиндер қоспасының фракциялық құрамы балку энтальпиясының және жылу аккумуляциялайтын материалдың фазалық өту шамасын айтарлықтай төмендетеді.

**Түйін сөздер:** жылу аккумуляциялаушы материалдар, жылу техника қасиеттері, фазалық өту, парафиндер, фракция.

И. О. Аймбетова<sup>1</sup>, У. С. Сулейменов<sup>2</sup>, О. А. Костиков<sup>3</sup>, Р. А. Риставлетов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан;

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан;

<sup>3</sup>Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного, НАН Украины

#### РАЗРАБОТКА ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТОВАРНЫХ ПАРАФИНОВ

**Аннотация.** Получены теплоаккумулирующие материалы на основе жидких парафинов и их узких фракции с заданной температурой фазового перехода и повышенной теплоемкостью для ограждающих конструкций зданий. Предложен метод составления композиций теплоаккумулирующих материалов с температурами плавления ниже 25<sup>0</sup>С и повышенной теплоемкостью из смеси узких фракций товарных парафинов. Разработана методика получения теплоаккумулирующих материалов на основе товарных пара-

финов путем смешения компонентов, в получении ТАМ с заданными теплотехническими характеристиками, исследовании компонентного состава, физико-химических и теплофизических их свойств, в исследовании их эксплуатационных свойств. Получены технические условия на теплоаккумулирующие материалы на основе товарных парафинов и обоснована возможность их применения в ограждающих конструкциях зданий. Разработанный теплоаккумулирующий материал с заданными эксплуатационными свойствами обеспечивает энергосбережение за счет повышения теплоемкости и интенсивности теплообмена ограждающих конструкций зданий. Определение массовой доли смешивания исходного жидкого и твердого парафина производилось в соответствии с рекомендациями работы. Смешивание товарного жидкого и твердого парафина и их фракций осуществляли при температуре 40-500С и тщательном перемешивании состава смесителем в лабораторных условиях.

Как указано, теплоаккумулирующие материалы с заданными тепловыми свойствами могут быть получены путем смешивания в различных соотношениях отдельных *n*-алканов. Для выделения легкоплавких фракций из состава товарного парафина был использован метод, основанный на последовательном извлечении фракций растворителями или их смесями, различающимися по параметрам растворимости. По разработанной методике товарный парафин продукта фракционировали и выделяли фракцию с низкой температурой плавления. Было отмечено, что для отдельных *n*-алканов и их смесей энтальпия плавления включает как энтальпию фактического плавления, так и энтальпию фазового перехода в кристаллическое состояние. Для отдельных *n*-алканов предельная температура, при которой тепло поглощается или выделяется, составляет 5-70 ° С для четных *n*-алканов и 8-110°С для нечетных *n*-алканов. Исходя из этих требований (температура плавления и высокая энтальпия плавления и фазового перехода), были изготовлены теплоаккумулирующие материалы ГСМ-25-1 и ГСМ-25-2 путем смешивания индивидуальных *n*-алканов, а также ГСМ-25-3 путем смешивания товарного жидкого и твердого парафина. При нагревании твердого парафина он претерпевает фазовые превращения в кристаллическом состоянии, приводящие к увеличению теплоемкости, а при достижении более высокой температуры парафин плавится, и его теплоемкость снова резко возрастает. Смешение твердых и жидких парафинов при производстве теплоаккумулирующего материала (ГСМ-25-3), Как видно из таблицы 2, приводит к уменьшению энтальпии плавления, фазового перехода в кристаллическое состояние и общей энтальпии (их суммы). Расширение компонентов в смеси НСМ приводит к уменьшению величины энтальпии.

Следовательно, чем шире фракционный состав ГСМ, тем ниже энтальпия плавления и в более широком диапазоне температур происходит плавление. Графики изменения теплоемкости ГСМ-25-1 и ГСМ-25-2 от температуры показывают, что теплоемкость ГСМ изменяется в зависимости от плавления и фазовых превращений при различных температурах, а также плавление ГСМ происходит в определенном температурном интервале. Газохроматографический состав ГСМ-25-3, полученный смешением жидких и твердых парафинов, представляет собой относительно узкую фракцию, содержащую более 6 индивидуальных *n*-алканов с примесью углеводородов. В связи с этим теплоаккумулирующие материалы, полученные смешением жидкого и товарного твердого парафина, имеют более низкую энтальпию плавления по сравнению с НСМ-25-1 и НСМ-25-2, полученными смешением индивидуальных *n*-алканов. Теплоаккумулирующие материалы, полученные путем смешивания жидких и товарных парафинов, со средней молекулярной массой от 240,0 до 242,0 имеют энтальпию плавления от 158,0 до 162,0 Дж / г и энтальпию фазового перехода в кристаллическом состоянии от 19,3 до 20,03 Дж / г соответственно. Снижение энтальпии плавления и фазового перехода в ГСМ-25-3 объясняется более низким содержанием *n*-алканов (90,4 Мас.%) и содержанием примесей, не относящихся к *n* - алканам (7,8 мас.%). Содержание углеводородов, не относящихся к *n*-алканам, и углеводородов, не кристаллизующихся в условиях НСМ, а также широкий фракционный состав смеси товарных жидких и твердых парафинов существенно снижают величину энтальпии плавления и фазового перехода теплоаккумулирующего материала.

**Ключевые слова:** теплоаккумулирующие материалы, теплотехнические свойства, фазовый переход, парафины, фракция.

#### **Information about the authors:**

Aimbetova Indira Orazgalievna, candidate of technical sciences, associate professor, The International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan; science@ayu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-9060-0813>

Suleimenov Ulanbator Seitkazievich, doctor of technical sciences, professor, South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan; ulanbator@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7798-1044>

Kostikov Andrey Olegovich, Doctor of Engineering, Professor, A.N. Podgorny Institute of Mechanical Engineering, NAS, Ukraine; kostikov@ipmach.kharkov.ua; <https://orcid.org/0000-0001-6076-1942>

Ristavletov Raimberdi Amanovich, cts, associate professor, South Kazakhstan State University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan; rar\_1967@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7106-6611>

## REFERENCES

- [1] Ayupova Z.K., Kussainov D.U., Kurmanalieva A.A., Satalinova N.A., Nagan Winston. (2019) Main approaches of the supplement of energy security in Central Asian countries // Bulletin the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Vol. 6, N 382 (2019). P. 306-315. ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print). <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.175>
- [2] Cui Yaping, XieJingchao, LiuJiaping, Wang Jianping, Chen Shuqin. (2017) A review on phase change material application in building, *Advances In Mechanical Engineering*, 9 (6): 1-15. <https://doi.org/10.1177/1687814017700828>
- [3] Wahid Mazlan Abdu, Hosseini Seyed Ehsan, Hussien Hasanen M. (2017) An overview of phase change materials for construction architecture thermal management in hot and dry climate region // *Applied Thermal Engineering*, 112: 1240-1259. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.032>
- [4] Alexeev V.A., Shishanov A.V., Chukin V.F. (2008) Heat storages based on shape-stable phase-transitional material, *Applied Thermal Engineering*, 28 (4): 261-265. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2006.02.024>
- [5] Snezhkin Yu., Mykhailyk V., Korinchevska T., Vorobiev L., Dekusha L. Specific Heat Capacity And Thermal Conductivity Of Heat Storage Materials Based On Paraffin, Browncoal Wax And Polyethylene Wax, *Problemeleenergeticiiregionale. TermoEnergetica*, 2 (25): 38-46.
- [6] Babaev B.D. (2014) Principles of Heat Accumulation and Heat-Accumulating Materials in Use, *High Temperature*, 52 (5): 736-751. <https://doi.org/10.1134/S0018151X14050010>
- [7] Sari Ahmet (2017) Thermal Energy Storage Properties and Laboratory-Scale Thermoregulation Performance of Bentonite/Paraffin Composite Phase Change Material for Energy-Efficient Buildings // *Journal Of Materials In Civil Engineering*, 29 (6): 04017001. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0001775](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001775)
- [8] Suttaphakdee Pattaraporn, Dulsang Nattakan, Lorwanishpaisarn Narubeth, et al. (2016) Optimizing mix proportion and properties of lightweight concrete incorporated phase change material paraffin/recycled concrete block composite, *Construction And Building Materials*, 127: 475-483. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.037>
- [9] Eva Zavrl, GašperZupanc, UrošStritih, MatejaDovjak. (2019) Overheating Reduction in Lightweight Framed Buildings with Application of Phase Change Materials, *Strojniškivestnik // Journal of Mechanical Engineering*, 66: 3-14. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6244>
- [10] Aimbetova I.O., Suleymenov U.S., Kostikov O.A., et all. (2018) Thermal-containing materials based on phase transition in the construction industry // *Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 5: 37-41. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1467.4>
- [11] Sari A. (2004) Form-stable paraffin/high density polyethylene composites as a solid-liquid phase change material for thermal energy storage: preparation and thermal properties // *Energy Conversion and Management*, 45: 2033-2042. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2003.10.022>
- [12] Abhat A. (1983) Low-Temperature Latent-Heat Thermal-Energy Storage - Heat-Storage Materials, *Solar Energy*, 30 (4): 313-332. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(83\)90186-X](https://doi.org/10.1016/0038-092X(83)90186-X)
- [13] Aimbetova I.O., Suleymenov U.S. Development and research of heat-accumulating materials on the basis of commercial paraffin with given heat engineering properties for enclosing structures of buildings. *Turkestan, Kazakhstan*. ISBN: 978-601-339-042-0 (in Russ.).
- [14] Danilin V.N., Bezzabarov L.B., Dulesov A.G., Bizhanov A.M. (1997) Heat storage material [Patent Russian Federation № 02098446] (in Russ.).
- [15] Li Shuang-Fei, Liu Zhen-hua, WangXue-Jiao (2019) A comprehensive review on positive cold energy storage technologies and applications in air conditioning with phase change materials, *APPLIED ENERGY*, 255: UNSP 113667. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113667>
- [16] Kurbaniyazov S.K., Toychibekova G.B., Abdimutalip N.A. and.oth. (2018) A comprehensive study of various loam properties of Besarik field to obtain ecofriendly building materials // *Fresenius Environmental Bulletin*. Vol. 27. N 9/2018. P. 5858-5863.
- [17] Abdimutalip N.A., Toychibekova G.B. and.oth. (2015) Salinization of construction materials and way prevention of this process // *Bulletin of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2015. Issue 6. P. 110-113.
- [18] Smagulova G.T., Harris P.J.F., Mansurov Z.A. Processing house hold polyethylene waste to produce carbon nanotubes // *News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology*. ISSN 2224-5286. Vol. 6, N 438 (2019), 6-11. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1491.67>
- [19] Kolesnikov A.V., Milyutina A.D., Kolesnikov V.A., Zhurinov M., Bayeshov A., Yaskevich V.I. Electroflotation extraction of powdered carbon-based materials from aqueous solution with using of surfactants // *News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology*. ISSN 2224-5286. Vol. 5, N 437 (2019), 15-21. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1491.48>
- [20] Zakarina N.A., Kornaukhova N.A., Dolehanuly O., Akurpekova A.K., Aituganova Sh.Zh. Effect of the termal treatment temperature on the durability and the cracking activity of the catalysts on the base of modified montmorillonite // *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology*. ISSN 2224-5286. Vol. 5, N 437 (2019), 30-36. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1491.50>

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

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

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

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

Подписано в печать 15.12.2020.  
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
17,6 п.л. Тираж 300. Заказ 6.