

Код МРНТИ 52.45.23

*K.S. Turebekova¹, G.L. Katkeeva², R.B. Sultangaziev¹, I.M. Oskembekov²¹Non-profit Joint Stock Company Karaganda Technical University after named Abylkas Saginov (Karaganda, Kazakhstan),²Chemical-metallurgical institute after named Zh. Abishev (Karaganda, Kazakhstan)

STUDY ON EFFECT OF SINTERING CONDITIONS ON EXPLORATION OF BARITE RAW MATERIALS

Abstract. The object of works has been the barite-bearing technogenic wastes. These wastes have been not recycled yet. A promising solution to the issue is to explore the raw materials with the chemical methods, in particular, by a method of ammonium fluorosulfate desiliconization. The partial dependences of the raw material exploration on temperature, sintering time and consumption of the exploring reagents have been obtained. Based on the partial dependencies, a mathematical model of the sintering as a generalized multifactor equation has been created. This equation has determined the optimal conditions to explore the barite raw materials. A scheme of ammonium fluorosulfate exploration of the barite raw materials has been developed.

Key words: technogenic wastes, final tailings, concentration, leaching, desiliconization, barite raw materials, exploration of raw materials, silicon-bearing minerals, barite-polymetallic ore, sintering.

Барит шикізатының ашылуына бірігу жағдайларының әсерін зерттеу

Андатпа. Жұмыс объектісі – Қарағайлы кен байыту фабрикасының құрамында барит бар техногендік қалдықтар. Минералогиялық құрамы күрделі болғандықтан құрамында барит бар қалдықтарды өңдеу мәселесі күрделі болып табылады. Мәселені шешудің перспективалы жолы – шикізатты химиялық әдістермен ашу. Ашудың математикалық моделін құру және процесінің оңтайлы шарттарын анықтау мақсатында фторидпен және аммоний сульфатымен біріктіру арқылы барит шикізатын ашу бойынша зерттеулер жүргізілді. Шикізатты ашудың температураға, біріктіру уақытына және ашу реагенттерінің шығынына ерекше тәуелділіктері алынған. Жартылай тәуелділіктер негізінде жалпыланған көпфакторлы тендеу түріндегі біріктіру процесінің математикалық моделі алынды, оған сәйкес барит шикізатын ашудың оңтайлы шарттары анықталды. Барит шикізатын фторсульфат аммонийді ашу схемасы әзірленді.

Түйінді сөздер: техногендік қалдықтар, үйінділік қалдықтар, байыту, сілтісіздендіру, кремнийсіздендіру, бариттік шикізат, шикізатты ашу, кремнийлі минералдар, барит-полиметалл кені, біріктіру.

Исследование влияния условий спекания на вскрытие баритового сырья

Аннотация. Объектом работ являются баритсодержащие техногенные отходы Карагайлинской обогатительной фабрики. Проблема переработки баритсодержащих отходов состоит в сложном минералогическом составе. Перспективным решением проблемы является вскрытие сырья химическими методами. Проведены исследования вскрытия баритового сырья спеканием с фторидом и сульфатом аммония с целью построения математической модели вскрытия и определения оптимальных условий проведения процесса. Получены частные зависимости вскрытия сырья от температуры, времени спекания и расхода вскрывающих реагентов. На основании частных зависимостей получена математическая модель процесса спекания в виде обобщенного многофакторного уравнения, по которому определены оптимальные условия вскрытия баритового сырья. Разработана схема фторо-сульфато-аммонийного вскрытия баритового сырья.

Ключевые слова: техногенные отходы, отвальные хвосты, обогащение, выщелачивание, обескремнивание, баритовое сырье, вскрытие сырья, кремнийсодержащие минералы, барито-полиметаллическая руда, спекание.

Introduction

The object of works has been the barite-bearing technogenic wastes. The wastes include the final tailings of the Karagaily mining and processing plant. They are stored in the tailing dumps, and they have been formed during the flotation concentration of the barite-polymetallic ores of the Karagaily deposit [1, 2]. These tailing dumps occupy a huge territory. Thus, the dumps are pollution sources of soil, air and water by the heavy metals and barite dust. These wastes have been not recycled yet, i.e. there is no effective technology that would allow the cost-effective production of the quality commercial products. The issue with the barite-bearing waste recycling is its complex mineralogical composition. Thus, it leads to the inefficiency of the traditional recycling methods such as the acid leaching and flotation. In order to solve these issues on this raw material recycling, some methods should be found to explore the ore mineral aggregates with the silicon-bearing gangue minerals [3, 4].

The recycling wastes of the barite-polymetallic ores from the Karagaily deposit have a great economic potential. Their composition includes $BaSO_4$ up to 40%; Cu – 0.4%; Zn – 0.8% and Pb – 0.6%. Thus, these wastes can be classified as the industrial polymetallic barite raw materials.

Their advantage over the mineral raw materials is that they do not require the expenditures connected with extraction from the subsurface resources and grinding. The waste reserves are significant. There are up to two tens of millions of tons.

The problem of processing this type of raw materials is the disclosure of clusters of ore minerals with silicon-containing minerals in the waste rock.

The issue on this raw material recycling is to explore the ore mineral aggregates with the silicon-bearing gangue minerals. An innovative solution [5-7] to the issue is to explore the raw materials with using the chemical methods, namely, by a method of ammonium fluorosulfate desiliconization.

Studies to explore barite raw materials by sintering with ammonium fluorosulfate have been made to create a mathematical model of exploration and to define the optimal conditions for this process.

Research methods

The studies have been performed with using the probabilistic and deterministic method of an experiment planning^{1, 2}. The experiments have included the barite raw materials, composition in wt. %: SiO_2 – 40.9; $BaSO_4$ – 32.6; Al_2O_3 – 5.3; Fe – 4.6; S – 6.8; Zn – 0.6; Pb – 0.5 and Cu – 0.2.

¹Malyshev V.P. Probabilistic-deterministic planning of experiment. – Alma-Ata: Science, 1981. – 116 p. (in Russian)

²Malyshev V.P. Mathematical planning of metallurgical and chemical experiment. – Alma-Ata: Science, 1977. – 37 p. (in Russian)

Table 1
Effect of sintering factors on exploration of barite raw materials

Кесте 1
Барит шикізатын ашуға біріктіру факторларының әсері

Таблица 1
Влияние факторов спекания на вскрытие баритового сырья

Experiment No.	$T, ^\circ\text{C}$	τ, min	$C_c, \%$	$C_f, \%$	Exploration of materials, $\alpha, \%$
1	350	30	50	50	55.2
2	350	90	100	100	91.69
3	350	60	75	75	75.9
4	350	180	150	150	99.32
5	350	120	125	125	97.99
6	400	30	100	75	80.07
7	400	30	75	150	99.85
8	400	60	150	125	98.40
9	400	180	125	50	67.05
10	400	120	50	100	96.38
11	375	30	75	125	96.38
12	375	90	150	50	65.85
13	375	60	125	100	89.08
14	375	180	50	75	83.03
15	375	120	100	150	98.48
16	450	30	150	100	92.12
17	450	90	125	75	88.10
18	450	60	50	150	99.74
19	450	180	100	125	99.38
20	450	120	75	50	66.38
21	425	30	125	150	99.26
22	425	90	50	125	99.08
23	425	60	100	50	63.59
24	425	180	75	100	96.64
25	425	120	150	75	84.57
Overall average					87.34

The effect of four factors on the exploration of the raw materials has been studied such as the sintering temperature T , sintering time τ , consumption of ammonium sulfate relative to stoichiometry of reaction with aluminum oxide C_c and consumption of ammonium bifluoride relative to stoichiometry of reaction with silicon oxide C_f .

The sintering of the barite raw materials with ammonium fluorosulfate has been studied with the method described in [8]. The exploration of materials has been estimated with the degree of desiliconization of raw materials. Results of the experiments are demonstrated in Table 1.

Exploration of the barite raw materials relative to the degree of desiliconization has been used as a function of this study. Thus the experimental data on levels of factors

under Table 1 have been selected. As a result, the average experimental values of the functions have been found. The experimental values of the partial functions and their average values are presented in Table 2.

Based on data in Table 2, the dot diagrams of the partial dependences to explore raw materials on the studied factors have been plotted. They are illustrated in Figure 1.

Referring to the point data, the approximating functions have been selected to describe the dependences of exploration of raw materials on the sintering factors under study:

$$\alpha_1 = -6.36 \times 10^{-4} \times T^2 + 0.558T - 33.30. \quad (1)$$

$$\alpha_2 = -3.38 \times 10^{-4} \times \tau^2 + 0.103\tau + 81.42. \quad (2)$$

$$\alpha_3 = 8.65 \times 10^{-5} \times C_c^2 - 0.003C_c + 86.60. \quad (3)$$

$$\alpha_4 = -4.7 \times 10^{-3} \times C_f^2 + 1.287C_f + 11.34. \quad (4)$$

By equations (1-4), values of the partial functions and their average values have been calculated. Results on calculation are demonstrated in Table 3. The insignificant deviation in the average calculated values of functions from an overall experimental average has proved the close correspondence of equations to the dot diagrams.

By equation (5), a coefficient of the nonlinear multivariable correlation has been determined. Thus, by equation 6, the signification of the obtained partial dependencies has been calculated. Results are presented in Table 4.

$$R = \{1 - [(N-1)\Sigma_1^N \times (\alpha_{exp.} - \alpha_{cal.})^2] / \quad (5)$$

$$/ [(N-K-1)\Sigma_1^N \times (\alpha_{exp.} - \alpha_{a.v.})^2]\}^{0.5},$$

$$t_R = R(N-K-1)^{0.5} / (1-R^2). \quad (6)$$

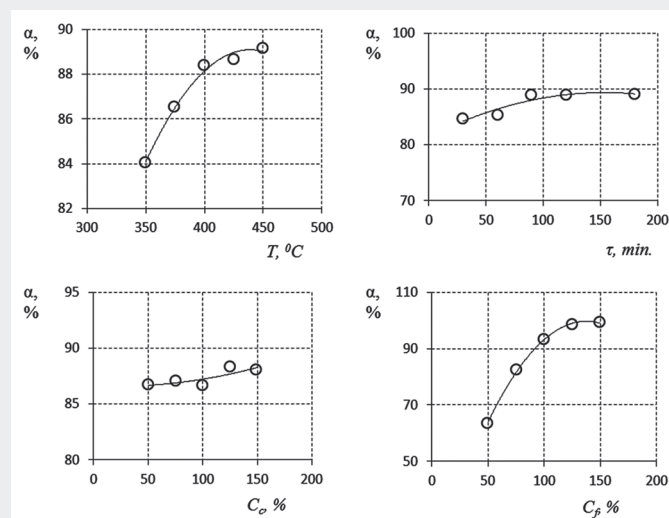


Figure 1. Dependences of exploration of barite raw materials on sintering factors.

Сурет 1. Барит шикізатын ашуға біріктірудің факторларға тәуелділіктері.

Рис. 1. Зависимость вскрытия баритового сырья от факторов спекания.

Table 2
Experimental values of partial functions on exploration of the barite raw materials

Кесте 2

Барит шикізатын ашуда жеке функциялардың тәжірибелік мәндері

Таблица 2

Экспериментальные значения частных функций по вскрытию баритового сырья

Function	Levels					Average value
	1	2	3	4	5	
α_1	84.02	86.56	88.35	88.63	89.14	87.34
α_2	84.606	85.34	88.91	88.76	89.08	87.34
α_3	86.69	87.03	86.64	88.30	88.05	87.34
α_4	63.61	82.33	93.18	98.25	99.33	87.34

Table 3
The calculated values of partial functions on exploration of barite raw materials

Кесте 3

Барит шикізатын ашуда жеке функциялардың есептік мәндері

Таблица 3

Расчетные значения частных функций по вскрытию баритового сырья

Function	Levels					Average value
	1	2	3	4	5	
α_1	84.09	86.51	88.14	88.97	89.01	87.34
α_2	84.21	86.38	87.95	88.91	89.01	87.29
α_3	86.67	86.86	87.16	87.58	88.10	87.27
α_4	63.94	81.43	93.04	98.78	98.64	87.17

Table 4
Correlation coefficient and its signification for private functions on exploration of barite raw materials

Кесте 4

Корреляция коэффициенті және оның барит шикізатын ашуда жеке функциялар үшін маңыздылығы

Таблица 4

Коэффициент корреляции и его значимость для частных функций по вскрытию баритового сырья

Function	R	t_R	Signification of function
α_1	0.99	122.48	significant
α_2	0.92	10.35	significant
α_3	0.74	4.93	significant
α_4	0.999	576.76	significant

Analysis of the partial dependencies has demonstrated that in the matrix experiments, the high effect on degree of exploration of barite raw materials relative to silicon has been made by consumption of ammonium bifluoride. Thus, desiliconization of raw materials has scaled upaverage by 35% during the increase in consumption of ammonium bifluoride from 50% to 125%. Moreover the increase in exploration has been observed in the entire studied interval. All dependencies have been significant.

The generalized multifactor equation (8) to explore barite raw materials has been made under (7) on the basis of the significant partial dependences, and it is presented as

$$\alpha_n = \prod_{i=1}^n \alpha_i / \alpha_{av}^{n-1}, \quad (7)$$

$$\alpha = 1,5 \times 10^{-6} \times (-6,36 \times 10^{-4} T^2 + 0,558 T - 33,30) \times (-3,38 \times 10^{-4} \tau^2 + 0,103 \tau + 81,42) \times (8,65 \times 10^{-5} C_c^2 - 0,003 C_c + 86,60) \times (-4,7 \times 10^{-3} C_f^2 + 1,287 C_f + 11,34). \quad (8)$$

This equation is a mathematical model of the sintering of the barite raw materials with ammonium fluorosulfate in relation to the exploration in terms of silicon. Thus, it has significantly correlated with the experimental data ($R = 0.989$, $t_R = 195.95$).

Based on this equation, the optimal conditions can be determined to explore the studied barite raw material in terms of silicon. In particular, to make 100%

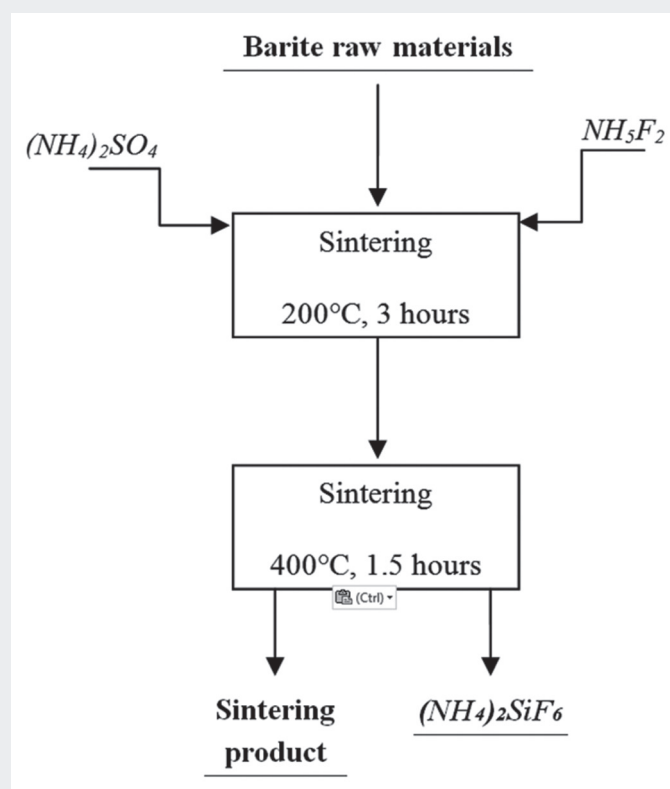


Figure 2. Technological scheme of exploration of barite raw materials.

Сурет 2. Барит шикізатын ашудың технологиялық схемасы.

Рис. 2. Технологическая схема вскрытия баритового сырья.

desiliconization of raw materials at the specified sintering conditions such as temperature 400 °C, time 90 min, consumption of ammonium bifluoride 100%, the optimum rate of ammonium sulfate should be 277%.

The recommended technological scheme of the ammonium fluorosulfate exploration of barite raw materials is illustrated in Figure 2.

Results and conclusion

As a result, the study on sintering of the barite raw materials with the exploring reagents such as bifluoride and ammonium sulfate has determined the essential

effect of the sintering conditions on exploration of the raw materials in terms of silicon.

The partial dependences of exploration of the raw materials on temperature, sintering time and consumption of the exploring reagents have been obtained. Based on the partial dependencies, a mathematical model of the sintering as a generalized multifactor equation has been created. This equation has calculated the optimal conditions to explore the barite raw materials.

The scheme of ammonium fluorine sulfate exploration of the barite raw materials has been developed.

REFERENCES

1. Borsynbayev A., Omarov K., Mustafin Yu., et al. A study of copper leaching from the tailings of the Karagaily (Republic of Kazakhstan) concentrating factory using an electric hydropulse discharge. // *Journal of the Serbian Chemical Society*. – 2022. – Vol. 87(7-8). – P. 925-937 (in English)
2. Mustafin E.S., Omarov K.B., Borsynbaev A.S. et al. Possibility of enrichment of ore processing waste from Karagaily and Zheskazgan mining plants by dry separation method. // *Bulletin of the University of Karaganda. Chemistry*. – 2020. – Vol. 97. – P. 117-123 (in English)
3. Ochrowicz K., Jeziorek M., Wejman K. Copper (II) extraction from ammonia leach solution. // *Physicochemical problems of mineral processing*. – 2014. – Vol. 50(1). – P. 327-335 (in English)
4. Sinclair L., Thompson J. In situ leaching of copper: Challenges and future prospects. // *Hydrometallurgy*. – 2015. – Vol. 157. – P. 306-324 (in English)
5. Ponomarenko T., Nevskaya M., Jonek-Kowalska I. Mineral resource depletion assessment: alternatives, problems, results. // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13. – P. 862(15 p.) (in English)
6. Rötzer N., Schmidt M. Decreasing metal ore grades—is the fear of resource depletion justified? // *Resources*. – 2018. – Vol. 7. – P. 88 (14 p.) (in English)
7. Meinert L.D., Robinson G.R., Nassar N.T. Mineral resources: reserves, peak production and the future. // *Resources*. – 2016. – Vol. 5. – P. 14 (in English)
8. Turebekova K.S., Sultangaziyev R.B., Morozov Yu.P. Razrabotka sxemy ftoro-sul'fatoammonijnogo vskrytiya syr'ya [Development of a scheme for fluoro-ammonium sulphate opening of raw materials]. // *Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy online konferencii «Integraciya nauki, obrazovaniya i proizvodstva – osnova realizacii Plana nacii» (Saginovskie chteniya №12) = Proceedings of the International scientific and practical online conference «Integration of science, education and production – the basis for the implementation of the Plan of the Nation» (Saginov Readings №12)*. – Karaganda, 2020. – P. 135-138 (in Russian)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Borsynbayev A., Omarov K., Mustafin Yu., және т. б. Қарағайлы кен орнының қалдық қоймаларынан мыс шаймалауын зерттеу (Қазақстан Республикасы) электрлік гидроимпульстік разрядты пайдаланатын зауыттар. // *Сербия химия қоғамының журналы*. – 2022. – Шығ. 87(7-8). – Б. 925-937 (ағылшын тілінде)
2. Mustafin E.S., Omarov K.B., Borsynbaev A.S., және т. б. Қарағайлы және Жезқазған КБК кен өңдеу қалдықтарын құрғақ айыру әдісімен байыту мүмкіндігі. // *Қарағанды университетінің хабаршысы. Химия*. – 2020. – Шығ. 97. – Б. 117-123 (ағылшын тілінде)
3. Ochrowicz K., Jeziorek M., Wejman K. Аммиакты шаймалау ерітіндісінен мыс (II) алу. // *Минералды өңдеудің физика-химиялық мәселелері*. – 2014. – Шығ. 50(1). – Б. 327-335 (ағылшын тілінде)
4. Sinclair L., Thompson J. Мысты жерасты шаймалау: проблемалары мен болашағы. // *Гидрометаллургия*. – 2015. – Шығ. 157. – Б. 306-324 (ағылшын тілінде)
5. Ponomarenko T., Nevskaya M., Jonek-Kowalska I. Минералды ресурстардың сарқылуын бағалау: баламалар, қиындықтар, ресурстар. // *Тұрақтылық*. – 2021. – Шығ. 13. – Б. 862 (15 б.) (ағылшын тілінде)

6. Rötzer N., Schmidt M. Кендегі металдардың азаюы – ресурстардың таусылуынан қорқуорынды ма? – Ресурстар. – 2018. – Шығ 7. – Б. 88 (14 б.) (ағылшын тілінде)
7. Meinert L.D., Robinson G.R., Nassar N.T. Пайдалы қазбалар: қорлар, өндірістің шыңы және болашағы. // Ресурстар. – 2016. – Шығ. 5. – Б. 14 (ағылшын тілінде)
8. Туребекова К.С., Султангазиев Р.Б., Морозов Ю.П. Шикізатты фтор-аммоний сульфатымен ашу схемасын құру // «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарыне жүзеге асырудың негіздері» Халықаралық ғылыми-тәжірибелік онлайн-конференцияның еңбектері (Сағынов оқулары №12). // – Қарағанды, 2020. – Б. 135-138 (орыс тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Vorsynbaev A., Omarov K., Mustafin Yu. и др. Исследование выщелачивания меди из хвостов Карагайлинского месторождения (Республика Казахстан) обогатительной фабрики с использованием электрического гидроимпульсного разряда. // Журнал Сербского химического общества. – 2022. – Вып. 87(7-8). – С. 925-937 (на английском языке)
2. Mustafin E.S., Omarov K.B., Vorsynbaev A.S. и др. Возможность обогащения отходов рудопереработки Карагайлинского и Жезказганского ГОКов методом сухой сепарации. // Вестник Карагандинского университета. Химия. – 2020. – Вып. 97. – С. 117-123 (на английском языке)
3. Ochrotowicz K., Jeziorek M., Wejman K. Извлечение меди (II) из аммиачного выщелачивающего раствора. // Физико-химические проблемы обогащения полезных ископаемых. – 2014. – Вып. 50(1). – С. 327-335 (на английском языке)
4. Sinclair L., Thompson J. Подземное выщелачивание меди: проблемы и перспективы. // Гидрометаллургия. – 2015. – Вып. 157. – С. 306-324 (на английском языке)
5. Popotarenko T., Nevskaya M., Jonck-Kowalska I. Оценка истощения минеральных ресурсов: альтернативы, проблемы, ресурсы. // Устойчивость. – 2021, – Вып. 13. – С. 862 (15 с.) (на английском языке)
6. Rötzer N., Schmidt M. Снижение содержания металлов в руде – оправдан ли страх истощения ресурсов? // Ресурсы. – 2018. – Вып. 7. – С. 88 (14 с.) (на английском языке)
7. Meinert L.D., Robinson G.R., Nassar N.T. Минеральные ресурсы: запасы, пиковая добыча и будущее. // Ресурсы. – 2016. – Вып. 5. – С. 14 (на английском языке)
8. Туребекова К.С., Султангазиев Р.Б., Морозов Ю.П. Разработка схемы фторо-сульфатоаммонийного вскрытия сырья // ТРУДЫ Международной научно-практической online конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №12). – Караганда, 2020. – С. 135-138 (на русском языке)

Information about the authors:

Turebekova K.S., Doctoral Student at the Department «Nanotechnology and Metallurgy» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University after named Abylka Saginov» (Karaganda, Kazakhstan), kakosh-94@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0338-679X>

Katkeeva G.L., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head at the Laboratory «Chemistry and Technology of High-Siliceous Materials» of the Chemical-Metallurgical Institute after named Zh. Abishev (Karaganda, Kazakhstan), katkeeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3910-7599>

Sultangaziev R.B., PhD, Acting Assistant Professor at the Department of «Nanotechnology and Metallurgy» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylka Saginov» (Karaganda, Kazakhstan), sulrus83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3928-486X>

Oskembekov I.M., Senior Researcher at the Laboratory «Chemistry and Technology of High-Silicon Materials» of the Chemical and Metallurgical Institute named after Zh. Abishev (Karaganda, Kazakhstan), ilyasosk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3074-3572>

Авторлар туралы мәліметтер:

Туребекова К.С., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Нанотехнологиялар және металлургия» кафедрасының докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Каткеева Г.Л., техника ғылымдарының кандидаты, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институтының, «Жоғары кремнийлі материалдардың химиясы және технологиясы» зертханасының доценті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Султангазиев Р.Б., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Нанотехнологиялар және металлургия» кафедрасының м.а. доценті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Оскембеков И.М., Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институтының, «Жоғары кремнийлі материалдардың химиясы және технологиясы» зертханасының аға ғылыми қызметкері (Қарағанды қ., Қазақстан)

Сведения об авторах:

Туребекова К.С., докторант кафедры «Нанотехнологии и металлургия» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Каткеева Г.Л., канд. техн. наук, доцент лаборатории «Химия и технология высококремнистых материалов» Химико-металлургического института им. Ж. Абишева (г. Караганда, Казахстан)

Султангазиев Р.Б., PhD, и.о. доцента кафедры «Нанотехнологии и металлургия» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Оскембеков И.М., старший научный сотрудник лаборатории «Химия и технология высококремнистых материалов» Химико-металлургического института им. Ж. Абишева (г. Караганда, Казахстан)

TECH MINING СИБИРЬ

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

06-07 апреля 2023, Иркутск

TECH MINING СИБИРЬ объединяет участников всей цепочки горнодобывающей промышленности Сибири для взаимодействия, презентации инноваций и экспертных мнений, поиска новых потенциальных клиентов и партнерских отношений и построения будущего развития отрасли.

Даты проведения:
06-07 апреля 2023

Место проведения: Иркутск,
отель Иркутск Сити Центр,
ул. Чкалова, д.15.

**Контакты организаторов и
регистрация на участие:**
+7-499-11-205-11
nfo@techmining.ru
www.techmining.ru

**УЧАСТИЕ ДЛЯ ДЕЛЕГАТОВ ОТ
ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ
БЕСПЛАТНОЕ.**