

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

2016 • 5

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.
PUBLISHED SINCE 1944



Бас редакторы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

Адекенов С.М. проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)
Боос Э.Г. проф., академик (Қазақстан)
Величкин В.И. проф., корр.-мүшесі (Ресей)
Вольдемар Вуйцик проф. (Польша)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Гордиенко А.И. проф., академик (Белорус)
Дука Г. проф., академик (Молдова)
Илолов М.И. проф., академик (Тәжікстан),
Леска Богуслава проф. (Польша),
Локшин В.Н. проф. чл.-корр. (Қазақстан)
Нараев В.Н. проф. (Ресей)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Перни Стефано проф. (Ұлыбритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Ұлыбритания)
Омбаев А.М. проф. (Қазақстан)
Өтелбаев М.О. проф., академик (Қазақстан)
Садыбеков М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сатаев М.И. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Северский И.В. проф., академик (Қазақстан)
Сикорски Марек проф., (Польша)
Рамазанов Т.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Харин С.Н. проф., академик (Қазақстан)
Чечин Л.М. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Энджун Гао проф. (Қытай)
Эркебаев А.Э. проф., академик (Қырғыстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 01.06.2006 ж.
берілген №5540-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://наука-нанрк.kz>, reports-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

Адекенов С.М. проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)
Боос Э.Г. проф., академик (Казахстан)
Величкин В.И. проф., чл.-корр. (Россия)
Вольдемар Вуйцик проф. (Польша)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Гордиенко А.И. проф., академик (Беларусь)
Дука Г. проф., академик (Молдова)
Илолов М.И. проф., академик (Таджикистан),
Леска Богуслава проф. (Польша),
Локшин В.Н. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Нараев В.Н. проф. (Россия)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Перни Стефано проф. (Великобритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Великобритания)
Омбаев А.М. проф. (Казахстан)
Отелбаев М.О. проф., академик (Казахстан)
Садыбеков М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сатаев М.И. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Северский И.В. проф., академик (Казахстан)
Сикорски Марек проф., (Польша)
Рамазанов Т.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Харин С.Н. проф., академик (Казахстан)
Чечин Л.М. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Энджун Гао проф. (Китай)
Эркебаев А.Э. проф., академик (Кыргызстан)

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (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 №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> reports-science.kz

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e fdoctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov****E d i t o r i a l b o a r d :****Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Boos E.G.** prof., academician (Kazakhstan)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Voitsik Valdemar** prof. (Poland)**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)**Gordiyenko A.I.** prof., academician (Belarus)**Duka G.** prof., academician (Moldova)**Ilolov M.I.** prof., academician (Tadjikistan),**Leska Boguslava** prof. (Poland),**Lokshin V.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Narayev V.N.** prof. (Russia)**Nekludov I.M.** prof., academician (Ukraine)**Nur Izura Udzir** prof. (Malaysia)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ombayev A.M.** prof. (Kazakhstan)**Otelbayv M.O.** prof., academician (Kazakhstan)**Sadybekov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Satayev M.I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Severskyi I.V.** prof., academician (Kazakhstan)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief**Kharin S.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Chechin L.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Kharun Parlar** prof. (Germany)**Endzhun Gao** prof. (China)**Erkebayev A.Ye.** prof., academician (Kyrgyzstan)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (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 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

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

<http://nauka-nanrk.kz/> reports-science.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

V.P. Malyshev, Y.S. Zubrina, A.M. Makasheva

Zh. Abishev Chemical and Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan
eia_hmi@mail.ru

INTERCONNECTION OF HEAT AND MECHANICAL ENERGY IN THE DESTRUCTION OF MATERIALS

Abstract. The destruction of solid materials is possible only due to heat exposure at the melting temperature. However, at low temperatures, the destruction may be achieved by mechanical energy impact which is supplemented to the thermal energy of the mill charge. The latter is described by the Boltzmann distribution, which may be applied to a solid state. In the framework of this distribution we can determine the probability of overcoming any energy barrier, taking into account thermal energy of the chaotic motion of particles.

On this basis, a formula to calculate the probability of destruction of matter by the summing action of thermal and mechanical energy was obtained. This ensures the relative decrease in the E_a activation barrier.

Keywords: thermal energy, mechanical energy, interconnection, destruction, Boltzmann distribution, probability theory, activation factor, grinding.

Introduction

It is known, that the destruction of solid materials is possible without mechanical interaction only due to thermal energy at the melting temperature. The same effect can be achieved by supplementing the existing heat energy material by mechanical impact at lower temperatures. This can be proved by means of Boltzmann distribution (energy spectrum) on the kinetic energy of the random motion of particles, and it is applicable to the solid state, as shown in the book of M.A. Leontovich [1].

Equal distribution of particles on kinetic energy of chaotic (thermal) motion depending on the temperature was established by Boltzmann in the following form [2]

$$P_i = N_i / N = \exp(-\varepsilon_i / kT) / \sum_{i=1}^m \exp(-\varepsilon_i / kT), \quad (1)$$

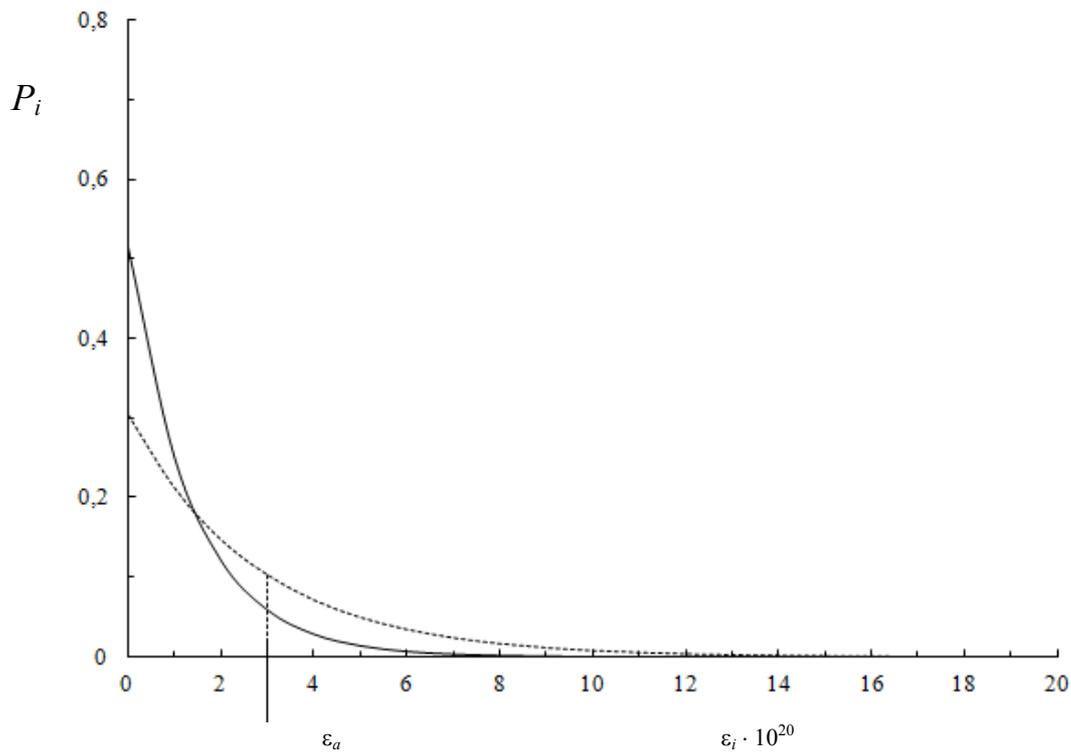
where P_i and N_i – fraction and number of particles with energy, ε_i ; N – total number of particles; k – Boltzmann's constant (named by Max Planck [2]); m – the number of considering energy levels. Magnitude P_i can be interpreted as probability detection of energy particles ε_i .

One of the properties of this distribution is the inhibition on the greater population of the future level of energy in comparison with the previous condition on

$P_{i+1} \leq P_i$. Another feature is to increase the levels of uneven settlement with increasing temperature. Thus, during 0 K, the first level is full, and during $T \rightarrow \infty$ full settlement of all levels of uniformity can be reached $P_i = 1/m$ и $m = N$ [3-5]. Such distribution for two arbitrary temperatures is given on Figure 1.

It has non-increasing character, in other words, the following condition is preserved $P_{i+1} \leq P_i$. With the rise of the temperature, distribution becomes more even (at $T \rightarrow \infty$ distribution becomes almost horizontal and coincides with the x axis). In all cases, the following condition is preserved

$$\sum_{i=1}^{m \leq N} P_i = 1. \quad (2)$$



P_i – fraction of particles, which have energy $\varepsilon_i \pm \Delta\varepsilon/2$, J; $\Delta\varepsilon$ – variability interval ε_i (in this case $\Delta\varepsilon = 10^{-20}$ J); ε_i – average energy of particle on i energy level, J. Solid line for temperature 1000 K, dotted line for 2000 K. ε_a – potential barrier

Figure 1 – Boltzmann distribution (energy spectrum)

In turn, the restriction $m \leq N$ is determined by the number of considering energy levels cannot exceed the number of holders of this feature of their distinctiveness, in other words, the number of particles [5].

In order to determine the fraction of particles which have energy more or less than potential barrier ε_a , it is necessary to sum the distribution of probabilities P_i which is higher that barrier ε_a :

$$P_a = \sum_a^m \exp(-\varepsilon_i/kT) / \sum_1^m \exp(-\varepsilon_i/kT), \tag{3}$$

where a – the number of energy levels corresponding to the activation energy. In order to provide certainty of number a , a whole-number value based on the following ratio should be set

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_a / a, \tag{4}$$

where $\Delta\varepsilon$ – regular energy interval – variation step ε_i .

For a more exact expression P_a , we have to switch from the discrete energy distribution to continuous one, or, to switch from summation to integration. First of all, the numerator and denominator of the fraction (3) are multiplied by $\Delta\varepsilon$ and this factor is put under the summation sign:

$$P_a = \sum_a^m \Delta\varepsilon \exp(-\varepsilon_i/kT) / \sum_1^m \Delta\varepsilon \exp(-\varepsilon_i/kT). \tag{5}$$

when $m \rightarrow \infty$ and $\Delta\varepsilon \rightarrow d\varepsilon$, the transition into integral form is provided

$$P_a = \int_{\varepsilon_a}^{\infty} \exp(-\varepsilon/kT) d\varepsilon \bigg/ \int_0^{\infty} \exp(-\varepsilon/kT) d\varepsilon. \quad (6)$$

This expression reveals the geometric meaning of the function P_a (see Fig. 1): it is equal to the area under the curve $P = f(\varepsilon)$ (this area is the integral of this function) on the right side from ε_a to the area under the whole curve. It is obvious from Fig. 1 that with the rise of temperature, the area under the curve on the right side from ε_a increases, on the left side decreases, that is why the fraction of over barrier particles must increase.

From mathematical point of view, this result is obtained after taking integrals. Thus, primitive function for indefinite integral $\int \exp[-\varepsilon/(kT)] d\varepsilon$ is following

$$F = -kT \exp[-\varepsilon/(kT)] + const. \quad (7)$$

When taking improper integrals in (6) the integration constant is reduced, so integral in the numerator is

$$\int_{\varepsilon_a}^{\infty} \exp[-\varepsilon/(kT)] d\varepsilon = \left[-kT \exp[-\varepsilon/(kT)] \right]_{\varepsilon_a}^{\infty} = kT \exp[-\varepsilon_a/(kT)]. \quad (8)$$

The integral in the denominator is

$$\int_0^{\infty} \exp[-\varepsilon/(kT)] d\varepsilon = \left[-kT \exp[-\varepsilon/(kT)] \right]_0^{\infty} = kT. \quad (9)$$

In general, desired expression is

$$P_a = \exp[-\varepsilon_a/(kT)], \quad (10)$$

resulting the need to increase the fraction of over barrier particles with increasing temperature.

This expression is used as a constituent of a constant velocity even in the Arrhenius equation approximation, and then in terms of more stringent expressions of formal kinetics [6]. No less important is the integral (9), because it makes sense for average integral thermal energy of the particle at a temperature T , with directly comparison of energy barrier ε_a in formula (10). In terms of moles, this formula has the form of

$$P_a = \exp[-E_a/(RT)], \quad (11)$$

of which RT acquires a meaning of average integral heat energy mole of a substance at a temperature T .

Generally, according to the theorem of the average value of function, its actual, mathematically strict value can be determined as the average integral [7]. Therefore, we will call the RT value as average thermal energy.

Detailed consideration of the energy behavior of individual particles in the framework of the Boltzmann distribution can be understood as the microscopic approach; taking into account the average thermal energy as a macroscopic one. Apparently, in this connection of the two extremes, lies enduring value of such representation of complex systems and the possibility to solve specific problems [8], which comprise the issue of adequate displaying the impact of mechanical energy to the destruction of materials.

Interpretation of collapsibility of materials under the summing action of thermal and mechanical energy

In our opinion, the main reason for failure of solution for this problem, considered in this paper [9], is excessive direct comparison of mechanical energy E_{mec} with bound energy of particles E_b , which consists of the subtraction of the first from the second one, for various options for activation destruction

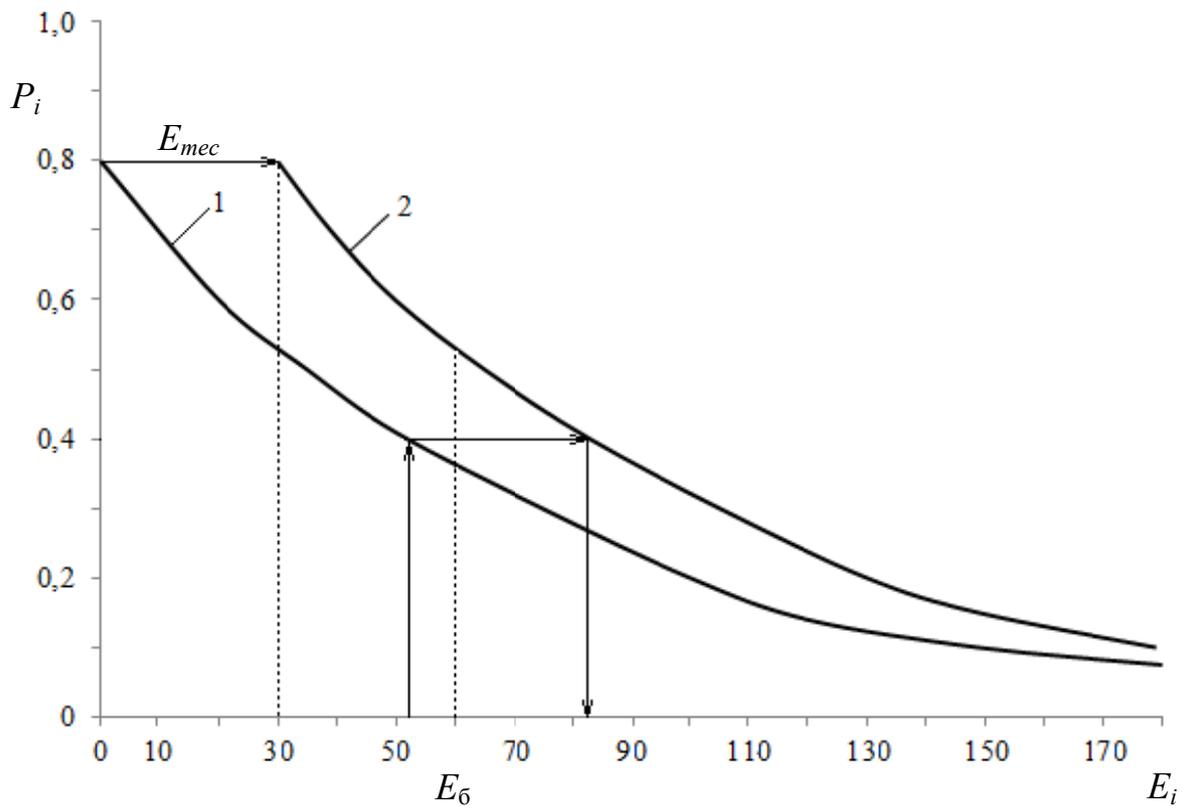
$$P_a = \exp\left(-\frac{E_b - E_{mec}}{RT}\right). \tag{12}$$

Here, during increasing of mechanical energy, the probability of destruction of structure increases, however $E_{mec} > E_b$, which in real terms of destruction may be the norm, but values might be senseless $P_a > 1$. In addition, during such expression of activation factor, thermal and mechanical energy are opposed to each other.

Apparently, considering way of expression of activation energy is taken from the molecular kinetics, which aim is the reduction of activation energy through the use of catalysts.

Meanwhile, during impact of mechanical energy on substance, it is added to the system of thermal energy rather than subtracted from the energy of the particles which may be due to overall impact of thermal and mechanical energy to the substance.

In terms of non-equilibrium addition of mechanical energy, this can be represented as a shift of all energy distribution to the same value for all particles of mechanical energy due to the elastic properties of crystal (Fig. 2).



E_i – energy of particles; E_b – barrier energy, equal to energy of destruction activation E_a ;
 E_{mec} – mechanical energy; P_i – fraction of particles with E_i energy before impact (1)
 with energy $E_i + E_{mec}$ in moment of mechanical impact (2).

Figure 2 – Shift of particles energy by Boltzmann distribution during mechanical impact (per mole). The arrows indicate an instantaneous increase in arbitrary particle energy

We cannot exclude a partial relaxation of the system, accompanied by raise of temperature. The probability to destruct some energy barrier E_b will increase not by absolute, but by relative lowering of the

barrier due to the increase of the total energy of all the particles, resulting over barrier particles (indicated by the arrows movement).

Thus, according to physical reasons, the destruction probability should be expressed as counteracting result of heat and mechanical energy amount to activation barrier energy of substance destruction:

$$P_a = \exp\left(-\frac{E_a}{RT + E_{mec}}\right). \quad (13)$$

Here, unlike (12), the appearance of senseless results is excluded for any RT and E_{mec} , and the provision is guaranteed $0 \leq P_a \leq 1$, while $E_{mec} \gg RT$ the role of thermal energy becomes insignificant.

Since the dimension RT , like E_a , is expressed by specific molar value (J/mol), it is necessary to bring the dimensions and mechanical energy. It's enough to take into account the number of moles in depleting substance and include the value of the mechanical energy to this number:

$$P_a = \exp\left(-\frac{E_a}{RT + \frac{E_{mec}M}{m}}\right), \quad (14)$$

where m – mass of depleting substance, kg; M – its molar mass, kg/mol; E – applying mechanical energy, J.

In fact, all the calculations are valid for any type of influencing energy – sound, radiant (especially, laser), but the most common is the blow energy. We show this in the example of the application of the formula (14) in the new theory of ore reduction, more adequately reflects the probabilistic nature of the process [10-16].

The role of the activation factor in the probabilistic theory of reduction

In this theory, the reduction speed is considered as a production of the probabilities of successive events of joint presence of grinding and grinded bodies in the extent of their randomized mixture (concentration factor, P_{conc}), their spatial compatibility – contact (steric factor, P_{st}), the direct impact of the grinding bodies in the mill material (activation factor P_a) at periodic sustainability of these events (frequency factor, Z , c^{-1}):

$$V = Z \cdot P_{конц} \cdot P_{cm} \cdot P_a. \quad (15)$$

All factors are revealed through specifications on mills, physical constants and operational parameters of grinding process, and also through the blow energy of ball hitting the grain. Thus, the disclosure activation factor (14) leads to the formula

$$P_a = \exp\left[-\frac{E_a}{RT + MgD(\gamma_{uu}/\gamma_3)(d_{uu}/d_j)^3}\right], \quad (16)$$

where E_a - activation energy, adopted for model calculations in equal heat of quartz fusion (the main rock-forming mineral ore) 9170 J/mole; R – universal gas constant, equal to 8,31441 J/(mole·K); T – absolute temperature, equal to room temperature, 298 K; M – molecular weight of quartz, 0,0601 kg/mole; g – gravitation acceleration, 9,807 m/sec²; D – bottom diameter of mill, for model calculations taken from industrial mill characteristics equal to 3,36 m; γ_{uu} and γ_3 - density of material and ore,

accordingly 7874 and 2650 kg/m³; d_b – ball diameter, equal to 0,06 m in average; d_j – size of grains of j fraction.

The impact energy is taken into account through the equivalent to its potential energy of the ball, weight m_{ub} , during fall from a height $h = D$ [14] by the formula

$$E_{mec} = m_b g h. \quad (17)$$

Therefore, it follows from the formula (16) that with decreasing of grain size and increasing of the ball diameter, the destructibility of grains sharply rises. However, this counteracts by the steric (shield factor), which according to geometric ratio of the ball and the grain gets expression

$$P_{cr} = 4 \left[\frac{d_j}{d_{ub}} - \left(\frac{d_j}{d_{ub}} \right)^2 \right]. \quad (18)$$

Here, in contrast, the magnitude of this factor of balls is reduced during the same change in the grain size. Their combined effect is illustrated in Figure 3.

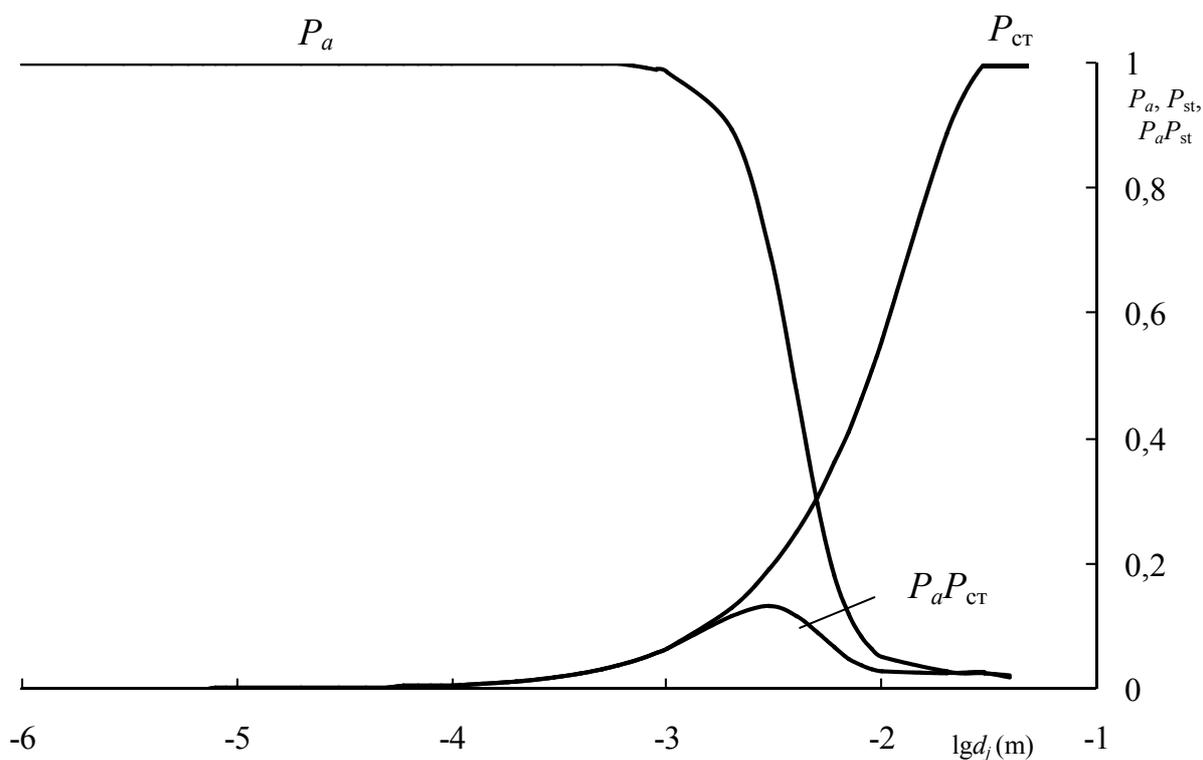


Figure 3 – The dependence of activation and steric factors and their joint effect in each cycle of collisions from the grain size

The findings prove the dominance of the steric factor in the total destruction of all insignificant small classes ranging from 10^{-6} to 10^{-4} with all the destructive power of the direct impact of the ball to the grain. A significant increase in degradability by unfastening of steric factor begins only with 10^{-3} m, but the weakening and activation leads to the formation of degradability on the level of 13.3% for the grain size of 3 mm. Outside this zone, the energy of ball falling spent literally wasted either due to misses in the fine grains from the "dead" (screened) area, or because of a lack of power hitting to break the larger grains.

For the first time in the framework of probability of grinding theory, the extremely low energy

efficiency of the process that requires a minimum 90% of the costs of mining and metallurgical cycle is explained. The result can be considered as further evidence of the enduring value of the statistical distribution (energy spectrum) of Boltzmann, still preserving its topicality for various fields of science and practice [10].

Conclusion

Boltzmann distribution enables to determine the probability of overcoming any energy barrier by the thermal energy of chaotic motion of particles. This effect can be supplemented by taking into account the applied mechanical energy through summing it to heat. In this case the resulting formula is a probability of a substance destruction at a total impact of heat (RT) and mechanical (E_{mec}) energy

$$P_a = \exp\left(-\frac{E_a}{RT + E_{mec}}\right)$$

and provides a relative decrease in the activation barrier E_a . This activation factor is used in the probabilistic theory of materials grinding, and the reason of low energy efficiency of this high input process is revealed.

REFERENCES

- [1] Malyshev V.P. One World. Spontaneity. Controllability. Freedom. Parasitism. M.: Nauchnyj mir, **2012**, 216 p. (in Russ.).
- [2] Bol'cman L. Selected works. The molecular-kinetic theory of gases. Thermodynamics. Statistical mechanics. Radiation Theory. General questions of physics. M.: Nauka, **1984**, 590 p. (in Russ.).
- [3] Malyshev V.P. Fundamentals of thermodynamics of matter at an infinitely high temperature. Alma-Ata: Nauka, **1986**, 64 p. (in Russ.).
- [4] Nurmagambetova A.M., Malyshev V.P., Mamjachenkov S.V. *Vestnik UGTU-UPI*, **2004**, 5(35), 215-218. (in Russ.).
- [5] Malyshev V.P. Probabilistic and deterministic mapping. Almaty: Fylym, **1994**, 376 p. (in Russ.).
- [6] Jemanujel' N.M., Knorre D.G. Chemical Kinetics Course. Textbook for chemical faculties. Ed. 3rd, revised and additional. M.: Vysshaja shkola, **1974**, 400 p. (in Russ.).
- [7] Bronshtejn M.N., Semendjaev K.A. Handbook of mathematics for engineers and technical colleges students. 13th ed., revised. M.: Nauka, **1987**, 544 p. (in Russ.).
- [8] Chertin'jani K. The theory and applying of the Boltzmann equation. Trans. from English. M.: Mir, **1978**, 496 p. (in Russ.).
- [9] Hodakov G.S. Physics of grinding. M.: Nauka, **1972**, 240 p. (in Russ.).
- [10] Malyshev V.P. *Obogashhenie rud*, **1995**, 4-5, 4-14. (in Russ.).
- [11] Malyshev V.P., Turdukozhayeva (Makasheva) A.M., Kajkenov D.A. *Obogashhenie rud*, **2012**, 4, 29-35. (in Russ.).
- [12] Malyshev V.P. *Jenciklopedija inzhenera-himika*, **2013**, 9, 54-59; 10, 56-60; 11, 44-52. (in Russ.).
- [13] V.P. Malyshev, A.M. Turdukozhayeva. *Journal of Materials Science and Engineering A*, **2013**, 2, 131-144. (in Eng.)
- [14] Malyshev V.P., Turdukozhayeva A.M., Ospanov E.A., Sarkenov B. Evaporation and boiling simple substances. M.: Nauchnyj mir, **2010**, 304 p. (in Russ.).
- [15] Zhuhovickij A.A., Shvareman L.A. Physical chemistry: textbook for high schools - 4th ed., revised and additional. M.: Metallurgija, **1987**, 688 p. (in Russ.).
- [16] Malyshev V.P., Makasheva A.M., Zubrina Ju.S. *Obogashhenie rud*, **2016**, 1, 22-26. (in Russ.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Малышев В.П. Единый мир. Стихийность. Управляемость. Свобода. Паразитизм. – М.: Научный мир, 2012. – 216 с.
- [2] Больцман Л. Избранные труды. Молекулярно-кинетическая теория газов. Термодинамика. Статистическая механика. Теория излучения. Общие вопросы физики. – М.: Наука, 1984. – 590 с.
- [3] Малышев В.П. Основы термодинамики вещества при бесконечно высокой температуре. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 64 с.
- [4] Нурмагамбетова А.М., Малышев В.П., Мамяченков С.В. Энергетические аспекты распределения Больцмана // *Вестник УГТУ-УПИ*. – 2004. – № 5(35). – С. 215-218.
- [5] Малышев В.П. Вероятностно-детерминированное отображение. – Алматы: Фылым, 1994. – 376 с.
- [6] Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. Учебник для химических факультетов. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1974. – 400 с.

- [7] Бронштейн М.Н., Семедьяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. 13-е изд., исправленное. – М.: Наука, 1987. – 544 с.
- [8] Чергиньяни К. Теория и приложения уравнения Больцмана. Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 496 с.
- [9] Ходаков Г.С. Физика измельчения. – М.: Наука, 1972. – 240 с.
- [10] Малышев В.П. Новый аспект в теории измельчения руд и управления этим процессом // Обогащение руд. – 1995. – № 4-5. – С. 4-14.
- [11] Малышев В.П., Турдукожаева (Макашева) А.М., Кайкенов Д.А. Развитие теории измельчения руд на основе молекулярной теории соударений и формальной кинетики последовательных реакций // Обогащение руд. – 2012. – № 4. – С. 29-35.
- [12] Малышев В.П. Молекулярный шарм и гремящее торнадо барабанных шаровых мельниц // Энциклопедия инженера-химика. – 2013. – № 9. – С. 54-59; – № 10. – С. 56-60; – № 11. – С. 44-52.
- [13] V.P. Malyshev, A.M. Turdukozhaeva. What Thunder There and is not Heard When Using Ball Mills? // Journal of Materials Science and Engineering A. – 2013. – V. 3. – № 2. – P. 131-144.
- [14] Малышев В.П., Турдукожаева А.М., Оспанов Е.А., Саркенов Б. Испаряемость и кипение простых веществ. – М.: Научный мир, 2010. – 304 с.
- [15] Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия: Учебник для вузов – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1987. – 688 с.
- [16] Малышев В.П., Макашева А.М., Зубрина Ю.С. Влияние взаимного противодействия стерического и активационного факторов на эффективность процесса измельчения // Обогащение руд. – 2016. №1. – с. 22-26.

В.П. Малышев, Ю.С. Зубрина, А.М. Макашева

Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы

МАТЕРИАЛДАРДЫҢ БҮЛІНУІ КЕЗІНДЕГІ МЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЖЫЛУЛЫҚ ЭНЕРГИЯНЫҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ

Аннотация. Тек еру температурасындағы жылу әсері есебінен қатты материалдардың бүлінуі мүмкін. Алайда төмен температурада бүліну механикалық өзара байланыс энергиясының көмегімен жетуі мүмкін, және де ол ұсақталған материалдың жылулық энергиясына толықтырылады. Қатты күйге қолдануға болатын Больцманның таратуы ең соңғы болып жазылады. Осы бөлудің аясында бөлшектердің ретсіз қозғалуындағы жылулық энергияны ескере отырып, кез келген энергетикалық кедергіден өту ықтималдығын анықтауға болады.

Осы негізде заттектердің бүліну ықтималдылығын есептеу үшін формула шығарылған, ол жылулық және механикалық энергияның жалпы әсер етуін ескереді, осылайша E_a активация кедергісінің салыстырмалы төмендеуін қамтамасыз етеді.

Түйін сөздер: жылулық энергия, механикалық энергия, өзара байланыс, бүліну, Больцманның таратуы, ықтималдық теория, активациялық фактор, ұсақтау.

УДК 622.8

В.П. Малышев, Ю.С. Зубрина, А.М. Макашева

Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева, Караганда, Казахстан

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТЕПЛОВОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Разрушение твердых материалов возможно за счет только теплового воздействия при температуре плавления. Но при низких температурах разрушение может быть достигнуто с помощью энергии механического воздействия, которое дополняется к тепловой энергии измельчаемого материала. Последняя описывается распределением Больцмана, которое вполне можно применить к твердому состоянию. В рамках этого распределения можно определить вероятность преодоления любого энергетического барьера, учитывая тепловую энергию хаотического движения частиц.

На этой основе выведена формула для расчета вероятности разрушения вещества по суммарному воздействию тепловой и механической энергии. Тем самым обеспечивается относительное понижение барьера активации E_a .

Ключевые слова: тепловая энергия, механическая энергия, взаимосвязь, разрушение, распределение Больцмана, вероятностная теория, активационный фактор, измельчение.

МАЗМҰНЫ
Астрофизика

<i>Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р.</i> Аккрециялық газды диск пішінінің аккрецияланушы жұлдыздардың орбиталық сипаттамасына әсері.....	5
<i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтімбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.</i> Екі матрицалы фотометрдің басқару жүйесі.....	14

Физика

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.</i> 50 және 65 Мэв энергиядағы альфа-бөлшектердің ¹¹ вядроларында шашырау құбылыстарын зерттеу.....	20
<i>Омар Ж.О., Такибаев Н.Ж., Құрманғалиева В.О.</i> Нейтронды жұлдыздардың кристалдық торларындағы фонон-фононды әсерлесулер.....	26

Химия

<i>Полещук О.Х., Фатеев А.В., Адырбекова Г.М., Ермаханов М.Н., Саудахметов П.А.</i> Тығыздық функционал теориясының әдістерімен металоцендердегі химиялық байланыстың талдауы.....	34
<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Материалдардың бүлінуі кезіндегі механикалық және жылулық энергияның өзара байланысы.....	42

Жер туралы ғылымдар

<i>Бітімбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.</i> Жабық ұсақтау циклда алтынның жиналуының заңдылығын зерттеу.....	50
<i>Бітімбаев М.Ж., Шемякин В.С., Скопов С.В.</i> Қазақстанның мыс және мыс-мырышты кендерін рентгенорадиометриялық байыту.....	55
<i>Ниценко А.В., Требухов С.А., Қасымжанова А.К., Шендяпин А.С.</i> Төмендетілген қысым кезіндегі мышьяқтың диффузия коэффициентін анықтау.....	63

Әлеуметтік ғылымдар

<i>Қурманов Н.А., Рахимбекова А.Е., Бактымбет А.С., Махатова А.Б.</i> Қазақстан республикасындағы кіші және орта бизнестің инновациялық қызметінің дамуы.....	70
<i>Кольбаев М.К., Нурлихина Г.Б., Турабаев Г.К.</i> Шағын инновациялық кәсіпкерлікті венчурлық қаржыландыру.....	80

* * *

Астрофизика

<i>Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т.</i> аккрециялық газды диск пішінінің аккрецияланушы жұлдыздардың орбиталық сипаттамасына әсері.....	87
<i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтімбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.</i> Екі матрицалы фотометрдің басқару жүйесі.....	96

Физика

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.</i> 50 және 65 Мэв энергиядағы альфа-бөлшектердің ¹¹ вядроларында шашырау құбылыстарын зерттеу.....	102
<i>Боос Э.Г., Темірәлиев Т., Избасаров М., Самойлов В.В., Федосимова А.И.</i> Импульсі 22,4 ГэВ/С антипротон-протондық аннигиляцияда және протон мен антипротонның зарядынан айырылу реакциясында оқиға құрылымын талдау.....	108
<i>Бетекбаев А. А., Калыгулов Д. А., Скаков Д. М., Мукашев Б. Н.</i> Күн энергиясының фотоэлектрлік түрлендірілуі: KAZPV жобасының жағдайы мен қолдану келешектері.....	113

Техникалық ғылымдар

<i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Мить К.А.</i> Атомдардың орнын басу әдісімен синтезделген эпитаксиалды SiC қабыршақтарының құрылымы.....	118
<i>Мусабеков Н.Р., Ибраев А. Х., Адильбеков М. Ж.</i> Жылуалмасу процестерін басқару мысалындағы технологиялық процесті басқарудың гибридік жүйесін әзірлеу туралы мәселелер.....	125
<i>Дайрабай Д.Д., Голубев В.Г., Балабеков О.С., Бренер А.М.</i> Нуклеаттардың жоғары концентрациясы жағдайларында кластерлік дисперсиялар түзілуінің ерекшеліктері.....	132
<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> Жылу энергетикалық қондырғылардың капиллярлық-кеуектік жаңа класты салқындату жүйелеріндегі жылумассаалмасуды зерттеу.....	139
<i>Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Алимкулов М.М.</i> ТМД елдерінде рельстерді қолдану тәжірибесі және оның мемлекетаралық стандартты өндіру үшін қолдануы.....	146
<i>Телтаев Б. Б., Айтбаев Қ.А., Аблалиев С.А.</i> Жол құрылымының кернеулі-деформациялық күйіне жерасты коллекторының әсері.....	162
<i>Бахтаев Ш.А., Бочкарева Г.В., Мусатирова Г.Д., Авхадиева Ф.Р.</i> Тәжделуші электрод бетінің қисықтық радиусын анықтау тәсілі.....	173

Механика

<i>Жолдасбеков С.Ө., Ибраев С.М., Сакенова А.М., Иманбаева Н.С., Нұрмағанбетова А.Т.</i> Жүк көтергіш иіптіректі механизмді Арм winmachine компьютерлік жүйесі көмегімен жобалау.....	180
---	-----

Химия

<i>Фазылов С.Д., Животова Т.С., Нүркенов О.А., Абдыкалыков М.А., Сатпаева Ж.Б., Мұқашев А.Б., Жақыпова А.Н., Молдахметов М.З.</i> Көмір қалдықтары мен көмір қоқыстары негізінде брикетті отын алудың тиімді көрсеткіштерін жасау.....	186
<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Материалдардың бүлінуі кезіндегі механикалық және жылулық энергияның өзара байланысы.....	193
<i>Айдарова С.Б., Тлеуова А.Б., Исаева А., Шарипова А.А., Григорьев Д.О., Миллер Р.</i> Гидрофобты агенттерді инкапсуляциялауда пикеринг эмульсиясын қолдану.....	200
<i>Мамырбекова А., Баешов А.Б., Мамырбекова А.</i> Әр түрлі орталарда стационарлы емес токпен поляризациялау кезіндегі күкірттің электрохимиялық қасиеті.....	209
<i>Қоңурбаев А.Е., Баешов А.Б.</i> Композициялы күкірт- графит электродын қолдану арқылы мырыш сульфидін электрохимиялық жолмен алу.....	214
<i>Баешов А.Б., Қоңурбаев А.Е., Адайбекова А.А., Баешова А.К.</i> Совместное восстановление ионов цинка и сульфит-ионов на в стеклографитовом электроде.....	222

Жер туралы ғылымдар

<i>Бітімбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.</i> Жабық ұсақтау циклда алтынның жиналуының заңдылығын зерттеу	231
<i>Ниценко А.В., Требухов С.А., Қасымжанова А.К., Шендятин А.С.</i> Төмендетілген қысым кезіндегі мышьяқтың диффузия коэффициентін анықтау.....	245
<i>Метакса Г.П., Буктуков Н.С.</i> Йеллоустон Жанартауы. Ғылыми аңыз бен шындық.....	252

Медицина

<i>Рахимов Қ.Д., Адекенов С.М.</i> Дәріге тұрақты метастаздардың өсуіне жаңа табиғи препараттардың цитостатиктермен біріктірген кездегі фармакологиялық әсері.....	257
<i>Рахимов Қ.Д.</i> Клиникаға дейінгі зерттеулерде дәрілерге тұрақты метастаздардың пайда болуын анықтау.....	262

Аграрлық ғылым

<i>Аубакиров Х.А., Баймуқанов Д.А., Рахманов С.С.</i> Жамбыл облысы «Бапшы-Сейсенбай» шаруа қожалығында өсірілетін жылқы популяциясындағы түстердің таралу ерекшеліктері.....	268
<i>Асембаева Э.Қ., Сейдахметова З.Ж., Велямов Т.М., Лесова Ж.Т., Нурмуханбетова Д.Е.</i> Функционалдық тағамдық өнімдер. Түйе сүтінен алынатын сүтқышқылды өнімдер.....	275

Қоғамдық ғылымдар

<i>Пилипчук Я.В.</i> XVII–XVIIIғғ. Моғолстан және ұйғыр мемлекеттерінің құлауы.....	285
<i>Есенбекова А.Б.</i> Экономиканың тұрақты дамуы мәселелері және оның климаттың ғаламдық өзгеруіне тәуелділігі жайлы.....	302
<i>Жакипов Б. М.</i> Шет елдердегі көрме қызметінің даму үрдістерін талдау.....	309
<i>Насимов М. Ө.</i> Саяси менеджмент: түсінігі, құрылымы және негізгі түрлері.....	316
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Экономиканың нақты секторындағы еңбекті ынталандыру: қағидалары мен әдістері.....	324
<i>Сейтахметова Н.Л., Жандосова Ш.М., Смағұлов Қ.Е.</i> Діни экстремизм мәселесінің саясаттанулық қыры.....	332

СОДЕРЖАНИЕ

Астрофизика

- Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р.* Влияние профиля аккреционного газового диска на орбитальные параметры аккрецируемых звезд..... 5
- Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтимбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.* Система управления двухматричным фотометром..... 14

Физика

- Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.* Исследование процессов рассеяния альфа-частиц на ядрах ¹¹в при энергиях 50 и 65 Мэв..... 20
- Омар Ж.О., Такибаев Н.Ж., Құрманғалиева В.О.* Фонон-фононное взаимодействие в кристаллических решетках нейтронных звезд..... 26

Химия

- Полещук О. Х., Фатеев А. В., Адырбекова Г.М., Ермаханов М.Н., Саидахметов П.А.* Анализ химической связи в металлоценах методами теории функционала плотности..... 34
- Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.* Взаимосвязь тепловой и механической энергии при разрушении материалов..... 42

Жер туралы ғылым

- Битимбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.* Исследование закономерности накопления золота в замкнутых циклах измельчения..... 50
- Битимбаев М.Ж., Шемякин В.С., Скопов С.В.* Рентгенорадиометрическое обогащение медных и медно-цинковых руд Казахстана..... 55
- Ниценко А. В., Требухов С. А., Касымжанова А. К., Шендятин А. С.* Определение коэффициента диффузии мышьяка при пониженном давлении..... 63

Социальные науки

- Курманов Н.А., Рахимбекова А.Е., Бактымбет А.С., Махатова А.Б.* Развитие инновационной деятельности предприятий малого и среднего бизнеса в Казахстане..... 70
- Kolbayev M. K., Нурлихина Г.Б., Турабаев Г.К.* Венчурное финансирование малого инновационного предпринимательства..... 80

* * *

Астрофизика

- Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т.* Влияние профиля аккреционного газового диска на орбитальные параметры аккрецируемых звезд 87
- Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтимбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.* Система управления двухматричным фотометром..... 96

Физика

- Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.* Исследование процессов рассеяния альфа-частиц на ядрах ¹¹в при энергиях 50 и 65 Мэв..... 102
- Боос Э.Г., Темиралшев Т., Избасаров М., Самойлов В.В., Федосимова А.И.* Анализ структуры событий в антипротон - протонной аннигиляции и реакции перезарядки протона и антипротона при импульсе 22,4 ГэВ/с..... 108
- Бетекбаев А. А., Калыгулов Д. А., Скаков Д. М., Мукашев Б. Н.* Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии: состояние и перспективы использования проекта KAZPV..... 113

Технические науки

- Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Мить К.А.* Структура эпитаксиальных пленок SiC, синтезированных методом замещения атомов 118
- Мусабеков Н.Р., Ибраев А.Х., Адильбеков М. Ж.* О вопросах разработки гибридной системы управления технологическим процессом на примере управления процессами теплообмена..... 125
- Дайрабай Д.Д., Голубев В.Г., Балабеков О.С., Бренер А.М.* Особенности образования кластерных дисперсий в условиях высокой концентрации нуклеатов..... 132
- Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.* Исследование теплообмена в капиллярно-пористых системах охлаждения нового класса тепловых энергоустановок..... 139
- Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Алимкулов М.М.* Опыт применения рельсов в странах СНГ и использование его для разработки межгосударственного стандарта..... 146
- Телтаев Б. Б., Айтбаев К.А., Абляев С.А.* Влияние подземного коллектора на напряженно-деформированное состояние дорожной конструкции..... 162
- Бахтаев Ш.А., Бочкарева Г.В., Мусатирова Г.Д., Авхадиева Ф.Р.* Способ определения радиуса кривизны поверхности коронирующего электрода..... 173

Механика

- Джолдасбеков С.У., Ибраев С.М., Сакенова А.М., Иманбаева Н.С., Нурмаганбетова А.Т.* Проектирование грузоподъемного рычажного механизма с помощью компьютерной системы Arm winmachine..... 180

Химия

<i>Фазылов С.Д., Животова Т.С., Нуркенов О.А., Сатпаева Ж.Б., Абдыкалыков М.А., Мукашев А.Б., Жакупова А.Н., Мулдахметов М.З.</i> Разработка оптимальных параметров получения брикетного топлива на основе угольных отсеков и угольного шлама.....	186
<i>Мальшиев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Взаимосвязь тепловой и механической энергии при разрушении материалов.....	193
<i>Айдарова С.Б., Тлеуова А.Б., Исаева А.Б., Шарипова А.А., Григорьев Д.О., Миллер Р.</i> Применение эмульсии пикеринга для инкапсуляции гидрофобных агентов.....	200
<i>Мамырбекова А., Баешов А.Б., Мамырбекова А.</i> Электрохимическое поведение серы в различных средах при поляризации нестационарными токами.....	209
<i>Коңурбаев А.Е., Баешов А.Б.</i> Электрохимический способ получения сульфида цинка с применением композиционного сера-графитового электрода.....	214
<i>Баешов А.Б., Коңырбаев А.Е., Адайбекова А.А., Баешова А.К.</i> Мырыш және сульфит иондарының шыныграфит электродында бірге тотықсыздануы.....	222

Науки о Земле

<i>Битимбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.</i> Исследование закономерности накопления золота в замкнутых циклах измельчения.....	231
<i>Ниценко А. В., Требухов С. А., Касымжанова А. К., Шендяпин А. С.</i> Определение коэффициента диффузии мышьяка при пониженном давлении.....	245
<i>Метакса Г.П., Буктуков Н.С.</i> Вулкан Йеллоустон. Научные мифы и реальность.....	252

Медицина

<i>Рахимов К.Д., Адекенов С.М.</i> Фармакологическое влияние новых природных препаратов в комбинации с цитостатиками на рост лекарственно резистентных метастазов.....	257
<i>Рахимов К.Д.</i> Индуцирование лекарственной резистентности метастазов перевиваемых опухолей в условиях доклиники.....	262

Аграрные науки

<i>Аубакиров Х.А., Баймуханов Д.А., Рахманов С.С.</i> Особенности распространения мастей в популяции лошадей, разводимых в крестьянском хозяйстве «Бапыш-Сейсенбай» Жамбылской области.....	268
<i>Асембаева Э.К., Сейдахметова З.Ж., Велямов Т.М., Лесова Ж.Т., Нурмуханбетова Д.Е.</i> Функциональные пищевые продукты. Кисломолочные продукты из верблюжьего молока.....	275

Общественные науки

<i>Пилипчук Я.В.</i> Падение Моголистана и уйгурских государств в XVII-XVIII вв.....	285
<i>Есенбекова А.Б.</i> К проблеме устойчивого развития экономики и ее зависимости от глобального изменения климата.....	302
<i>Жакитов Б. М.</i> Анализ тенденций развития выставочной деятельности за рубежом.....	309
<i>Насимов М.О.</i> Политический менеджмент: понятие, структура и основные виды.....	316
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Стимулирование труда в реальном секторе экономики: принципы и подходы.....	324
<i>Сейтахметова Н.Л., Жандосова Ш.М., Смагулов К.Е.</i> Политический аспект проблемы религиозного экстремизма.....	332

CONTENT

Astrophysics

- Shukirgaliyev B.T., Panamarev T.P., Naurzbaeva A.Zh., Kalambay M.T., Makukov M.A., Vilkoviskij E.Y., Omarov Ch.T., Berczik P.P., Just A., Spurzem R.* Effect of gas accretion disc profile on orbital parameters of the accreted stars... 5
Zhantayev Zh.Sh., Kuratov K.S., Seytimbetov A.M., Mailybayev A.T., Alimgazinova N.Sh., Manapbayeva A.B., Kuratova A.K., Iztleuov N.T. Two-matrix photometer control system..... 14

Physics

- Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Mukhamejanov Y.S., Alimov D.K., Demyanova A.S., Danilov A.N.* Study of scattering of alpha particles from ^{11}B nuclei at 50 and 65 mev.....20
Omar Zh., Takibayev N.Zh., Kurmangaliyeva V.O. Phonon-phonon interaction in the crystal lattice of neutron star.....26

Chemistry

- Poleshchuk O. Kh., Fateev A. V., Adyrbekova G.M., Ermakhanov M. N., Saidakhmetov P.A.* Analysis of the chemical bond in the metallocene using density functional theory.....34
Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M. Interconnection of heat and mechanical energy in the destruction of materials..... 42

Earth sciences

- Bitimbayev M.Z., Morozov Y.P., Khamidullin I.H.* Study of gold accumulation regularities in closed grinding cycles..... 50
Bitimbayev M.Z., Shemyakin V.S., Skopov S.V. X-ray radiometric enrichment of copper and copper zinc ores of Kazakhstan..... 55
Nitsenko A. V., Trebukhov S. A., Kasymzhanova A. K., Shendypin A. S. Determination of arsenic diffusion coefficient under reduced pressure..... 63

Social sciences

- Kurmanov N., Rakhimbekova A., Baktymbet A., Makhatova A.* Development of innovative activity in small and medium enterprises in Kazakhstan..... 70
Kolbayev M.K., Nyurlikhina G.B., Tyurabayev G.K. Venture financing of small innovative entrepreneurship..... 80

* * *

Astrophysics

- Shukirgaliyev B.T., Panamarev T.P., Naurzbaeva A.Zh., Kalambay M.T., Berczik P.P., Just A., Spurzem R., Makukov M.A., Vilkoviskij E.Y., Omarov Ch.T.* Effect of gas accretion disc profile on orbital parameters of the accreted stars..... 87
Zhantayev Zh.Sh., Kuratov K.S., Seytimbetov A.M., Mailybayev A.T., Alimgazinova N.Sh., Manapbayeva A.B., Kuratova A.K., Iztleuov N.T. Two-matrix photometer control system..... 96

Physics

- Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Mukhamejanov Y.S., Alimov D.K., Demyanova A.S., Danilov A.N.* Study of scattering of alpha particles from ^{11}B nuclei at 50 and 65 mev.....102
Boos E.G., Temiraliyev T., Izbasarov M., Samoilov V.V., Fedosimova A.I. Analysis of events structure in antiproton-Proton annihilation reaction and reaction of proton and antiproton recharging at 22.4 GeV/c..... 108
Betekbayev A.A., Kalygulov D.A., Skakov D.M., Mukashev B.N. Photovoltaic conversion of solar energy: state and perspectives of KAZPV project..... 113

Technical sciences

- Bakranova D.I., Kukushkin S.A., Beisembetov I.K., Osipov A.V., Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Kenzhaliev B.K., Mit' K.A.* The structure of SiC epitaxial films, synthesized by substitution of atoms.....118
Mussabekov N.R., Ibraev A.K., Adilbekov M.J. On the issues of development the hybrid control system by technological process on the example of the control heat exchange processes.....125
Dairabay D. D., Golubev V.G., Balabekov O.S., Brener A.M. Peculiarities of formation of the cluster dispersions at a high concentration of nuclides..... 132
Genbach A.A., Jamankulova N.O. Study of heat and mass transfer in capillary-porous cooling systems of a new class of energy thermal installations.....139
Mashekov S.A., Absadykov B.N., Alimkulov M.M. Case history of tracks in CIS countries and their application in developing interstate standard 146
Teltayev B.B., Aitbayev K.A., Ablaliev S.A. Impact of underground collector on stress strain behaviour of pavement structure..... 162
Bahtaev Sh.A., Bochkareva G.V., Musapirova G.D., Avhadieva F.R. Method for determining the radius of curvature of the discharge electrodes surface.....173

Mechanics

- Dzholdasbekov S.W., Ibraev S.M., Sakenova A.M., Imanbaeva N.S., Nurmaganbetova A.T.* Design of hoisting bar mechanism with *Apm winmachine* computer system..... 180

Chemistry

- Fazylov S.D., Zhivotova T.S., Nurkenov O.A., Abdykalykov M.A., Satpaeva Zh.B., Mukashev A.B., Zhakupova A.N., Muldakhmetov M.Z.* Development of optimal parameters for production of fuel briquettes on the basis of the coal screening leftovers and coal slurries.....186
Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M. Interconnection of heat and mechanical energy in the destruction of materials 193

<i>Aidarova S., Tleuova A., Issayeva A., Sharipova A., Grigoriev D., Miller R.</i> Application of the pickering emulsion for encapsulation of hydrophobic agents.....	200
<i>Mamyrbekova A., Bayeshov A.B., Mamyrbekova A.</i> Electrochemical behaviour of sulphur in various environments at polarization by non-stationary currents.....	209
<i>Konurbaev A.E., Baeshov A.B.</i> Electrochemical method for producing of zinc sulphide by using sulfur- graphite composite electrode.....	214
<i>Baeshov A.B., Konurbaev A.E., Adaybekova A.A., Baeshova A.K.</i> Joint restoration of zinc and sulfite ions on glass graphite electrodes.....	222
Earth Sciences	
<i>Bitimbayev M.Z., Morozov Y.P., Khamidullin I.H.</i> Study of gold accumulation regularities in closed grinding cycles....	231
<i>Nitsenko A. V., Trebukhov S. A., Kasymzhanova A. K., Shendyapin A. S.</i> Determination of arsenic diffusion coefficient under reduced pressure.....	245
<i>Metaksa G.P., Buktukov N.S.</i> Yellowstone volcano. Scientific myths and reality.....	252
Medicine	
<i>Rakhimov K.D., Adekenov S.M.</i> Pharmacological effect of new natural drugs in combination with cytostatics on the growth of drug-resistant metastases.....	257
<i>Rakhimov K.D.</i> The induction of drug resistance metastasis of transplantable tumors in preclinical conditions.....	262
Agricultural sciences	
<i>Aubakirov Kh.A., Baimukhanov D.A., Rachmanov S.S.</i> Peculiarities of color types dispersion in population of horses bred at the farm «Bapysh-Seisenbay» IN Zhambyl region.....	268
<i>Asembaeva E.K., Seydakhmetova Z.Zh., Velyamov T.M., Lesova Zh.T., Nurmuhambetova D.E.</i> Functional foods. Fermented dairy products from camel milk.....	275
Social Sciences	
<i>Pylycphuk Ya.V.</i> Fall of Mogolistan and Uighur states in XVII-XVIII centuries.....	285
<i>Esenbekova A.B.</i> To the problems of the sustainable development of the economy and its dependence on global climate change.....	302
<i>Zhakupov B.</i> Analysis of trends exhibition activities abroad.....	309
<i>Nassimov M.O.</i> Political management: concept, structure and main types.....	316
<i>Panzabekov A.Zh., Tyurabayev G.K.</i> Stimulation of labor in the real sector of the economy: principles and approaches..	324
<i>Seitakhmetova N.L., Zhandossova Sh.M., Smagulov K.E.</i> Political aspect of problem of religious extremism	
<i>Seitakhmetova N.L., Zhandossova Sh.M., Smagulov K.E.</i> Political aspect of problem of religious extremism.....	332

**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

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

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 10.10.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
п.л. Тираж 2000. Заказ 5.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19