

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

2 (428)

**НАУРЫЗ – СӘУІР 2018 ж.
МАРТ – АПРЕЛЬ 2018 г.
MARCH – APRIL 2018**

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies 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 chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология 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. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» 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 в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Ағабеков В.Е. проф., академик (Белорус)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Ресей)
Газалиев А.М. проф., академик (Қазақстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Қазақстан)
Жармағамбетова А.К. проф. (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Қырғыстан)
Итқулова Ш.С. проф. (Қазақстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Қазақстан)
Баешов А.Б. проф., академик (Қазақстан)
Бүркітбаев М.М. проф., академик (Қазақстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Молдахметов М.З. проф., академик (Қазақстан)
Мансуров З.А. проф. (Қазақстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Қазақстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. академик (Қазақстан)
Стрельцов Е. проф. (Белорус)
Тәшімов Л.Т. проф., академик (Қазақстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Тәжікстан)
Фарзалиев В. проф., академик (Әзірбайжан)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №1089-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2018

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

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

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

Агабеков В.Е. проф., академик (Беларусь)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Россия)
Газалиев А.М. проф., академик (Казахстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Казахстан)
Жармагамбетова А.К. проф. (Казахстан), зам. гл. ред.
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Кыргызстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Казахстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Казахстан)
Баешов А.Б. проф., академик (Казахстан)
Буркитбаев М.М. проф., академик (Казахстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Мулдахметов М.З. проф., академик (Казахстан)
Мансуров З.А. проф. (Казахстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Казахстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. академик (Казахстан)
Стрельцов Е. проф. (Беларусь)
Ташимов Л.Т. проф., академик (Казахстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Таджикистан)
Фарзалиев В. проф., академик (Азербайджан)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (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 №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2018

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

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

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

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov**

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

Agabekov V.Ye. prof., academician (Belarus)
Volkov S.V. prof., academician (Ukraine)
Vorotyntsev M.A. prof., academician (Russia)
Gazaliyev A.M. prof., academician (Kazakhstan)
Yergozhin Ye.Ye. prof., academician (Kazakhstan)
Zharmagambetova A.K. prof. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Zhorobekova Sh.Zh. prof., academician (Kyrgyzstan)
Itkulova Sh.S. prof. (Kazakhstan)
Mantashyan A.A. prof., academician (Armenia)
Praliyev K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Bayeshov A.B. prof., academician (Kazakhstan)
Burkitbayev M.M. prof., academician (Kazakhstan)
Dzhusipbekov U.Zh. prof., corr. member (Kazakhstan)
Muldakhmetov M.Z. prof., academician (Kazakhstan)
Mansurov Z.A. prof. (Kazakhstan)
Nauryzbayev M.K. prof. (Kazakhstan)
Rudik V. prof., academician (Moldova)
Rakhimov K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Streltsov Ye. prof. (Belarus)
Tashimov L.T. prof., academician (Kazakhstan)
Toderash I. prof., academician (Moldova)
Khalikov D.Kh. prof., academician (Tadjikistan)
Farzaliyev V. prof., academician (Azerbaijan)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.
ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (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 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2018

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,
e-mail: orgcat@nursat.kz

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 6 – 17

UDC 621.926

D.B Arinova¹, E.S Askarov¹, G.Popov²

¹Kazakh National Research Technical University named after K.I Satpayev.
Department of Standardization, Certification and Engineering Technology, Almaty, Kazakhstan;

²Sofya Technical university, Sofya, Bulgaria.

**INVESTIGATION AND DESIGN TESTING OF THE
CENTRIFUGAL GYRATORY MILL OF A COULISSE TYPE**

Abstract. Every year in the world it is milled billions of tons of mineral raw materials. The process of crushing demands a huge amount of energy. The mining enterprises generally use mills of spherical type, the history of use of such mills contains more than 200 years.

Now the situation has changed, the energy efficiency becomes the most important indicator of work of a mill as energy rises in price, the status of environmental problems was considerably raised, the content of minerals in ore decreases. The question of a to create of energy efficient mills becomes very relevant.

Centrifugal gyratory mills are intended for a grinding of various mineral raw materials. Mills of this kind known already for a long time have also shown quite good results in work, lowered consumption the electric power is one of the main advantages of these mills.

In this work, the design of a centrifugal gyratory mill on the basis of the rocker mechanism is investigated. The mill has a number of advantages over analogs: simplification of a design, high dynamic stability, expenses of energy are reduced twice, etc.

For the first time, practical tests of mills were carried out on the ground of Scientific research institute of mineral processing of the National center for processing of mineral resources of the Republic of Kazakhstan. The principle of work of a mill which consists in plainly - a parallel movement of cylindrical grinding cameras – pipes in the plane of their perpendicular axis, at which each point of the grinding camera moves on a circle with a radius r of the mechanism of a mill equal to length of a crank [4] is investigated. The centrifugal force of counterbalances, unbalanced dynamic force and the moments are calculated, the power analysis is carried out.

Results: From indicators of a research it is visible that the offered mills have an indicator of specific productivity of equal 140 kg/kW or 8 kW on production ton. The offered mills surpass spherical mills in this indicator twice. In this scheme, theoretical steadiness of the mechanism is received. There are essential constructive achievements: there is one crank shaft, there is no excess communication, application of cogwheels isn't required that has considerably simplified a design.

The mill differs in the low level of metal consumption. For comparison we will tell that the spherical mill with a productivity of 10 tons/hour weighs 30 tons, the weight of the offered mill with the same productivity will be at the level of 8-10 tons. The mill has the low level of complexity of a design. Simplification of a design of a mill and reduction of its metal consumption has allowed to reduce mill cost in comparison with spherical approximately by 3 times, in comparison with the existing centrifugal mills by 1.5 times. The mill has high maintainability.

Results of the presented work are perspective for introduction at the enterprises of the mining and concentrating industry of Kazakhstan and can be used in is mountain - concentrating plants.

Scientific novelty. The novelty of the received results consists in the creation and the research of designs of centrifugal - gyratory mill at which optimum process of a grinding, power consumption, metal consumption and productivity of the mill is provided.

Practical importance is on the basis of calculations and experimental data and also in determination of its rational design and technological data. It is revealed that in the process of the experimental-industrial period, the mill on the ground of the State scientific production association of industrial ecology Kazmekhanobr (Almaty), which is a part of the National center for complex processing of mineral raw materials of the Republic of Kazakhstan, differs in the low level of metal consumption, has the low level of complexity of a design, mill cost in comparison with

spherical approximately by 3 times, in comparison with the existing centrifugal mills by 1.5 times thereby decreases. The mill has high maintainability. Tests of mills have shown their profitability in energy consumption that is the most important indicator. And also an indicator of specific productivity of 140 kg/kW or 8 kW on production ton (in the course of test different types of raw materials have been used).

Key words: centrifugal - gyratory mill, crushing of mineral resources, metal consumption, energy consumption, a design, productivity.

1. INTRODUCTION

Every year billions of tons of mineral raw materials are ground in the world;

600 million tons of ore undergo milling in Kazakhstan. One of the main engineering procedures of the mineral processing is the process of grinding. Grinding is carried out in mills that is meant to be a greatly power-consuming process.

It should be noted that for the last 100 years the structural engineers have not made any significant changes to the conceptual design of the mills. Ball mills are mainly employed in the ore mining industry, roller mills and disintegrators are used in the construction engineering.

Ball-type tumbling mills have got widespread use, the history of their usage goes back for more than 150 years. The grinding bodies in ball mills are spherical balls, the force of grinding is the force of gravity. The grinding process takes place in special barrels with mixing balls. Ball mills are slow, simple in design, durable, reliable, nevertheless, the grinding process is inefficient; most of the energy of falling balls is spent on impacts against each other, resulting in high power consumption. The ball mill consumes approximately 15 ... 20 kW of energy (the main fraction of grinding is less than 74 μm) for the grinding of 1 ton of ore.

In the ball mill, balls move chaotically at the fall colliding with each other, contact of balls occurs along the point; the contact area is very small. As a result, the energy of the ball interference basically falls on the other ball. A fairly small amount of energy is spent for grinding raw materials.

The ball mill consists of a gear reduction with several stages. Reductor increases the cost of the mill, requires high maintenance, protection from abrasive dust that is very much in the conditions of grinding mineral raw materials in the mines.

The main element of the ball mill is a cylindrical drum having a measurable diameter from 2.5 to 5 m and length of 5 to 15 m. The given overall and expensive part requires protection against abrasive wear, it is usually armour plate made of manganese steel or rubber coating. The presence of such armour also increases the cost of the mill [2].

In many countries with a developed mining industry, including Kazakhstan, grinding ore and other mineral resources is one of the primary energy consumers. Previously, little attention was drawn to this indicator as energy was cheap, and there was a lot. At present, the situation has changed, energy efficiency is becoming an important indicator of the mill operation as energy is rising in price, the status of environmental problems has significantly grown, energy needs to be saved and preserved.

It is necessary to develop and implement mills with low energy consumption.

2. METHODS AND RESULTS. CENTRIFUGAL GYRATORY MILLS – OPERATION PRINCIPLE

Centrifugal gyratory mills are designed for grinding various mineral raw materials. Mills of this type have been known for quite some time (since the beginning of the 70s of the last century), they showed good results in the work, one of the main advantages of these mills is a reduced consumption of electricity.

The operation principle of such mill resides in a plane-parallel movement of cylindrical grinding chambers – tubes in plane perpendicular to their axes, where each point of the grinding chamber moves along a circle with a radius equal to the length of the crank r of the mill mechanism.

The plane-parallel movement of the grinding chamber enables the charging hopper to be at the top all the time, and the discharging nozzle to be at the bottom, which creates a great convenience for filling raw materials and unloading the end product from the grinding chamber [4].

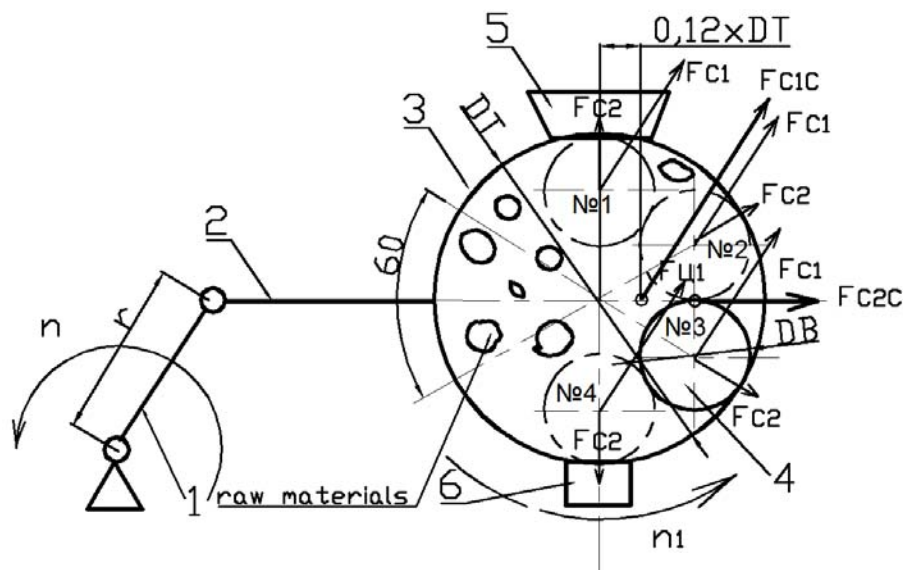


Figure 1 - Operation principle scheme of the centrifugal gyratory mill, crank-1, crank rod – carrier gear -2, grinding chamber -3, grinding body -4, charging hopper -5, discharging tube -6

Let us consider the motion of a cylindrical grinding body 4 with mass of m and diameter of D_B in a grinding chamber - tube 3 with an internal diameter of D_T when crank 1 rotates with a radius of r with a frequency of n (Fig. 1). When crank is rotated, the grinding body 4 is affected by:

1. Gravity force $P = mg$, always directed downwards.

2. Centrifugal force directed across the crank position and, together with the crank, rotating in the same direction with the same frequency of n .

$$F_{C1} = m * r * \left(\frac{\pi * n}{30}\right)^2$$

Under the action of this force, the grinding body begins to move along the inner surface of the grinding chamber tube. The motion occurs along the circle with the radius $R_K = (D_T - D_B)/2$ in the same direction as the rotation of the crank.

The force of F_{C1} is directed along the tangent to the circumference of the grinding body motion. With this motion, the second centrifugal force F_{C2} appears that is directed along the radius of the grinding chamber tube, its value is equal to:

$$F_{C2} = m * R_K * \left(\frac{\pi * n_1}{30}\right)^2$$

n_1 – is rotation frequency of the grinding body inside the grinding chamber, $n_1 \ll n$. The rotation of the grinding body inside the chamber is prevented by raw materials. It can be assumed that

$$n = 3 * n_1$$

The force always squeezes the grinding body against the wall of the tube in the grinding chamber. It can be seen from these considerations that in the general case, the grinding body is affected by three forces that are involved in the grinding of raw materials. The forces of P and F_{C2} squeeze and use up the raw material and the force of F_{C1} breaks up the raw materials.

We shall consider the interaction of several identical grinding bodies. It can be seen from Fig. 1 that all the grinding bodies are affected by the force F_{C1} and the gravity force P , grinding bodies occupy different positions in the tube of the grinding chamber, therefore only one body can occupy such position under which its force F_{C1} is directed along the tangent to the circumference of the motion, and it is a fully movable force only for that body. It is the body 3 in Fig. 2. For the remaining bodies, the force F_{C1} is partly movable, they are bodies 2 and 4 opposing the movement of body 1. In this case, it turns out that

only one grinding body is fully driven, and acts as the engine of the entire system of grinding bodies. Some bodies assist it, some of them counteract. Certainly, the rotation of the entire system of grinding bodies runs at a frequency n_1 which is much inferior in magnitude to the frequency n , since there is an opposition to some grinding bodies and raw materials in this case. It can be seen from practical survey that the rotational frequency n_1 is approximately $S = 4-6$ times lower than the value of the frequency n , substantial fluctuation of the value depends on n (the greater n the smaller the S), the hardness of the raw material and etc. Under diverging of the rotation frequencies, all grinding bodies of the system in order are found in the role of an engine of the entire system.

For the successful operation of the grinding bodies system, it is very important to ensure their movement with force against the tube walls, but taking into account $n_1 \ll n$, the condition of constant force of the grinding bodies against the tube walls is not always fulfilled, especially in the course of the upper point passage. In this case, it should be ensured that the upper grinding body cannot fall to the centre of the tube, which instantly causes the entire rhythm of the grinding bodies motion. It is possible to provide by selecting the geometric parameters - D_B , D_T and the number of grinding bodies - N . It is clear from practical experience that the optimal value of $N = 4$, at $N = 3$ and $N = 5$, the efficiency of grinding bodies motion deteriorates. It also follows from the experiments to choose the parameters D_B and D_T from the following ratio $D_T/D_B = 3.1 - 3.0$.

Since forces F_{C2} are forwarded to all directions, their vector sum is small and its effect on the dynamical stability of the mill will not be so noticeable, but these centrifugal forces are not balanced and have an impact on the device workability. We shall determine their approximate value. We shall take the ratio of $D_T/D_B = 3,1$. It can be seen from Fig. 1 that forces F_{C2} of bodies 1 and 4 are directed in diametrically opposite directions at this ratio, and they are self-destructed. Forces F_{C2} of bodies 2 and 3 are directed at the angle of 60° . Their summing vector force is equal to:

$$F_{C2C} = 2 * F_{C2} * \cos 30^\circ = 1,73 * F_{C2}$$

The force of F_{C2C} passes through the centre of the grinding chamber and rotates at a frequency of n_1 .

The summing force F_{C1} is equal to their sum since all the forces are equal and forwarded to one direction:

$$F_{C1C} = 4 * F_{C1}$$

The point of application of the force is at a distance of $l = 0.12 \cdot D_T$ from the centre of the grinding chamber. This point rotates at a frequency of n_1

We shall carry out a force analysis of the scheme taking into account the movement of grinding bodies in the grinding chambers. The design parameters of the mill: tube diameter is $D_T = 140$ mm, pig diameter is $D_B = 45$ mm, crank length is $r = 15$ mm, rotation frequency is $n = 500 \text{ min}^{-1}$, frequency is $n_1 = 170 \text{ min}^{-1}$, pig weight is $m = 7$ kg, crank weight is $m_k = 20$ kg, grinding chamber-tube weight is $m_T = 10$ kg, number of tubes is 2 pcs.

Let us define the total centrifugal force F_{C10} according to the formula:

$$F_{C10} = (8 * m + 2 * m_T + m_k) * r * \left(\frac{\pi * n}{30}\right)^2 = 3600..H$$

The force can be counterbalanced (destroyed) by installing the counter-weight.

Centrifugal forces F_{C1} and F_{C2} of one disc

$$F_{C1} = m * r * \left(\frac{\pi * n}{30}\right)^2 = 262,5..H$$

$$R_K = \frac{D_T - D_B}{2} = \frac{0,14 - 0,045}{2} = 0,0475..M - \text{rolling radius of the grinding body}$$

$$F_{C2} = m * R_K * \left(\frac{\pi * n_1}{30}\right)^2 = 105,27..H$$

Unbalanced force of F_{C2C} from the rotation of pigs in the tube.

$$F_{C2C} = 1,73 * F_{C2} = 182,1..H$$

Unbalanced moment from the movement of pigs in the tube.

$$M_H = (0,12 * D_T) * 4 * F_{C1} = 17,6..Hm$$

It can be seen from the calculations that the unbalanced dynamic force and moment are not large in comparison with the total centrifugal force, but their impact ought to be taken into account in design of the mill. In particular, it is necessary to ensure sufficient joints rigidity and their good lubrication to reduce wearout. The calculation does not take into account the influence of raw materials, which has a balancing effect, since its basis weight is in the grinding chamber on the opposite side of the grinding bodies, but the mass of raw materials is much less than the mass of the steel grinding bodies.

At present, there is a basic design of the mill operating on the described principle [7].

The scheme of the mill has a number of serious shortcomings preventing wide spread of mills of such type (Figure 2). It is a dynamical unbalance of the mill, large metal capacity of the structure, its complexity and cost, there is an excessive kinematical connection (cranks are rotated simultaneously by a crank rod and gearwheels), which creates problems in the assembly and exploitation. The scheme of the mill is shown in the Fig. 2[6].

It consists of two identical cranks 4 connected with the carrier gear-crank rod 5 which contain parallelogram together with the mounting rack 7. The grinding chamber 1 is fixed on the crank rod 5. Cranks have counterweights 6. Cranks 4 are driven by the engine 2 through gearwheels 3.

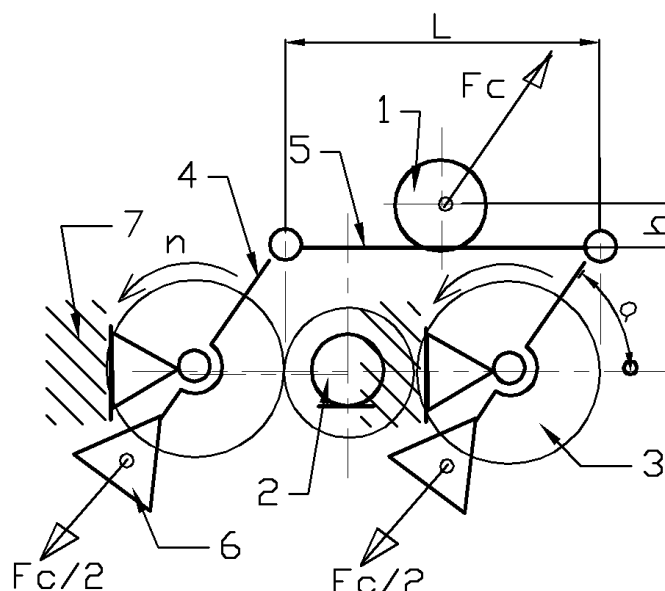


Figure 2 - Basic scheme of a centrifugal mill

In order to fully balance the mechanism, it is necessary that the vector sum of all the static forces applied to the mechanism (1), the rotational moments sum of these forces (2), the vector sum of all the dynamic forces (3) and the rotational moments sum from these forces (4) become zero, i.e., the next condition should be fulfilled:

$$\Sigma P_i = 0 \text{ (1); } \Sigma M_i = 0 \text{ (2); } \Sigma F_{qi} = 0 \text{ (3); } \Sigma M_{qi} = 0 \text{ (4)}$$

In the abovementioned scheme, condition (4) is not always satisfied. When the condition (3) is satisfied, the centrifugal force of the grinding chamber F_c should be equalized by the centrifugal forces of the two counterweights, hence the force of one counterweight is equal to $F_c/2$. The grinding chamber is installed in the centre of the crank rod 5, length of which is equal to L (Figure 2). The gravity centre of the grinding chamber 1 in the given scheme is always raised by amount h towards the crank rod line 5. It is dictated by the design requirements for free passage of the counterweights. The condition (4) for the scheme is as follows:

$$\frac{F_c}{2} * L * \sin \alpha - F_c * \left[\frac{L}{2} * \sin \alpha + h * \cos \alpha \right] = 0$$

The given equation becomes zero only if $h = 0$ either $\alpha = 90^\circ$ or 270° .

At $\alpha = 0..or..180^\circ$ we have an unbalanced moment $M = F_{II} \bullet h$. Let us take the following data for calculation: $F_c = 500 \text{ H}$; $L = 0.8 \text{ m}$; $h = 0.1 \text{ m}$. Figure 3 shows the diagram of formula 5.

Table 1

Angles of rotation, degrees	0	30	60	90	120	150	180	240	270	300	360
Centrifugal moment, Nm	-50	-43	-25	0	25	43	50	25	0	-25	-50

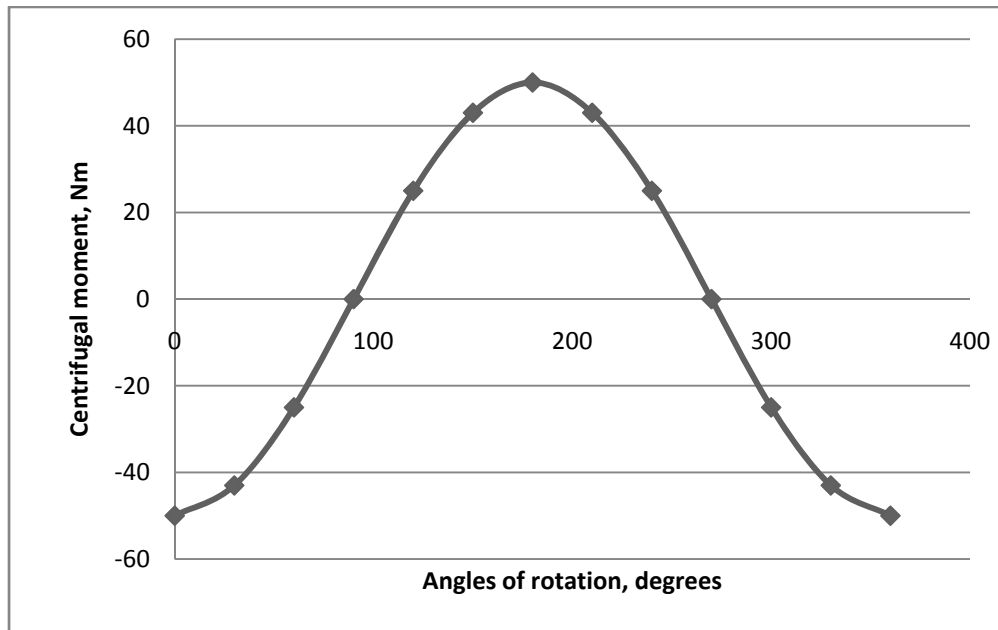


Figure 3 - Diagram according to the formula 5

3. DISCUSSION. CENTRIFUGAL GYRATORY MILL OF A COULISSE TYPE

In [9, 10] the following scheme is proposed (Figure 4). Two prototype models have been produced (Figures 5 and 6).

Practical mills tests were carried out in the testing area of the Scientific Research Institute of Mineral Processing of the National Centre for Processing Mineral Resources of the Republic of Kazakhstan. Features of the mills are shown in Table 2.

Table 2 - Characteristic of a mill

Mill	Weight, kg	Overall dimension, mm	Capacity, kW/ton	Number of grinding chambers	Pig diameter, mm	Outer diameter of grinding chamber, mm	Rotation frequency, min ⁻¹	Производительность по руде, кг/час	Input size, mm	Dispersability of end product, μm
1	350	1000x900x800	2,2	2	45	140	500	320	20-30	20..70
2	3800	1600x1200x1000	22	4	70	220	450	3000	30-40	20..70

According to the indicators, it can be noticed that the proposed mills have a specific output of 140 kg/kW or 8 kW/ton of production. According to this indicator, proposed mills exceed the ball mills by 2 times.

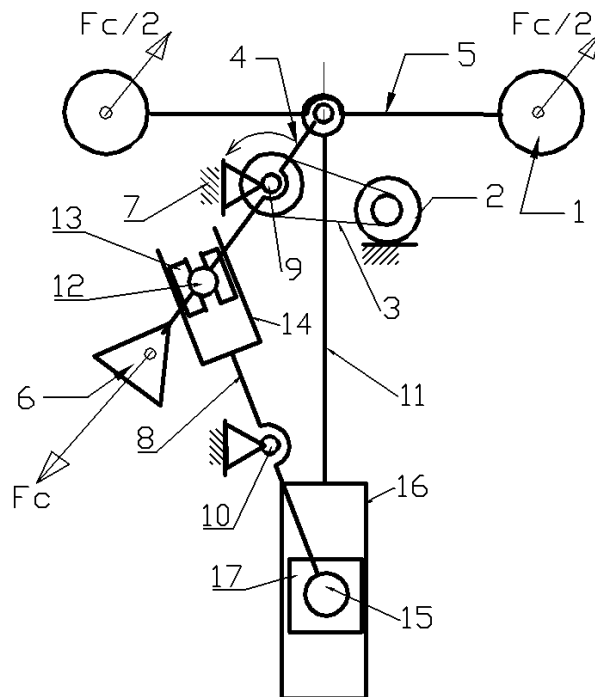


Figure 4 - Schematic diagram of the proposed centrifugal gyratory mill

The given scheme applies a coulisse mechanism. The two grinding chambers 1 are mounted symmetrically on the crank rod - carrier gear 5 which engage with the crank 4. The crank 4 is rotated by the engine 2 around the axis 9 through the belt transmission 3. At the opposite end of the crank 4, there is a counterweight 6 and a cylindrical finger 12 which engages with the fork 14 mounted on the link 8 through the inserts 13. At the opposite end of the coulisse 8 there is a straight pin 15. The coulisse 8 rotates about the axis 10. The pin 15 interacts with the fork 16 through the insert 17. The fork 16 is installed on the rod 11 rigidly connected to the crank rod - carrier gear 5 [7].

In this scheme, the theoretical balance of the mechanism is obtained (grinding chambers are considered as whole bodies). There are significant design achievements: there is one crank shaft, there is no excessive coupling, no need for gears which greatly simplifies the design.

The mill is distinguished by a low level of metal consumption. As a comparison, a ball mill with the capacity of 10 tons/hour weighs 30 tons, the weight of the proposed mill with the same capacity will be at the level of 8-10 tons.

The mill has a low level of structural complexity. Presently existing gyratory centrifugal mills described above are more sophistic, for example, the option (Figure 3) has two eccentric shafts, 14 bearings, 3 gearwheels. The proposed mill has 1 eccentric shaft, 5 bearings, no gearwheels. Weight is reduced by 1.5 times.

Mill design simplification and reduction of its metal consumption enabled to reduce the cost of the mill in comparison with the ball mill by approximately 3 times, in contrast to the existing centrifugal mills by a factor of 1.5. The mill has high maintainability. It does not require rigid protection of the grinding chambers, they are quickly replaced with new ones under the severe wear. The cost of grinding chambers is not high, they are made from standard steel tubes of small diameter.

Data from the experiments demonstrate that mill productivity is affected by shaft rotation frequency, grinding chamber volume, crank length, and inclination angle of the grinding chambers. Shaft rotation frequency, grinding chambers length, the hardness of the grinding bodies and their asperity, mass of grinding bodies, inclination angle of the grinding chambers produce effect on the dispersion of the obtained product.

Tests were carried out (Mill No. 1). Raw-barite to determine the mill productivity from the shaft rotation frequency. The results of the test are summarized in Table 3.

Table 3 - Mill productivity from rotation frequency

Rotation frequency, min ⁻¹	300	350	400	500
Productivity, kg/hour	130	150	190	350

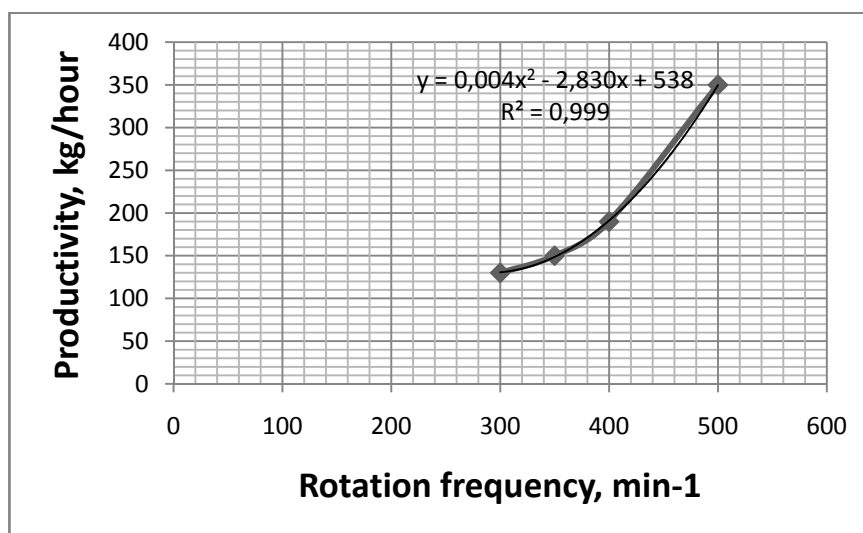


Figure 5 - Dependence diagram of the productivity from the shaft rotation frequency.

Figure 5 shows a plot of 3 points, a regression equation is taken, a quadratic function of the dependence of productivity on the rotational speed:

$$Y = 0,0049 * x^2 - 2,8309 * x + 538$$

Coefficient of determination $R^2 = 0,9999$

It became clear from tests for durability that the weaker places of the mill are the fork and especially the finger and groove into which it enters, which are subject to rapid wear. These elements should be made of high-strength steels and ensure good lubrication.

Tests of the mills showed their economy in energy consumption, however, they revealed drawbacks, one of the main is the lack of durability of separate units, the necessity for a lubrication system.

Figures 6, 7, 8 show the assembly drawing of the corrected mill. The coulisse joint is considerably strengthened in the design, self-contained lubricators are installed, the frame is reinforced and etc.

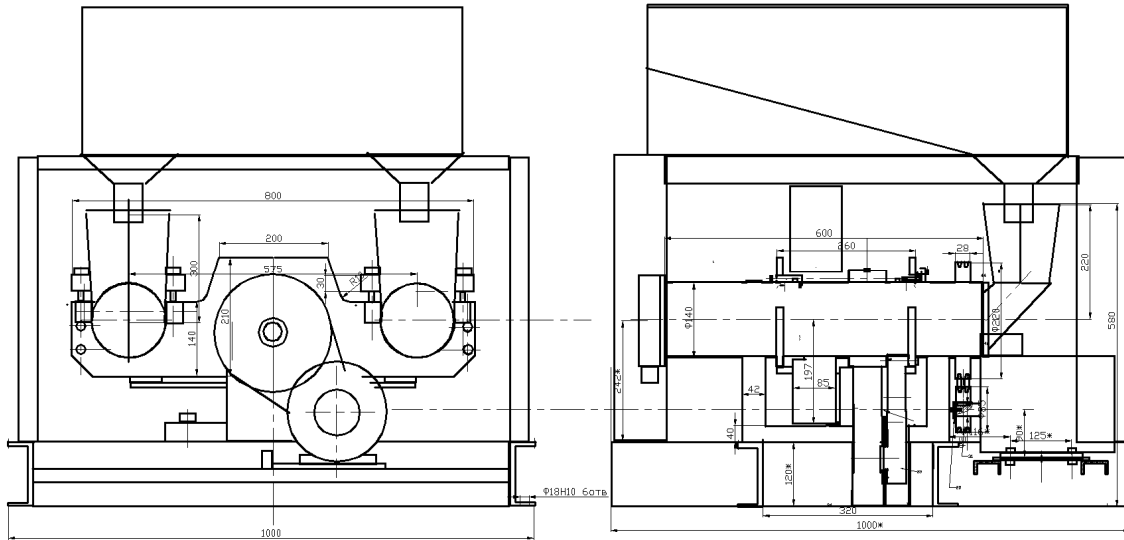


Figure 6- Drawing: general view of mill number 1

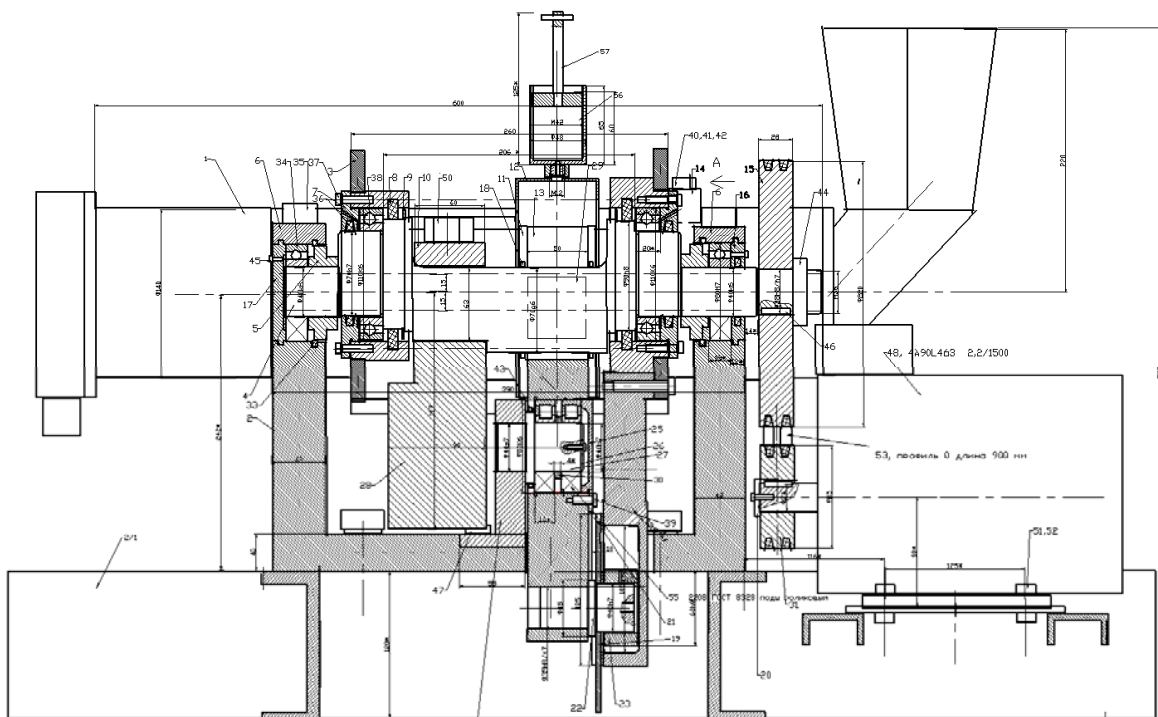


Figure 7 - Longitudinal section of mill number 1

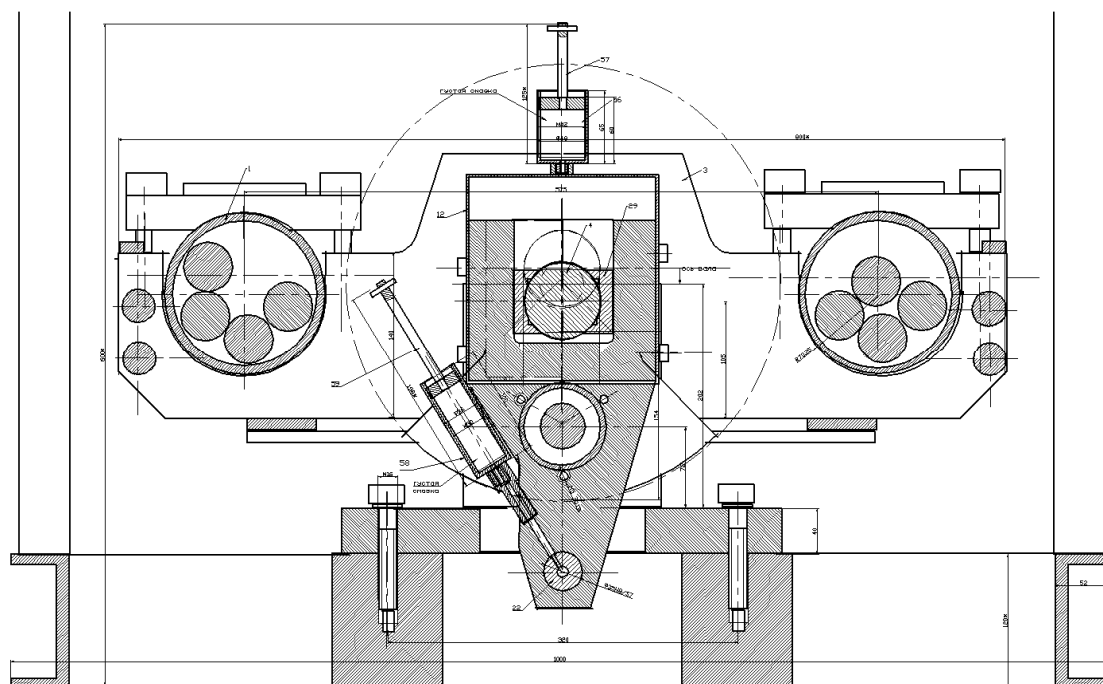


Figure 8 - Cross-section of mill No.1

The coulisse is substantially strengthened (Figure 10), hardened steel plates with high hardness are installed with the inserts at the point of interface. 4 grinding bodies are put in the grinding chambers, and they have different lengths and a smaller diameter is made at the end. It accelerates the retraction of large pieces of raw material into the grinding zone.

In the future, the authors are going to create a mill without a counterweight that will increase the efficiency of the equipment [10].

Conclusion: the original design of the centrifugal mill on the basis of coulisse mechanism has been proposed, full-scale tests of two patterns have been conducted, a specific power consumption level of 8 kW/ton of ore has been obtained, which is two times better than ball mills.

REFERENCES

- [1] GOST 10141-91 "Mills rod and spherical" General technical requirements.
- [2] Andreyev S. E. Crushing, crushing and grokhocheniye of useful minerals. M.: Subsoil, **1966**. 395 p.
- [3] Bogdanov V. S. Spherical drum mills. Belgorod, **2002**. 258 p.
- [4] Application of centrifugal and shock mills of "MTs" at a cement grinding the Electronic resource / V.N. Kushka, A.V. Artamonov, M.S. Garkavi, E.A. Ashurkova, E.E. Bundina.
Access mode: <http://www.uralomega.ru/infonews/articles/cemmill>
- [5] Askarov E.S. Centrifugal giratsionny mills - features of a design and calculation/M. The messenger of mechanical engineering is M.: **2008**. N. 2. P 86-88.
- [6] Askarov E.S of RK 26229 patent. A centrifugal mill without counterbalance, MPK V02S17/08, б. N.10 from 10/15/2012.
- [7] Arinova D.B. Askarov of E.S. Zhankeldi. A.Zh. Konstruktion centrifugal– a giratsionny mill with low consumption of elektroenergiya//Cars. Technology. Materials. Bulgaria. 2017. No. 5. Page 374-376.
- [8] Askarov E.S. Bertayev K.S. Azimbekov M.K. Utelbayev O.B. Centrifugal giratsionny mills with low energy consumption//the Industry of Kazakhstan. **2006**. No. 4, P 81-86.
- [9] Askarov E.S. Centrifugal-gyrational mill with a coulisse drive mechanism // Allerton press. Russian engineering research (USA). **2003**. № 9. P.53-56.
- [10] Askarov E.S. Centrifugal-gyrational mill with no countrweight // Allerton press. Russian engineering research (USA), № 3, **2013**, p.150-151.
- [11] RK 6175, MPK V02S17/08 patent Centrifugal link single-shaft melknitsa // Askarov E.S., bulletin N. 6, 6/15/2001.

Д.Б.Аринов¹, Е.С.Аскаров¹, Г.Попов²

¹ Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, "Стандарттау, сертификаттау және машина жасау технологиясы" кафедрасы, Алматы, Қазақстан;

²София техникалық университеті, София, Болгария.

КУЛИСТІ ТИПТІ ЦЕНТРДЕН ТЕКПІШ – ГИРАЦИОНДЫ ДИІРМЕННІҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ СЫНАУ

Аннотация. Жыл сайын әлемде миллиардтаған тонна шикізат уату арқылы өнделеді. Бұл процесс энергияны көп қажет етеді. Тау – кен өңдеу өндіріс алаңдарында көбінесе шарлы типті диірмендер қолданылады. Оларды пайдаланудың тарихы 200 жылдам астам уақытты құрайды.

Қазіргі таңда бұл жағдай күрт өзгеріс алды, себебі энергияның үнемді пайдалануы диірменнің жұмыс істеу қабылетінің негізгі көрсеткіштерінің бірі болып саналады. Өйткені, энергия көзі қымбаттады, экологиялық ахуалдар пайда болды, сонымен қатар рудадағы пайдалы қазбалардың мөлшері азайды. Сол себепті энергияны үнемдейтін диірменді ойлап табу актуалды сурақтардың бірі болып табылады.

Центрленген - гирационды диірмен әртүрлі минералды шикізат көзін уатуға арналған диірмен. Бұл типті диірмендер бұрыннан белгілі және жұмыс істеу барысында жақсы нәтижелер көрсетті. Диірменнің негізгі ерекшелігі электрқуатын тиімді пайдалану болып саналады.

Жазылған жұмыста кулисті механизм негізі болатын центрленген - гирационды диірменнің конструкциясы зерттелген. Бұл диірменнің анық біраз артықшылықтары бар: конструкцияның оңайлауы, жоғары динамикалық тұрақтылығы, энергия көзін екі есе аз пайдалануы және т.б.

Ең алғаш рет тәжірибелерді «Пайдалы қазбаларды байыту Ғылыми – зерттеу институтының» полигонында жүргізілген. Ол Қазақстан Республикасының минералды ресурстарын өндейтін ұлттық центріне енеді. Диірменнің жұмыс істеу принципі зерттеліп, цилиндрлі ұнтақтағыш камералардың параллельді жазықтық арқылы қозғалыс жасап, камералардың сыртқы диаметрі бойынша кривошиптің ұзындығына сәйкес қозғалады. Центрден тепкіш күштің мәні, салмақсыз динамикалық күштер мен моменттер, сонымен қатар күштік анализ жасалған.

Ұсынылып отырған диірменді зерттеу нәтижесінде өнімділіктің үлестік көрсеткішібір тонна өнімге 140 кг/кВт немесе 8 кВт құрайды. Осы көрсеткіштің арқасында зерттеліп отырған диірмен шарлы диірменнен 2 есе артық. Бұл сұлбада механизмдердің теориялық теңдесуі алынған. Елеулі конструктивті жетістіктер бар: бір кривошипті білік, тісті дөңгелектерді қолдануды талап етпейді, артық байланыс жоқ.

Металл сыйымдылық дәрежесі төмен. Мысалға, өнімділігі 10 т/сағ болатын шарлы диірменнің салмағы 30 тонна болса, ал ұсынылып отырған диірмен дәл осындай өнімділікте 8 – 10 тонна салмақ болады. Сонымен қатар центрленген – гирационды диірмен конструкциясы бойынша да аса күрделі есем. Осы жағдайларды ескере отырып диірменнің өзқұндылығының арзан болуын айтуға болады, мысалы, шарлы диірменмен салыстырғанда 3 есеге, қазіргі таңда қолданылып жатқан центрленген диірмендермен салыстырғанда 1,5 есеге төмен. Сонымен қатар диірменді жөндеу, жөндеуге жарамдылық жұмыстары қиындықсыз жүргізіледі.

Жасалынған жұмыстардың нәтижелері тау – кен орындар мен байыту фабрикаларында кеңінен қолдануы ықтимал.

Нәтижелердің ғылыми жаңалығы центрленген – гирационды диірменнің конструкциясын зерттеп, диірменде өтетін процестерді, яғни ұнтақтау, энергосыйымдылықты, металлсыйымдылықты және диірменнің өнімділігін оңтайлы процестер қатарына енгізу.

Эксперименталды және есептеу, сонымен қатар рационалды конструктивті және технологиялық параметрлер негізінде, диірменнің металлсыйымдылық көрсеткіші жоғары емес екендігі сипатталып, диірменнің өзқұндылығының арзан болуын айтуға болады, мысалы, шарлы диірменмен салыстырғанда 3 есеге, қазіргі таңда қолданылып жатқан центрленген диірмендермен салыстырғанда 1,5 есеге төмен. Сонымен қатар диірменді жөндеуге жарамдылық жұмыстары қиындықсыз жүргізіледі. Ең негізгі көрсеткіші болып - бұл энергияны ұтымды пайдалану көрсеткіші басты рөл атқарады.

Түйін сөздер: минералдық ресурстар, энергия тұтынуы, металлсыйымдылық центрленген - гирационды, ұсақтау, диірмен, конструкциясы, өнімділік.

Д.Б.Аринова¹, Е.С.Аскарров¹, Г.Попов²

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», Алматы, Казахстан.

²Технический университет Софья, город Софья, Болгария.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНО-ГИРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ КУЛИСНОГО ТИПА

Аннотация. Каждый год в мире перемалывается миллиарды тонн минерального сырья. Процесс измельчения требует огромного количества энергии. На горнорудных предприятиях в основном используют мельницы шарового типа, история использования таких мельниц насчитывает более 200 лет.

В настоящее время ситуация изменилась, энергоэффективность становится важнейшим показателем работы мельницы, так как энергия дорожает, значительно повысился статус экологических проблем, содержание полезных ископаемых в руде уменьшается. Вопрос создания энергоэффективных мельниц становится очень актуальным.

Центробежно- гирационные мельницы предназначены для перемола различного минерального сырья. Мельницы подобного типа известны уже достаточно давно и показали неплохие результаты в работе, одним из основных достоинств этих мельниц является пониженное потребление электроэнергии.

В данной работе исследуется конструкция центробежно- гирационной мельницы на базе кулисного механизма. Мельница имеет ряд преимуществ перед аналогами: упрощение конструкции, высокая динамическая устойчивость, затраты энергии уменьшены в 2 раза и т.д.

Впервые практические испытания мельниц проводились на полигоне Научно - исследовательского института обогащения полезных ископаемых Национального центра переработки минеральных ресурсов Республики Казахстан. Исследован принцип работы мельницы, который заключается в плоско - параллельном перемещении цилиндрических помольных камер – труб в плоскости перпендикулярной их оси, при котором каждая точка помольной камеры движется по окружности с радиусом равным длине кривошипа r механизма мельницы [5]. Рассчитаны центробежная сила противовесов, неуравновешенная динамическая сила и моменты, проведен силовой анализ.

Из показателей исследования видно, что предлагаемые мельницы имеют показатель удельной производительности равный 140 кг/кВт или 8 квт на тонну продукции. По этому показателю предлагаемые мельницы превосходят шаровые мельницы в 2 раза [3]. В этой схеме получена теоретическая уравновешенность механизма. Имеются существенные конструктивные достижения: имеется один кривошипный вал, нет избыточной связи, не требуется применения зубчатых колес, что значительно упростило конструкцию.

Мельница отличается невысоким уровнем металлоемкости. Для сравнения скажем, что шаровая мельница производительностью 10 тонн/час весит 30 тонн, вес предлагаемой мельницы с такой же производительностью будет на уровне 8-10 тонн. Мельница имеет невысокий уровень сложности конструкции. Упрощение конструкции мельницы и уменьшение ее металлоемкости позволило уменьшить стоимость мельницы по сравнению с шаровыми примерно в 3 раза, по сравнению с существующими центробежными мельницами в 1,5 раза [4]. Мельница имеет высокую ремонтпригодность.

Результаты представленной работы перспективны для внедрения на предприятиях горнодобывающей и обогатительной промышленности Казахстана и могут быть использованы в горно - обогатительных комбинатах зарубежных стран.

Новизна полученных результатов заключается в создании и исследовании конструкций центробежно – гирационной мельницы, при которых обеспечивается оптимальный процесс помола, энергоемкость, металлоемкость и производительность мельницы.

На основе расчетов и экспериментальных данных, а также в определении её рациональных конструктивных и технологических параметров. Выявлено, что в процессе опытно - промышленного периода мельницы на полигоне Государственного научно- производственного объединения промышленной экологии «Казмеханобр» (Алматы), входящего в состав Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, что мельница отличается невысоким уровнем металлоемкости, имеет невысокий уровень сложности конструкции, тем самым уменьшается стоимость мельницы по сравнению с шаровыми примерно в 3 раза, по сравнению с существующими центробежными мельницами в 1,5 раза. Мельница имеет высокую ремонтпригодность. Испытания мельниц показали их экономичность в потреблении энергии, что является самым главным показателем. А также показатель удельной производительности равный 140 кг/кВт или 8 квт на тонну продукции (в процессе испытания были использованы разные виды сырья) [8].

Ключевые слова: центробежно-гирационная мельница, измельчение минеральных ресурсов, металлоемкость, энергопотребление, конструкция, производительность.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 18 – 25

UDC 66.02.071.7

A.O. Torskiy¹, A.A. Volnenko¹, A.A. Abzhapbarov¹, A.E. Levanskiy²

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

²Belorussian State Technological University, Minsk, Belarus

e.mail: nii_mm@mail.ru

HYDRODYNAMICS OF A SWIRLING FLOW IN THE CYCLONE-VORTEX APPARATUS

Abstract. Despite the wide spreading of apparatuses, using the centrifugal force, the process of heterogeneous systems' separation, occurring in them, is not sufficiently studied because of the difficulty in taking into accounting all parameters, influencing on it.

In view of the fact that the dusty gas stream enters the cyclone through the branch pipe located tangentially to the cylindrical dust collection chamber, passes circumferentially around the exhaust pipe and moves spirally down the wall of the cone and then up, the resulting centrifugal force is influencing on solid particles, causing them to cling to the inner wall of the housing and then, under the influence of gravity, to slide to the outlet branch pipe.

To calculate the cyclones, there was offered a large number of models describing the processes of flow motion and gas-solid separation system. Many researchers accept as a separating boundary the imaginary vertical cylindrical surface, corresponding to the radius of the inner tube for gas outflow from the apparatus. Others, to calculate the hydraulic resistance, use the medium cylindrical surface with a radius of $\sqrt{r_1 r_2}$ and height h , assuming that there occurs an abrupt flow rate change on it. On both sides of this surface the potential flow is prevailing. As a result, there have been derived the equations for calculation of local resistance coefficients for input and output in the cyclone and those of total resistance.

Some researchers propose to calculate the hydraulic resistance of the cyclone via the inlet gas velocity. To calculate the cyclone hydraulic resistance, we have suggested the equation, taking into account the resistance of the inlet zone, vortex zone and output zone. The results of calculation according to the proposed equation correlate well with the data of other researchers.

Keywords: cyclone, tangential branch pipe, centrifugal force, solid particles, gas velocity, resistance coefficient, hydraulic resistance.

Introduction. It is known that the application of a centrifugal force can increase greatly the limits of separation of heterogeneous dust-gas systems [1,2-5]. However, despite the wide spreading of apparatuses, using the centrifugal force [6-13], the process of heterogeneous systems' separation, occurring in them, is not sufficiently studied because of the difficulty in taking into accounting all parameters, influencing on it.

In the basis of the centrifugal separation process the following physical model is studied [1]. The dust-laden gas stream enters the cyclone through the branch pipe, located tangentially to the cylindrical dust collection chamber, passes circumferentially around the exhaust pipe and moves spirally down the wall of the cone and then up into the exhaust pipe. The diameter of the flow, ascending in a spiral, is almost equal to the diameter of the exhaust pipe. The gas flow at the entrance to the cyclone is moving with acceleration in the annular space between the walls of the housing of the cyclone and the exhaust pipe. The kinetic energy of the annular flow is dissipated as a result of exchange between momentums and return flows, occurring at the boundaries of stagnant zones.

The hydraulic resistance of the apparatus, as well as the energy consumption for separation of the preset volume flow rate of the dust-gas mixture, are closely related to the geometrical dimensions of the cyclone.

To establish the correlation between the optimal geometric dimensions of the cyclone, its performance, power consumption and separation capacity is possible only approximately, with using empirical data. To calculate the cyclones, there was offered a large number of models [14], describing the processes of flow motion and gas-solid system separation. The distribution of flows in the cyclone (especially in its conical part) is still not studied sufficiently.

Methods of studies. To carry out the studies, there were used the method of direct measurement of hydraulic resistance by a well-type manometer and a micro manometer, and also the computer-aided numerical methods.

Results of studies. It was established experimentally that the path of the gas stream inside the cyclone conforms to the Archimedean spiral's form. This is especially important to know for proper placement of the outlet branch pipe for dust [1, 15, 16].

The hydraulic resistance changes inside the apparatus depending on the velocity distribution and therefore can be approximately calculated in assuming a certain form of the gas (liquid) – solid system separating boundary. Many researchers assume as a separating boundary the imaginary vertical cylindrical surface with a radius of r_1 (equal to the radius of the inner tube for gas outflow from the apparatus). Recently [1] for calculation of hydraulic resistance there is used the average cylindrical surface with a radius of $\sqrt{r_1 r_2}$ and height h , assuming that there occurs an abrupt flow rate change on it. On both sides of this surface the potential flow is prevailing.

The pressure change at the entrance to the cyclone can be expressed by the moment of momentum M_a on the outer side (r_2) of the separation space (the correction should be allowed for the fact that the momentum in the cross-section of the inlet branch pipe M_{bx} will be slightly different from M_a). The momentum on a cylindrical surface with a radius r_1 is expressed by the difference

$$M_{bx} = M_a - M_{cp} \quad (1)$$

with

$$M_{cp} = \lambda \cdot 2\pi r_1 r_2 h \frac{\rho_c}{2} w_i w_a \quad (2)$$

As a friction coefficient λ in the first approximation there can be assumed the value λ_{ct} , defined in the conditions of existence of a turbulent boundary layer on the outer wall of the cyclone at a constant pressure [17]:

$$\lambda_{ct} = 0,074 Re_{ct}^{-0,2} \quad (3)$$

where

$$Re = \omega_a \cdot 2\pi r_2 / \nu_c, \text{ with } 5 \cdot 10^5 < Re_{ct} < 10^7$$

With taking into account these dependencies, there can be obtained the equations for calculation of coefficients of local resistances for input and output in the cyclone. For the input pipe [1]:

$$\xi_{bx} = \frac{\Delta p_{bx}}{\rho_c v^2 / 2} = \frac{r_1}{r_2} \left(\frac{w_i}{v_i} \right)^2 \left[\frac{1}{\left(1 - \frac{w_i}{v_i} \cdot \frac{h}{r_1} \lambda \right)^2} - 1 \right] \quad (4)$$

For the output pipe:

$$\xi_{bbyx} = \frac{\Delta p_{bbyx}}{\rho v^2 / 2} = K \left(\frac{w_i}{v_i} \right)^{4/3} + \left(\frac{w_i}{v_i} \right)^2 \quad (5)$$

Under the experimental data [1], the constant $K=4,4$. The ratio of velocities at the entrance to the apparatus and the exit of it can be calculated according to the ratio of the cross-section areas of the inlet branch pipe and the outlet pipe:

$$\frac{w_i}{v_i} = \frac{1}{\frac{F_{bx}}{F_{bbyx}} \frac{r_1}{r_{bx}} \alpha + \frac{h}{r_1} \lambda} \quad (6)$$

where α – the correction factor, taking into account the ratio of moments of momentums M_{bx}/M_a :

$$\alpha = \frac{M_{\text{BX}}}{M_a} = \frac{v_{\text{BX}} r_{\text{BX}}}{w_a r_2} \quad (7)$$

The total hydraulic resistance of the cyclone is calculated totally as [1]:

$$\Delta P_{\text{ц}} = \Delta P_{\text{BX}} + \Delta P_{\text{БЫХ}} \quad (8)$$

or

$$\Delta P_{\text{ц}} = \xi \frac{\rho_c w_{\text{г}}^2}{2}, \quad (9)$$

$$\text{where } \xi = \xi_{\text{BX}} + \xi_{\text{БЫХ}}$$

By LIOT procedure [18], the hydraulic resistance of cyclones of various types is calculated by the conventional (fictitious) gas flow rate in the horizontal cross section of the cylindrical part of the empty apparatus as

$$\Delta P_{\text{ц}} = \xi_0 \frac{\rho w_0^2}{2} \quad (10)$$

or by the velocity in the input branch pipe as

$$\Delta P_{\text{ц}} = \xi_{\text{BX}} \frac{\rho w_{\text{BX}}^2}{2} \quad (11)$$

To reduce the hydraulic resistance of NIIOGAZ cyclones, on the exhaust pipe there are installed the volute or the annular diffuser, reducing $\Delta P_{\text{ц}}$ in average by 10 % [1].

The hydraulic resistance coefficients ξ_{BX} and ξ_0 are given in [1] (CN-11 $\xi_{\text{BX}} = 6,1$, $\xi_0 = 150$; CN-15 $\xi_{\text{BX}} = 7,6$, $\xi_0 = 160$; CN-24 $\xi_{\text{BX}} = 10,9$, $\xi_0 = 80$).

It should be taken into account that the hydraulic resistance of the cyclone largely depends on the dust content of gas, and the coefficients of hydraulic resistance ξ in the dusty gas flow are changing in average from 2 to 20% depending on the dust concentration [1]. According to experimental data, the presence of dust in gas in amounts exceeding 1 g/m³, causes the heterogeneity of the gas-solid system separation process, the formation of secondary circulation flows, the boundary layer separation and deceleration of the circumferential gas velocity. At concentrations > 10 g/m³ the influence of dust content on the hydraulic resistance cannot be neglected.

According to [19], during the sedimentation of particles under the conditions corresponding to the Stokes law, the theoretical settling velocity in m/s is calculated by the formula:

$$w_0 = \frac{d^2 (\rho_1 - \rho_2) w_{\text{г}}^2}{9 \nu_2 \rho_2 D} \quad (12)$$

here $w_{\text{г}}$ – the circumferential gas velocity in the cyclone, assumed to be equal to 12 – 14 m/s; D – the cyclone diameter in m.

The diameter of the cyclone should be first preset, and then checked by the subsequent calculation. To pre-select the diameter of the centrifugal dust precipitator, one can be guided by the data [19, 20], in which there are given the approximate ratios of the main dimensions of centrifugal dust precipitators and the inlet branch pipe width b or the cyclone diameter D .

The cross-sectional area of the inlet branch pipe in m²

$$f = bh = \frac{V_{\text{сЕК}}}{w_{\text{BX}}}, \quad (13)$$

where $V_{\text{сЕК}}$ – the actual second volume of gas coming into the cyclone at a preset temperature, in m³/s; $w_{\text{BX}} \approx 20$ m/s – the gas velocity in the inlet branch pipe of the cyclone.

The correct application of the formula (12) is checked by the equation

$$Re = \frac{w_0}{v_2} \leq 0,2. \quad (14)$$

At $Re > 0,2$ the theoretical settling velocity is calculated as follows.
After defining the criterion of Archimedes by the equation

$$Ar = \frac{g \cdot d^3}{v_2^2} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_2} \quad (15)$$

the separation factor is found:

$$\Phi_p = \frac{w_r^2}{gR} = \frac{2w_r^2}{gD} \quad (16)$$

The criterion of Reynolds should be calculated according to the formulas:
at $Ar\Phi_p < 84000$

$$Re = \left(\frac{Ar\Phi_p}{13,9} \right)^{1/1,4}; \quad (17)$$

at $Ar\Phi_p > 84000$

$$Re = 1,71 \sqrt{Ar\Phi_p} \quad (18)$$

By the found values of the criterion Re the theoretical precipitation rate is determined.

Based on the pre-determined performance of the cyclone, the internal diameter of the exhaust pipe is determined according to the equation

$$d_T = 1,13 \sqrt{\frac{V_{cek}}{w_T}}, \quad (19)$$

where w_T – the gas velocity in the exhaust pipe in m/s (in practical calculations) w_T is assumed to be equal to 4-8 m/s).

The outer diameter of the exhaust pipe

$$D_1 = d_T + 2\delta; \quad (20)$$

here δ – the wall thickness of the exhaust pipe.

The correctness of the chosen value of the cyclone diameter is verified by the formula

$$D = \frac{D_1}{1 - 10 \frac{v_{oc}}{w_r}}. \quad (21)$$

The height of the cylindrical part of the centrifugal dust precipitator

$$h_1 = \frac{2V_{cek}}{(D - D_1)w_r}. \quad (22)$$

The height h_2 of the conical part of the cyclone can be determined by the data, given in [19, 20]. The reliable withdrawal of entrained particles from the cyclone is provided with the value of the angle at the top of the cone of 30-40°. The hydraulic resistance of the cyclone is calculated by the formula:

$$\Delta P_{\text{г}} = \xi_{\text{г}} \frac{w_{\text{вх}}^2 \rho_2}{2}, \quad (23)$$

where ξ_{Π} – the resistance coefficient, depending on the design of the cyclone (for CKKB design cyclones $\xi_{\Pi} = 2,5$, for VTI cyclones $\xi_{\Pi} \approx 6$, for NIOGAZ cyclones $\xi_{\Pi} \approx 7$ [5]).

As can be seen from the formula (12), the settling rate of particles in centrifugal dust precipitators can be increased by increasing the gas flow rate w_r or decreasing the radius of rotation R . The first way is inefficient, as it causes a sharp increase in the hydraulic resistance of the apparatus, with increasing the turbulence of the gas flow and, finally, the reduced efficiency factor. The second way has resulted in the creation of multiclone structures.

In paper [20] to calculate the pressure drop in a cyclone there is proposed the equation:

$$\Delta p = \xi \frac{\rho w^2}{2}. \quad (24)$$

According to the preset efficiency, the actual gas velocity in the cyclone is calculated, and the gas velocity in the cyclone should not deviate from the optimal one by more than by 15%.

According to the tables, given in the paper, there is assumed the hydraulic resistance coefficient, corresponding to the predetermined type of a cyclone. For NIOGAZ cyclones (single ones or group ones) the specifying corrections are made by the formula

$$\xi = K_1 K_2 \xi_{\Pi 500}^{c.\Pi} + K_3, \quad (25)$$

where $\xi_{\Pi 500}^{c.\Pi}$ - the hydraulic resistance coefficient of a single cyclone with a diameter of 500 mm. Index «c» means that the cyclone operates in a hydraulic network, while « Π » - without the network, i.e. directly with exhausting into the atmosphere; K_1 – the correction factor for the cyclone diameter; K_2 – the correction factor for gas dust content; K_3 – the coefficient, taking into account the additional pressure losses, caused by the arrangement of cyclones in a group.

To calculate the hydraulic resistance of a cyclone, we have proposed the equation:

$$\Delta P_{\Pi} = \Delta P_{\text{BX}} + \Delta P_{\text{B.3}} + \Delta P_{\text{БЫХ}}, \quad (26)$$

where ΔP_{BX} – the hydraulic resistance of the entrance area, Pa; $\Delta P_{\text{B.3}}$ – the hydraulic resistance of the vortex area, Pa; $\Delta P_{\text{БЫХ}}$ - the hydraulic resistance of the exit area, Pa.

The hydraulic resistance of the entrance area:

$$\Delta P_{\text{BX}} = \xi_{\text{BX}} \frac{w_{\text{BX}}^2 \rho_{\Gamma}}{2}, \quad (27)$$

where $\xi_{\text{BX}} = 3,32$ – the resistance coefficient at the entrance to the apparatus.

The hydraulic resistance of the vortex area:

$$\Delta P_{\text{B.3}} = \xi_{\text{B.3}} \frac{w_{\text{B.3}}^2 \rho_{\Gamma}}{2}, \quad (28)$$

where $\xi_{\text{B.3}} = 4,1$ – the resistance coefficient of the vortex area; $w_{\text{B.3}}$ – gas velocity in the vortex area, m/s.

The hydraulic resistance of the exit area:

$$\Delta P_{\text{БЫХ}} = \xi_{\text{БЫХ}} \frac{w_{\text{БЫХ}}^2 \rho_{\Gamma}}{2}, \quad (29)$$

where $\xi_{\text{БЫХ}} = 5,7$ – the resistance coefficient at the exit of the apparatus.

Figure 1 gives the results of the cyclone hydraulic resistance calculations according to the equations, presented by various authors.

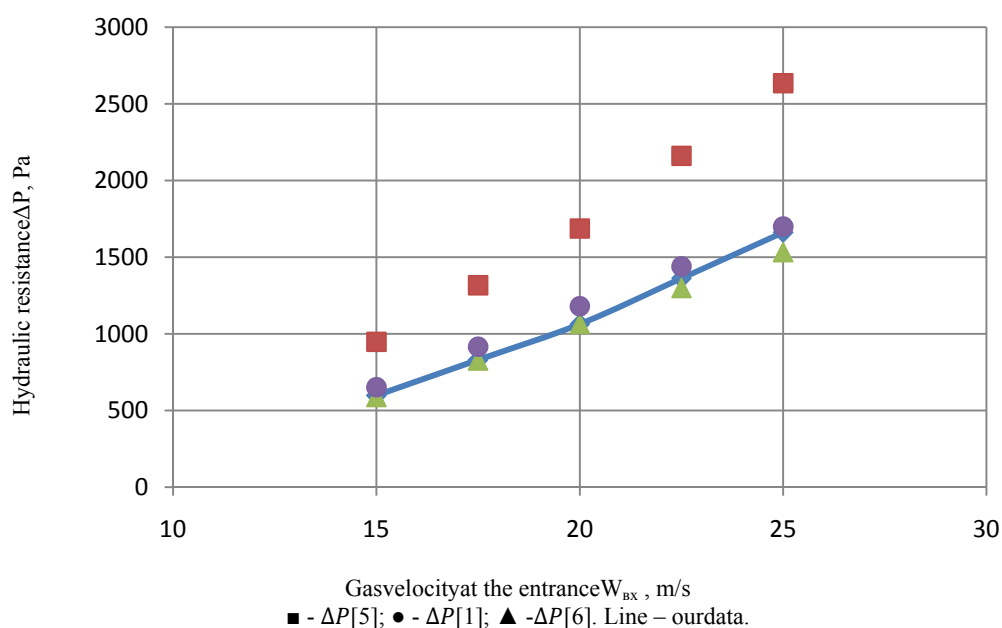


Figure 1 – the cyclone hydraulic resistance ΔP depending on the gas flow velocity at the entrance w_{BX} .

As it can be seen from the figure, the cyclone hydraulic resistance, depending on the gas flow rate at the entrance to the apparatus increases. It is obvious, because with increasing speed there are growing the expenditures on overcoming the local resistances and creation of a swirling flow. Calculations on the equations, proposed in papers [1, 20], and our data have close values, whereas the data in paper [19] are slightly overvalued.

Conclusions. There has been considered the model of centrifugal separation of a dust-laden gas stream.

There has been given the analysis of different approaches to determination of the cyclone hydraulic resistance.

Proceeding from the analysis done, there has been proposed the equation that takes into consideration the resistance of the entrance area, vortex area and exit area, well correlated with the data of other researchers.

REFERENCES

- [1] Romankov P.G., Kurochkina M.I. *Gidromekhanicheskie protsessy khimicheskoi tekhnologii*. L.: Khimiia, **1974**. 288 p. (In Russian).
- [2] *Tekhnika pyleulavlianiia i ochistki promyshlennykh gazov: Sprav. izd.* / Aliev G.M.-A. M.: Metallurgii, **1986**. 544 p. (In Russian).
- [3] *Ochistka promyshlennykh gazovotpyli* / V.N.Uzhov, A.Iu.Valdberg, B.I.Miagkov, I.K.Reshidov. M.: Khimiia, **1981**. 390 p. (In Russian).
- [4] Lukin V.D., Kurochkina M.I. *Ochistka ventilatsionnykh vybrosov v khimicheskoi promyshlennosti*. L.: Khimiia, **1980**. 232 p. (In Russian).
- [5] Karpov S.V., Saburov E.N. *Vliianie osnovnykh geometricheskikh parametrov na aerodinamicheskui ueffektivnostt ciklonnykh apparatov // Teor. osn. khim. tekhnol.* **1990**. t.24. № 5. P.651–660 (In Russian).
- [6] Kouzov P.A., Mylnikov S.I. *Raschet effektivnosti pyleulavlianiia v teiklonakh s vodianoiplenkoi // Tr. in-tov okhranytruda.* **1972**. vyp. 77. P. 6–12. (In Russian).
- [7] Prechistenskii S.A. *Tcentrifugirovanie aerorozlei v TcRP*. M.: Atomizdat, **1960**. 190 p. (In Russian)
- [8] *Ochistka gazov v khimicheskoi promyshlennosti. Protsessy i apparaty* / O.S.Balabekov, L.Sh.Baltabaev. M.: Khimiia, **1991**. 256 p. (In Russian).

- [9] Volnenko A.A. Konstruirovaniye dvukh stupenchatykh vikhrevykh apparatov dlia provedeniia protsessov pileulavlianiia. // Nauka i obrazovanie Iuzhnogo Kazakhstana. **1997**. № 7. P.200. 202.(In Russian).
- [10] Volnenko A.A. Ochistkagazov v dvukhstupenchatykh apparata khvikhrevogotipa // Problemy razvitiia predpriatii osnovnoi i gornokhimi: Sb. nauch. TrudovAO "KazNIIkhimproekt".-Shymkent, **1996**. P.228-230.(In Russian)
- [11] Valdberg A.Iu., Kovalevskii Iu.V., Lebediuk G.K. Mokrye pileuloviteli udarno-inertcionnogo, tcentrobezhnogo i forsunochnogo deistviia. M.: TcINTIKhimneftemash, **1981**. 38 p.(In Russian).
- [12] Potapov O.P., Kropp L.D. Batareinye tciklony. M.: Energiia, **1977**. 152 p.(In Russian).
- [13] Kropp L.D., Bronshtein A.Sh. Ekspluatatsiia batareinykh tciklonov. M.: Energiia, **1964**. 152 p.(In Russian).
- [14] Gordon G.M., Peisakhov I.L. Pyleulavlianie i ochistka gazov. M.-L.: Metallurgii, **1968**. 499 p.(In Russian).
- [15] Kouzov P.A. Sravnitelnaia otcenka tciklonov razlichnykh tipov. V kn.: Obespylianie v metallurgii. M.: Metallurgii, **1971**. P.185-196.(In Russian).
- [16] Gazoочistnoe oborudovanie. Tciklony. M.: Tcintikhimneftemash, **1977**. 24 p.(In Russian).
- [17] Shlikhting G. Teoriia pogranichnogo sloia. Per. s angl. M.: Nauka, **1969**. 741 p.(In Russian).
- [18] Kouzov P.A., Iofinov G.A. Ispytanie obespylivaiushchikh ventiliatcionnykh ustanovok. L.: VNIOT, **1971**. 165 p.(In Russian).
- [19] Mashiny i apparaty khimicheskikh proizvodstv. Pod red. I.I. Chernobylskogo. M.: Mashinostroenie, **1975**. 454 p.(In Russian).
- [20] Birger M.I., Valdberg A.Iu., Miagkov B.I. Spravochnik popyle i zoloulavlianiiu // Pod obshch.red. A.A. Rusanova. M.: Energoatomizdat, **1983**. 312 p.(In Russian).

А.О.Торский¹, А.А. Волненко¹, А.А. Абжапбаров¹, А.Э. Левданский²

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

²Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск, Беларусь

ГИДРОДИНАМИКА ЗАКРУЧЕННОГО ПОТОКА В АППАРАТЕ ЦИКЛОННО-ВИХРЕВОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. Ортадан тепкіш күшті қолданатын аппараттардың кең таралғанына қарамастан, оларда өтетін біркелік емес жүйелерді бөлу процесі оларға әсер ететін барлық параметрлерді ескерудің күрделілігіне байланысты жеткіліксіз зерттелген.

Шаңдалған газ ағыны циклонға цилиндрлі шаңтұндырғыш камерасына тангенциалды орналасқан келте құбыр арқылы кіретіндіктен газ шығаратын түтікше айналасында шеңбер бойымен өтіп конус қабырғасы бойымен спиральды түрде төмен қарай қозғалады да және содан соң жоғары қарай қозғалады, бұл ретте пайда болатын ортадан тепкіш күш қатты бөлшектерді қаңқаның ішкі қабырғасына жабысуына мәжбүрлей отырып әсер етеді, олар кейін ауырлық күші әсерімен шығарушы келте құбырға сырғып түседі.

Циклондарды есептеу үшін газ-қатты заттар жүйесін бөлу мен ағындар қозғалысы процесстерін сипаттайтын көптеген модельдер ұсынылды. Көптеген зерттеушілер бөлу шекарасы ретінде аппараттан газды шығаруға арналған ішкі құбыр радиусына сәйкес келетін елестетілген тік цилиндрлі бетті қабылдайды. Өзгелер гидравликалық кедергіні есептеу үшін h биіктігімен және радиусы $\sqrt{r_1 r_2}$ орташа цилиндрлі бетті, онда ағын жылдамдығының секірмелі өзгерісі болады деп ойлап, пайдаланады. Бұл беттің екі жағы да потенциалды ағысқа ие болады. Нәтижесінде жалпы кедергі мен циклонға кіру және шығуға арналған жергілікті кедергілер коэффициенттерін есептеуге арналған теңдеу алынды.

Зерттеушілердің бір бөлігі шығу жақтағы газ жылдамдығы бойынша циклонның гидравликалық кедергісін есептеуді ұсынады. Біз циклонның гидравликалық кедергісін есептеу үшін кіріс аймағының, құйынды аймағының және шығыс аймағының кедергілерін ескеретін теңдеу ұсынып отырмыз. Ұсынылып отырған теңдеу бойынша есептеу нәтижелері өзге зерттеушілердің мәндерімен жақсы үйлеседі.

Түйін сөздер: циклон, тангенциалдыкелте құбыр, ортадан тепкіш күш, қатты бөлшектер, газ жылдамдығы, кедергі коэффициенті, гидравликалық кедергі.

А.О. Торский¹, А.А. Волненко¹, А.А. Абжапбаров¹, А.Э. Левданский²

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

²Белорусский государственный технологический университет, г.Минск, Беларусь

ГИДРОДИНАМИКА ЗАКРУЧЕННОГО ПОТОКА В АППАРАТЕ ЦИКЛОННО-ВИХРЕВОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. Несмотря на широкое распространение аппаратов, использующих центробежную силу, протекающий в них процесс разделения неоднородных систем недостаточно изучен из-за сложности учета всех действующих на него параметров.

В виду того, что запыленный газовый поток входит в циклон через патрубок, расположенный тангенциально к цилиндрической пылеосадительной камере, проходит по окружности вокруг выхлопной трубы и движется спирально вниз по стенке конуса и затем вверх, возникающая при этом центробежная сила воздействует на твердые частицы, заставляя их прижиматься к внутренней стенке корпуса, которые затем, под действием силы тяжести, сползают к выпускному патрубку.

Для расчета циклонов предложено большое число моделей, описывающих процессы движения потока и разделения системы газ-твердое вещество. Многие исследователи принимают в качестве границы разделения воображаемую вертикальную цилиндрическую поверхность соответствующую радиусу внутренней трубы для выхода газа из аппарата. Другие для расчета гидравлического сопротивления используют среднюю цилиндрическую поверхность радиусом $\sqrt{r_1 r_2}$ и высотой h , предполагая, что на ней происходит скачкообразное изменение скорости потока. По обе стороны этой поверхности преобладает потенциальное течение. В результате получены уравнения для расчета коэффициентов местных сопротивлений для входа и выхода в циклоне и общего сопротивления.

Часть исследователей предлагает рассчитывать гидравлическое сопротивление циклона по скорости газа на входе. Нами для расчета гидравлического сопротивления циклона предложено уравнение, учитывающее сопротивление зоны входа, вихревой зоны и зоны выхода. Результаты расчета по предложенному уравнению хорошо коррелируются с данными других исследователей.

Ключевые слова: циклон, тангенциальный патрубок, центробежная сила, твердые частицы, скорость газа, коэффициент сопротивления, гидравлическое сопротивление

Information about authors:

TorskiyAndreyOlegovich – PhD doctoral student of the 1st academic year for the specialty of Technological machines and equipment (6D072400), Department of Technological machines and equipment, M.Auezov South Kazakhstan State University, e-mail: nii_mm@mail.ru.

VolnenkoAlexandrAnatol'evich - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technological Machines and Equipment, M.Auezov South Kazakhstan State University, e-mail: nii_mm@mail.ru.

AbzhapbarovAbaiAkilbekovich - master, teacher of the Department of Technological Machines and Equipment, M.Auezov South Kazakhstan State University, e-mail: nii_mm@mail.ru.

Levdansky Alexander Eduardovich - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Processes and Apparatuses of Chemical Production", Belorussian State Technological University, e-mail: alex_levdansky@belstu.by

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 26 – 30

S.A. Dzhumadullayeva¹, A.B. Bayeshov², M.O. Altynbekova¹, B.S. Abzhalov¹

¹Khoja Akhmet Yassawi Kazakh-Turkish International University, Turkistan, Kazakhstan;

²Institute of Fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan
E-mail: sveta.jumadullayeva@ayu.edu.kz, abayeshov@mail.ru, ruminash64@mail.ru, abcvip.kz@mail.ru

SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF IONITES WITH ORGANIC SUBSTRATES

Abstract. In the present work, the general laws of the interaction of aromatic and heterocyclic acids with the anionite AV-17-8 have been studied by IR spectroscopy. Adsorption was studied under static conditions. The nature of the interaction was judged by the appearance of new bands, the shift of their maxima and the change in intensity on the spectrograms of fresh and spent ionite samples. IR absorption spectra of the freshly prepared anion exchanger in the OH form were obtained and after mixing it with organic acids. Based on the data on the IR spectra of the anionite AV-17-8 after adsorption of carboxylic acids, various aggregate supramolecular complexes of adsorbed molecules with active centers of the ion-exchange resin are proposed. It has been shown that the molecules with pyridine derivative substituents have the best tendency to adsorb, owing to the high degree of intramolecular resonance and the formation of anions upon adsorption on the anion exchanger. It was found that acid adsorption is carried out due to the formation of a hydrogen bond with hydroxyl groups located on the surface of the adsorbent. In the anionite spectra after the adsorption of organic acids, absorption bands corresponding to symmetric and antisymmetric valence vibrations of the carboxylate of anions were observed.

Keywords: adsorption, carboxylic acids, anion exchange.

Supramolecular chemistry studies the associates of two or more particles held together by intermolecular forces. It can be said that supermolecules refer to molecules and intermolecular bonds, as molecules belong to atoms and covalent bonds [1]. From these positions, it seems to us, it is more convenient to consider ion exchangers, which are increasingly used in the purification of waste water and flue gases from harmful impurities. In addition, they are increasingly used as heterogeneous catalysts in organic synthesis. However, the mechanism of intermolecular interaction between adsorbates and active groups of ion exchangers has not been sufficiently studied [2-11]. The knowledge of the laws governing the formation of associates, their structure and intermolecular forces, which hold together different molecules and active surface centers of adsorbents, will allow them to be used more efficiently and selectively for these purposes.

The present work is devoted to the study of the adsorption of organic acids on the anionite AV-17-8 in the OH form by IR spectroscopy, the formation of intermolecular aggregate associates of adsorbed molecules with active ionite centers.

Experimental part

In the work, commercial ion exchanger with a grain diameter of 0.3-0.5 mm has been used, which was conditioned and transferred to the OH-form by the method [12]. The static exchange capacity of 0.1 N hydrochloric acid solution was 4.2 mg-eq / g.

The adsorption was carried out in a glass reactor equipped with a reflux condenser, with a temperature of 25 to 75 ° C for 1-2 hours and an adsorbate: ionite: water ratio of 1: 2: 8. After treatment, the ion exchanger was filtered, washed with water, dried in air in a drying oven at 30-50 ° C., then kept in a desiccator over P₂O₅ for 24 hours, tableted with pre-recrystallized and dried up to the complete disappearance of KBr bands and recorded spectra on the spectrometer Impact 410 (USA) in the field of 4000-400 cm⁻¹.

Results and their discussion

We first studied the adsorption of pyridinecarboxylic and aromatic acids on the anionite AV-17-8 in the OH form.

Pyridinecarboxylic acids and their derivatives are part of the waste water of coke production, in particular, in the production of vitamins and antituberculosis drugs. Therefore, a study of the mechanism of their sorption is of interest both from the point of view of environmental protection and the capture of valuable raw materials.

In the spectrum of fresh ionite (1), a number of bands in the region of 1380-1500 cm^{-1} pertain to the deformation vibrations of the CH_2 , CH_3 groups and the skeletal vibration of the benzene ring. The wide band in the field of 1600-

1700 cm^{-1} corresponds to the deformation vibration of the OH groups of water [13-18].

The spectra of nicotinic (2), isonicotinic (3), benzoic (7) acids and the products of their interaction with anionite (4), (5) and (6), respectively, are shown in the figure.

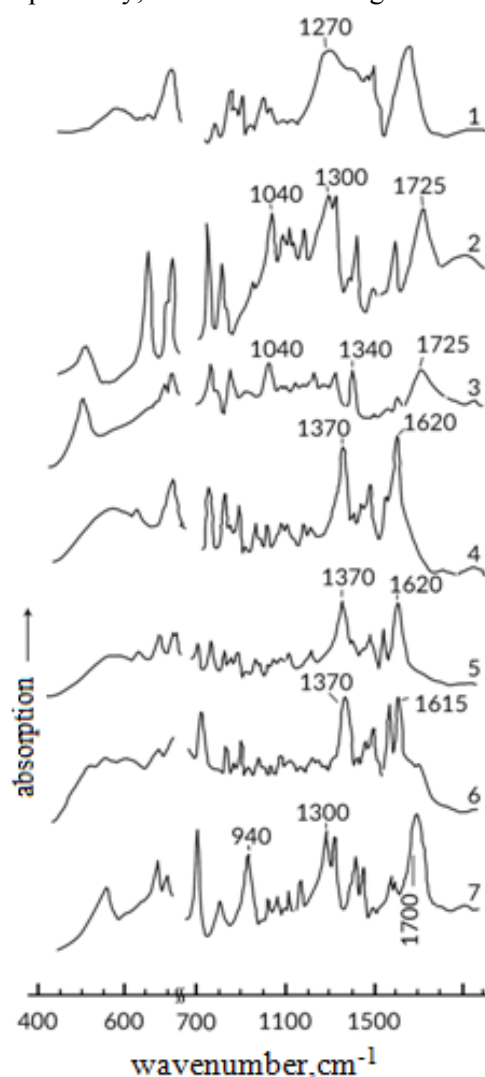



Figure - IR adsorption spectra of the anionite AV-17-8 in the OH form (1) of nicotinic (2), isonicotinic (3), benzoic (7) acids and their interaction products with anionite (4, 5, 6, respectively)

Comparing them in pairs, one can see that in spectra 4-6 there are no absorption bands characteristic of acids (a very strong band of the stretching vibration of the

$\text{C} = \text{O}$ group at 1700 cm^{-1} for benzoic and 1725 cm^{-1} for nicotinic and isonicotinic acids: about 1300 cm^{-1} - stretching vibration of C-O bonds, about 1400 cm^{-1} for nicotinic and isonicotinic acids and 940 cm^{-1}

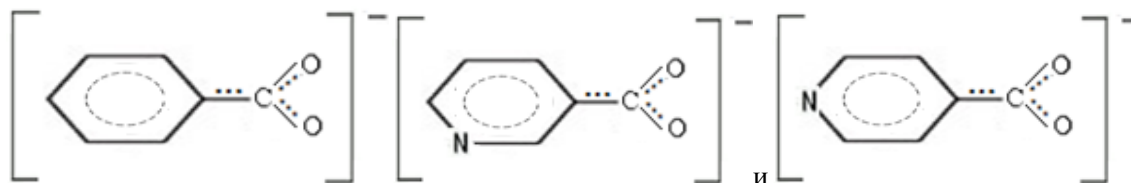
¹for benzoic acid, related to non-planar deformation vibrations of the OH group). The continuous absorption has been disappeared, characteristic for both acids and anion exchanger. The intensity of the band in the region of deformation vibrations of water (1600-1700 cm⁻¹) has sharply decreased. At the same time, a very intense pair of bands appeared at 1370 and 1620 cm⁻¹ (1615 cm⁻¹ for the reaction product of benzoic acid). This pair of bands should be attributed, respectively, to symmetric and antisymmetric stretching vibrations of the group -COO⁻ adsorbed on the surface, according to [19,20]. In addition, absorption bands at 1560 cm⁻¹ for isonicotinic and 1575 cm⁻¹ for nicotinic and benzoic acids appeared in spectra 4-6.

In [21] the origin of the band in the region 1550-1600 cm⁻¹ is explained by the oscillation of the skeleton of the ring, and the increase in its intensity by conjugation. As for conjugation, we can agree with

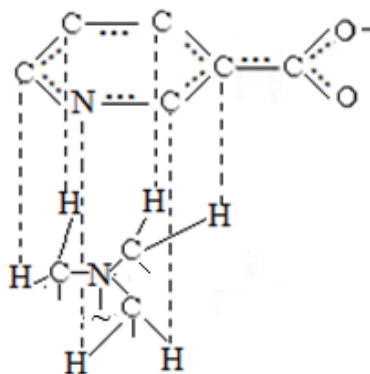
the statement, since the conjugation between the group  and the benzene and pyridine rings should be strong.

The observed changes in the spectra of the products of the interaction of acids with anion exchanger suggest a rearrangement of the structure of the molecules: the proton of the acid breaks off, neutralizing the groupings $H_{2n-1}O_n^-$ to water.

Formedanions



become counter ions of positively charged fixed centers of the resin surface. The absence of continuous absorption in the spectra of the interaction products indicates that there are no bridged hydrogen bonds between the water molecules and the oxygen atoms of the carboxylate groups with proton transfer, i.e., in contrast to the formate anion, aromatic carboxylate anions of non-carboxylate-hydrate rings. This implies that the negative charge on the oxygen atoms of the carboxylate groups is insufficient to form such bonds. The results confirm the presence of conjugation between the aromatic rings and the carboxylate group in the anions and the large double bond of the C-C bond between these groups, which is probably responsible for the appearance of an intense band in the field of 1560-1600 cm⁻¹. Along with this, it is pointed out in [19] that the plane of the aromatic nucleus of adsorbed molecules is located parallel to the surface of the adsorbent.



Therefore, it can be assumed that most of the negative charge in these ions is at the center of the aromatic or heterocyclic nucleus. These rings seem to surround the fixed cation of anionite like carboxylate hydrate rings, stabilizing due to interactions between π -electrons of the ring and quaternary ammonium of hydrogen atoms.

REFERENCES

- [1] Lehn J. M. Supramolecular Chemistry. Concepts and Perspectives. Weinheim-New-York Basel-Cambridge-Tokyo: VCH, 1995. 271 p. (in Eng.).
- [2] Little L. Infrared Spectra of Adsorbed Molecules. London: Academic, 1966. 180 p. (in Eng.).
- [3] Kiselev A.V., Lygin V.I. Infrared spectra of surface compounds and adsorbed substances. M.: Nauka, 1972. 459 p. (in Russ.).
- [4] Davydov A.A. IR spectroscopy in the chemistry of the surface of oxides. Novosibirsk: Nauka. Sibirskoeotdelenie, 1984. 245 p. (in Russ.).
- [5] Paramonova V.I., Nikitina G.N., Akopov G.A. Study of sorption of heavy ions metals by infrared spectroscopy. II. Spectra of phosphoric acids sorbents saturated with uranium // Radiochemistry. 1968. V.10. № 6. P. 646-650. (in Russ.).
- [6] Firsova L.A., Chuveleva E.A., Nazarov K.V., Chmutov K.V., Kazantsev E.M., Lekonov L.P. The study of the mechanism of sorption of indium and iron (III) on phosphoric acid cation exchange KF-7. I. Investigations by infrared spectroscopy // Journal of Physical Chemistry. -1977. V. 51. №7. P. 1742-1747. (in Russ.).
- [7] Chuveleva E.A., Yufryakova N.K., Nazarov P.P., Chmutov K.V. The mechanism of sorption ions of metals on complexing resins. // Journal of Physical Chemistry. 1972. V. 46, № 5. P. 1147-1150. (in Russ.).
- [8] Mank V.V., Grebenyuk V.D., Kurilenko O.D. Research of hydration numbers ion exchange resins by NMR. // Dokl. AN SSSR. 1972. V. 203. № 5. P. 1115-1117. (in Russ.).
- [9] Mank V.V., Kurilenko O.D. Investigation of intermolecular interactions in ion-exchange resins by NMR. Kiev: Naukov Dumka, 1976. 80 p. (in Russ.).
- [10] Goldammer E., Conway B.E., Paskovich D.H., Reddoch A.H. Development of free radicals in sulfonated polystyrene ion-exchange resins upon drying // J. Polymer. Sci. 1973. V.11. № 11. P. 2767-2776. (in Eng.).
- [11] Tulupov P.E. Resistance of ion-exchange materials. L.: Himiya, 1984. 241 p. (in Russ.).
- [12] Polyansky N.G. Catalysis by ion exchangers. M.: Himiya, 1973. 213 p. (in Russ.).
- [13] Dzhumakaev K.H., Ayapbergenov K.A., May I.I., Dzhumadullaeva S.A. To the mechanism of catalysis by ion exchangers. On the role of polymer - bound ammonium ions // Kinetics and catalysis. 1989. V. 30. № 2. P. 495-497. (in Russ.).
- [14] Bellamy L. Infrared spectra of molecules. M.: IL, 1957. 444 p. (in Russ.).
- [15] Semushin A.M., Yakovlev V.A., Ivanova E.V. Infrared absorption spectra of ion-exchange materials. L.: Himiya, Leningradskoe otделение, 1980. 96 p. (in Russ.).
- [16] Tsundel G. Hydration and intermolecular interaction. Investigation of polyelectrolytes by infrared spectroscopy. M.: Mir, 1969. 310 p. (in Russ.).
- [17] Liborovich N.B., Mayorov V.D., Saveleva V.A. Ion $H_3O_2^+$ in vibrational spectra of aqueous solutions of strong acids // Dokl. AN SSSR. 1975. V. 225. № 6. P. 1358-1360 (in Russ.).
- [18] Liborovich N.B., Sakun V.P., Sokolov N.D. Vibrational spectrum of a hydrated proton // Teoret. and exper. Chemistry. 1978. V. 14. № 4. P. 435-446. (in Russ.).
- [19] Chemistry of zeolites and catalysis on zeolites. Ed. J. Rabo. M.: Mir, 1980. V. 1. -506 p. (in Russ.).
- [20] Uglyanskaya V.A., Chikin G.A., Selemenev V.F., Zavyalova T.A. Infrared spectroscopy of ion-exchange materials. Voronezh: Ed. VSU, 1989. 205 p. (in Russ.).
- [21] Dzhumadullaeva S. A., Altynbekova M. O. A Mechanism for the Hydrazinolysis of Benzoic Acid in the Presence of Ion_Exchange Catalyst // Russian Journal of Physical Chemistry A. 2013. V. 87. № 11. P. 1943-1945. (in Eng.).

С.А. Жұмаділлаева¹, Ә.Б. Баешов², М.О. Алтынбекова¹, Б.С. Абжалов¹

¹Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан
²Д.В.Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты, АҚ, Алматы, Қазақстан

ИОНИТТЕРДІҢ ОРГАНИКАЛЫҚ СУБСТРАТТАРМЕН СУПРАМОЛЕКУЛЯРЛЫ КОМПЛЕКСТЕРІ

Аннотация. Қарастырылып отырған жұмыста ИҚ- спектроскопия әдісімен ароматты және гетероциклді қышқылдардың АВ-17-8 анионитімен әрекеттесуінің жалпы заңдылықтары зерттелген. Адсорбцияны статикалық жағдайда жүргізеді. Әрекеттесудің сипаты жөнінде алдымен дайындалған және өңдеуден өткен ионит үлгілерінің спектрограммаларында жаңа жолақтардың пайда болуына, олардың максимумдарының ығысуына және интенсивтіліктің өзгерістеріне қарай талдайды. Аниониттің ОН –формасының және оны органикалық қышқылдармен араластырудан кейінгі ИҚ- спектрлері алынды. Анионит АВ-17-8 бетінде карбон қышқылдарының адсорбциясынан кейін алынған ИҚ-спектрлердің негізінде адсорбцияланған

молекулалардың ионалмастырғыш шайырдың активті орталықтарымен түзілген әртүрлі агрегатты супрамолекулярлы комплекстері ұсынылған. Молекулаішілік резонанстың жоғары дәрежесі мен анионитте адсорбция кезінде аниондардың түзілуіне байланысты ең жақсы адсорбциялану бейімділігі пиридинді орынбасушылары бар молекулаларға тән екендігі көрсетілген. Қышқылдардың адсорбциясы адсорбент бетінде орналасқан гидроксил топтарымен сутектік байланыстар түзу есебінен жүзеге асатындығы анықталған. Органикалық қышқылдардың адсорбциясынан кейін аниониттің спектрлерінде симметриялы және антисимметриялы валенттік тербелістерге сәйкес карбоксилат аниондардың сіңіру жолақтары табылған.

Түйін сөздер: адсорбция, карбон қышқылдары, анионит.

С.А. Джумадуллаева¹, А.Б. Башов², М.О. Алтынбекова¹, Б.С. Абжалов¹

¹Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан;

²Институт Топлива, катализа и электрохимии имени Д.В.Сокольского, АО, Алматы, Казахстан

СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ИОНИТОВ С ОРГАНИЧЕСКИМИ СУБСТРАТАМИ

Аннотация. В настоящей работе методом ИК- спектроскопии изучены общие закономерности взаимодействия ароматических и гетероциклических кислот с анионитом АВ-17-8. Адсорбцию изучали в статических условиях. О характере взаимодействия судили по появлению новых полос, сдвигу их максимумов и изменению интенсивности на спектрограммах свежего и отработанных образцов ионита. Были получены ИК-спектры поглощения свежеприготовленного анионита в ОН- форме и после перемешивания его с органическими кислотами. На основании данных по ИК-спектрам анионита АВ-17-8 после адсорбции карбоновых кислот предложены различные агрегатные супрамолекулярные комплексы адсорбированных молекул с активными центрами ионообменной смолы. Показано, что наилучшую склонность адсорбироваться имеют молекулы с пиридинпроизводными заместителями, благодаря высокой степени внутримолекулярного резонанса и образованию анионов при адсорбции на анионите. Установлено, что адсорбция кислот осуществляется за счет образования водородной связи с гидроксильными группами, расположенными на поверхности адсорбента. В спектрах анионита после адсорбции органических кислот обнаружены полосы поглощения, соответствующие симметричным и антисимметричным валентным колебаниям карбоксилат анионов.

Ключевые слова: адсорбция, карбоновые кислоты, анионит.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 31 – 35

УДК 661; 669

A.E. Seisenbaev¹, A.M. Ustimov¹, I.O. Aimbetova²¹ M.Auezov South Kazakhstan State University² Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
seisenbaev@bk.ru ustimovu@bk.ru indi_aimbetova@mail.ru**INVESTIGATIONS OF PYROMETALLURGICAL AND ELECTROLYTIC CLEANING PROCESSES OF BISMUTH CONNECTIONS AND SURVEY OF NEW TECHNOLOGIES FOR PROCESSING OF VISIBLE DROSSES RECEIVED AFTER RAINING OF BLACK LEAD WITH MINERAL WASTE DISPOSAL**

Abstract. The article presents a literature review and possible ways of obtaining high purity bismuth of the Vu000, Vio0000 grades with a combination of pyrometallurgical and electrolytic cleaning schemes using simple equipment that ensures its competitiveness at cost and simplicity of technical solutions. The technology of obtaining bismuth is a unique connection with this, it is not fully disclosed. The results of the study show the high purity of the product obtained, the work on the selection of the electrolyte composition, the preparation of the anodes and the electrolytic refining of bismuth and the processing of the technology regimes are completed.

Key words: bismuth grade Bi000, impurities, electrolysis, refining, waste.

Bismuth is a very rare and rather scattered element. According to various estimates, the average content (clarke) of a given element in the earth's crust is from $9 \cdot 10^{-7}\%$ to $2 \cdot 10^{-5}\%$ by mass, which means that per ton of the material of the earth's crust there are only 0.2 grams of bismuth [1- 3]. By the prevalence in the bowels of our planet, bismuth occupies the seventy-first place. Its less than silver, less than many elements of the rare and scattered - thallium, indium, cadmium. Today, this element is necessary for every country with a highly developed industry. Over the past decades, the demand and the price of this metal have risen sharply, as electronics and nuclear power have added to such traditional consumers of bismuth (primarily high-purity brands) as metallurgy, pharmaceuticals and the chemical industry [4-6].

Currently, the main producers of high purity bismuth are China (up to 70%), Russia, Bolivia, Peru, Mexico, Australia and the USA [7].

In the Republic of Kazakhstan during the Soviet period, the main producers of bismuth metal were lead-zinc and copper-smelting industries, since in the process of processing of basic metals, it was required to clean the bismuth that was present without fail. The ordinary bismuth grades were produced, which were sent mainly to Russia, where the brands of higher purity were produced, mainly by the method of repeated recrystallization, by the vacuum distillation method, the main disadvantages of which were low productivity, the complexity of the process and the use of expensive equipment. It was for these years that the main research was devoted to developing technologies for further purification of bismuth to the highest purification grades. One of the main producers of bismuth in the Republic of Kazakhstan until 2011 was the corporation "Yuzhpolimetall", which produced bismuth of certain brands of high purity. A small amount of bismuth of ordinary grades produces lead-zinc production of the corporation "Kazzinc".

The program for the development of the mining and metallurgical industry provides for an increase in processing of the main types of mined raw materials for obtaining products with high added value and,

ultimately, the creation of metallurgical industries and subsequent redistribution, ensuring the development of high-tech industries and exports. In Kazakhstan, the main source of bismuth production of ordinary grades is lead-copper production, in the technological process of which, redistribution from bismuth to bismuth-containing drosses is envisaged, electrolytically processed to produce bismuth sludge, smelting it to rough bismuth and purging of impurities to B1 grades, Be2, Bu0, and B00. The most pure in content impurities in the process of such redistribution is Bio. Bismuth grades B000, B0000 are obtained by zone recrystallization in an inert gas atmosphere, by a vacuum distillation method. These methods are not characterized by high productivity and do not give a high extraction of bismuth into the final product.

The scientific novelty of the work is to obtain high purity bismuth of the brands Vi000, Vio0000 with a combination of pyrometallurgical and electrolytic cleaning schemes on simple equipment, which ensures its competitiveness at cost and simplicity of technical solutions.

At present, we have preliminary results of studies on the production of Bi000 bismuth with a pyrometallurgical method, including a phased purification from the impurity impurities. The purification regimes, the characteristics of the main equipment have been worked out, which are the novelty of this study. The next step is to obtain Bio0000 by electrolytic refining of B000 in electrolyzers with solid anodes. There are preliminary positive results on the composition of the electrolyte, the preparation of anodes, the electrolytic refining of bismuth, the melting of cathode metal, the nomenclature and the technological strapping of the main equipment. This method completely has a scientific novelty.

The starting materials for the production of bismuth with a content of the main substance 99.9999% and 99.9999% (B000 and B0000) can be the ordinary bismuth brands Bio and BvOO, obtained during the electrolytic processing of bismuth dyes from the refining of leaded lead. The technology of pyrometallurgical purification consists of 1) removal of lead impurities, special additives having a close affinity for lead 2) carrying out desulfurization operation - removal of silver, nickel and copper 3) removal of cadmium, thallium and residual lead content 4) qualitative refining - removal of chlorides. This stage allows the above impurities to be removed to the content specified in GOST 10998 for 99.9999% purity bismuth (B000). The mode parameters and additives used contain novelty. The technology of the second stage provides for the electrolytic refining of Bi000 bismuth in electrolyzers with solid anodes. The technology is based on the anodic dissolution of Bi000 bismuth and the deposition of dendrites on a portable titanium cathode. The composition of the electrolyte, the regime parameters of the process have scientific novelty. The technology consists of the following stages: 1. Preparation of anodes - melting of Bi000 bismuth, intercalation of the reagent for fine cleaning from the residual quantity of suspended impurities in the form of sulphides, bottling of the anodes in the form of blocks. 2. Preparation of electrolyte 3. Carrying out electrolysis 4. Stripping of cathode metal 5. Washing of dendrites 6. Melting of cathode metal 7. Filling of metal.

The equipment used in the process must be made of inert materials to prevent contamination by impurities of the guest metals - titanium, graphite of special purity. Reagents used for cleaning should have a mark not lower than "hh" / or "och".

There are no analogues of the proposed production in the RK and the CIS countries. The competitiveness of the proposed bismuth production of the brands Vi000, Bio0000 at the cost and simplicity of technical solutions will allow us to compete only with the main producer - China [8-15].

All existing technologies are based on pyro- or hydrometallurgical cleaning methods, which do not allow achieving the required purity. The method of purification of bismuth [16] does not allow to purify from Te and Ag to the required content, the method of vacuum distillation of bismuth [17] allows to significantly reduce the lead content in bismuth, but this method is effective only for pre-purified bismuth and is used only at the finishing stages of bismuth refining and in small volumes. A hydrometallurgical method for processing bismuth-containing materials to produce bismuth powder [18] is known, B000, however, the disadvantages of this method is the complexity of the process, the use of expensive and complex in composition reagents.

The purpose of this article is to show the possibility of organizing an experimental production of bismuth production of the brands Vi000, Vi0000, and attracting investments for the commercialization of

products of the developed technology. The commercial attractiveness of the technology is the steadily increasing demand for high purity bismuth, the scope of which is expanding due to the development of such high-tech industries as the semiconductor industry, the development of nuclear power [19-23]. The cost of high-grade bismuth reaches \$ 100 per kilogram. World production currently amounts to about 10,000 tons per year [24-29]. The proposed production of bismuth in the case of commercialization of the results of the study will yield more than 200 tons per year. The volume of the market is unlimited.

The spectrum of potential consumers of high purity bismuth is extensive [30-34, 25,10].

1. The pharmaceutical industry has a share that accounts for 45% of world consumption. In Russia and abroad (manufacturers Gist-Brookades (Netherlands), M / S Elder Pharmaceutical Ltd (India), Torrent Pharmaceuticals (India), Yamanouchi Europe (Japan), Laboratories INC (USA))) used compounds made on the basis of high purity bismuth - basic and average nitrates, basic carbonate, salicylate, tartrate, gallate, tribromophenolate, bismuth citrate. These compounds are used as substances in the synthesis of drugs "Vikalin", "Vicair", "Xeroform", "Dermatol", "Bismoverol", "Bijohinol", "De-Nol", "Tribimol", "Telen", Desmol ", " Pilorid ", etc. As modern studies have shown, bismuth compounds have antitumor activity and can be promising for the treatment of HIV, AIDS and AIDS-related diseases.

2. Metallurgical industry - (production of low-melting alloys with lead, tin, cadmium, in the manufacture of molds for precision casting, dies, marking, assembly and control devices, for improving the machinability of aluminum, cast iron and steel alloys in the manufacture of aircraft and motor vehicles)

3. The chemical industry - as a catalyst in the production of synthetic fibers, etc.

4. Nuclear power - bismuth - a liquid coolant and a cooling agent. A small cross section for the capture of thermal neutrons by bismuth and a significant ability to dissolve uranium, together with a significant boiling point and low aggressiveness to structural materials, make it possible to use bismuth in homogeneous nuclear reactors

5. Electronics - an alloy of 88% Bi and 12% Sb in a magnetic field exhibits an anomalous effect of magnetoresistance; of this alloy, high-speed amplifiers and switches are manufactured. tungstate, stannate-vanadate, silicate and bismuth niobate are part of the high-temperature ferroelectric materials, bismuth ferrite BiFeO_3 in the form of thin films is a promising magnetoelectric material. Bismuth is one of the components of lead-free solders, as well as low-melting solders, used for mounting particularly sensitive microwave components.

6. Ceramic industry - fusible enamels, etc.

The enumeration of all industries where it is possible to use high purity bismuth will take a sufficiently large page volume. Bismuth salts are used in areas very far from each other. This, for example, the production of pearlescent lipstick and the production of paints for road signs.

The proposed technology for the production of high purity bismuth of the brands Vi000, Vi0000 will allow the production of high-tech and export-oriented products with a wide range of applications for such industries as metallurgical (in the form of various alloys), pharmaceutical, chemical, nuclear, semiconductor, etc., will contribute in the implementation of the Program for the Development of the Mining and Metallurgical Industry of the Republic of Kazakhstan, will subsequently allow the production of various high-purity commercial products from bismuth that is, products with high added value, the development of Kazakhstan's scientific potential in the production of ultrapure metals, and the reduction of imports of similar products.

We believe that the main social and economic effect of the implementation of this technology can be attributed first and foremost to the transfer of unique knowledge and great practical experience in setting up the production of ultrapure metals of the main technology developers, young scientists, since even in the Soviet era there were a limited number of such specialists.

REFERENCES

[1] Kuang Z; Lu L; Shen J; Xiang Q. Recycling bismuth from bismuth slag placement smelting lead-bismuth alloy and then carrying out silicon acid system electrolysis, acid leaching anode slurry, filtering, and putting bismuth replacement in the leaching solution. Patent Number: CN102586627-A; CN102586627-B. 2012.

- [2] Fedorov P.I., Dimitrov J.A., Fedorov P.P. Mineral raw materials of rare and dispersed elements and small metals / Methodological instruction. - Moscow: MITHT, **2003**. 107 p.
- [3] Kostov I. Mineralogy. Moscow: Mir. Edition of literature on the question of geological sciences, **1971**. 584 p.
- [4] Cinotti, L. Smith, C.F., Sekimoto H., etc. Lead-cooled system design and challenges in the frame of the Generation IV International Forum. Journal Of Nuclear Materials Vol. 415, Iss. 3, P. 245-253.
- [5] ZHANG S. High-vacuum electric smelting method for chromium, niobium, bismuth and iron alloy. Patent Number: CN102080166-A., **2011**.
- [6] Novoselov II, Shubin Yu.V., Byzov GP, Makarov I.V. Patent - RU No. 2385294 C01G 29/00. A method for producing a powder of bismuth (III) oxide. Application 16.06.**2008**. 15 sec.
- [7] Izatt, S.R., Izatt, N.E., Bruening L. Metal separations of interest to the Chinese metallurgical industry. Journal Of Rare Earths. Vol.28. P.22-29.
- [8] Yan, C.Y. Lee P.S. Bismuth-Catalyzed Growth of Germanium Nanowires in Vapor Phase. Journal of Physical Chemistry C. Vol.113 Iss.6. P.2208-2211.
- [9] Busev A.I. Analytical chemistry of bismuth. Moscow, **1953**. 383 p.
- [10] Liu W; Tang X; Zhang Q; Zheng Y. Preparation of bismuth telluride thermoelectric compound nanopowder involves degassing bismuth trinitrate pentahydrate containing solution in the presence of argon gas, and washing centrifuging product using deionized water and ultrasonic. Patent Number: CN101327916-A. **2009**.
- [11] Mischenko K.V. Obtaining of metallic bismuth and its oxides of nanoscale range. Abstracts of the report at the XVII International Scientific and Practical Conference "Modern Technology and Technology". 2s. Section 6. Material Science. S. 195-196.
- [12] Yukhin Yu.M., Mikhailov Yu.I. Chemistry of bismuth compounds and materials. Novosibirsk: SB RAS, **2001**. 360 p.
- [13] Kudra O., Gitman E. Electrolytic production of metallic powders. K. : Publishing house of Acad. Sciences of Ukr. SSR, **1952**. 144 p.
- [14] Wang S; Wang H. Method of extracting indium, zinc and bismuth from ash of blastfurnace gas involves using vacuum distillation to remove impurity and electrolysis to get high-purity indium after rough indium is obtained. Patent Number: CN101078053-A; CN100557045-C. **2008**.
- [15] Cheng J; Chen J; Yu S; Meng Z. Method for preparing bismuth lanthanum ferrites-lead titanate solid solution ceramics under effect of high magnetic field. Patent Number: CN101037338-A; CN100509703-C. **2008**.
- [16] Patent No. : 2281979. Shevtsov Yu.V., Novoselov II, Byzov G.P. Method for obtaining bismuth. It is published on August 20, **2006**.
- [17] Alexandrov BN et al., Preparation of pure bismuth by vacuum distillation and zone melting, *Izv. AN SSSR, Metals*, **1969**, №6.
- [18] Yukhin Yu.M., Bokhonov BB, Tukhtaev RK, Udalova TA Method for obtaining powdered bismuth (patent of the Russian Federation No. 2225282. Published on 03/10/2004.
- [19] Zhereb V.P. Metastable states in oxide bismuth-containing systems. Monograph, Moscow: MAX Press, **2003**.
- [20] Busev AI, Titstova VG, Ivanov V.M. A Guide to Analytical Chemistry of Rare Elements / 2 nd ed., Pererab. and additional. -Moscow: Chemistry, **1978**. 432 p.
- [21] Ren W; Ren Z; Xu Y; Deng K. Preparation of a nanometer P-type bismuth tellerium base composite thermo-electric material areas adopting bismuth chloride, carrying and stirring. Patent Number: CN101186283-A.
- [22] Hossain S.M., Mukherjee A., Basu S., Pal M. Effect of Ni-Co on the structure and properties of multiferroic BiFeO₃ nanoparticles. *Micro and Nano Letters*. Volume 8, Issue 7, **2013**, Pages 374-377.
- [23] Gil Novoa, O. D., Landínez Téllez, D.A., Roa-Rojas, J. Synthesis and structural and electrical characterization of new materials Bi₃R₂FeTi₃O₁₅ *Physica B: Condensed Matter*. Volume 407, Issue 16, 15 August, **2012**, Pages 3099-3101.
- [24] Samsonov GV, Abdusalyamova MN, Chernogorenko VB. Bismuthids. Kiev: Naukova Dumka, 1977. - 184 p.
- [25] Logutenko, O.A., Yukhin, Y.M., Evseenko, V.I. Bismuth compounds for medicine: Synthesis of bismuth (III) subgallate trihydrate Proceedings of IFOST-2008 - 3rd International Forum on Strategic Technologies. **2008**, Article number 4602848, Pages 58-60.
- [26] He, Z., Xiao, Z., Xiong, L., Ma, C., Liu, W., Dai, Y. Sulphur deleadization of refined bismuth by vacuum distillation / *Journal of Vacuum Science and Technology*. Volume 26, Issue 1, February, **2006**, Pages 32-35
- [27] Garmaev BL Gold-telluride and gold-bismuth mineral types of mineralization of the western flank of the Bokson-Gargan metallogenic zone (Eastern Sayan). The dissertation author's abstract on competition of a scientific degree of the candidate of geologo-mineralogical sciences. Ulan-Ude, **2011**. 26 pp.
- [28] Horvat, J., Guo, Y. C., Dou, S.X. Formation of weak and strong links in Ag / Bi-2223 superconducting tapes. *Physica C: Superconductivity and its Applications*. Volume 271, Issue 1-2, 1 November, **1996**, Pages 59-66.
- [29] Briand, G.G., Burford, N., *Chem. Rev.* **1999**. V. 56. P 2601.
- [30] Duan F., Zheng Y., Liv L. et. al. // *Materials Letters*. **2010**. V. 64. P. 1566.

[31] Xie D; Wu Z; Dai Y. High purity micron bismuth oxide micro powder manufacture for electronic industry synthesis synthesizing sub-bismuth nitrate, carrying out filtering of sub-bismuth nitrate, and heating up of sub-bismuth nitrate. Patent Number: CN101049966-A, **2008**.

[32] Xie D; Lei R; Wu Z; Dai Y. Technology of nanometer stearic acid bismuth by solution dispersion. Patent Number: CN100999459-A; CN100999459-B. **2008**.

[33] Pinard D; Guimont J. Bismuth removal from particulate lead-silver oxides. Patent Number: WO9918248-A; WO9918248-A1. **1999**.

[34] Mevkov, M.A. ; Smolkov A.A. ; Sedova N.A Processing bismuth @ -contg. sulphide concentrates by leaching with soln. contg. sulphuric acid and sodium chloride, followed by extn. and re-extn. Patent Number: SU1558016-A1. **1997**.

А.Е. Сейсенбаев¹, А.М. Устимов¹, И.О. Аймбетова²

¹ М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті;

² А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті

ВИСМУТТЫҢ ҚОСЫЛЫСТАРЫН ПИРОМЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОЛИЗ АРҚЫЛЫ ТАЗАЛАУДЫ ЗЕРТТЕУ МЕН МИНЕРАЛДЫ ҚАЛДЫҚТЫ УТИЛЬДЕУГЕ ҚОРҒАСЫННЫҢ РАФИНАЦИЯСЫНАН БӨЛІНЕТІН ВИСМУТТИ ДРОССТАРДАН ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЖАСАУ

Аннотация: мақалада Ви000, Ви0000 маркалы висмут алу бойынша әдеби шолу және оны жоғары тазалықта өндіру үшін пирометаллургиялық және электролиттік тазарту схемаларының комбинациясы негізінде техникалық шешімдері оңтайлы мен қарапайым жабдықта бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз ету мақсатында ықтимал әдістері қарастырылады. Висмут алу технологиясы бірегей болғандықтан мақалада толығымен ашылып көрсетілмеген. Зерттеу нәтижелері өнімнің жоғары тазалығын көрсетті, анод пен электролит құрамы анықталды, висмут алудың технологиялық режимдерін айқындалды.

Түйін сөздер: Ви маркалы висмут, қоспа, электролиз, рафинациялау, қалдықтар

А.Е. Сейсенбаев¹, А.М. Устимов¹, И.О. Аймбетова²

¹ Южно-Казахстанский университет имени М.Ауезова;

² Международный казахско-турецкий университет имени А.Ясауи

ИССЛЕДОВАНИЯ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ СХЕМ ОЧИСТКИ СОЕДИНЕНИЙ ВИСМУТА И ИЗЫСКАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ВИСМУТИСТЫХ ДРОССОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПОСЛЕ РАФИНИРОВАНИЯ ЧЕРНОВОГО СВИНЦА С УТИЛИЗАЦИЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ОТХОДА

Аннотация. в статье представлены литературный обзор и возможные способы получения висмута высокой чистоты марок Ви000, Ви0000 с сочетанием пирометаллургической и электролитической схем очистки на простом оборудовании, обеспечивающая ее конкурентоспособность по себестоимости и простоте технических решений. Технология получения висмута является уникальной связи с этим оно не раскрыто полностью. Результаты исследования показывают высокую чистоту получаемого продукта, завершены работы по подбору состава электролита, подготовки анодов и проведению электролитного рафинирования висмута и отработка режимов технологии.

Ключевые слова: висмут марки Ви000, примеси, электролиз, рафинирование, отходы.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 36 – 43

UDC 544.6:546.561 SRSTI31.15.33

R.N.Nurdillayeva¹, A.B.Bayeshov², G.S.Serik¹, A.K.Bayeshova³

¹Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkistan, Kazakhstan;

²Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry of D.V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan;

³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: raushan.nurdillayeva@ayu.edu.kz, bayeshov@mail.ru, gulzat.serik@ayu.edu.kz, azhar_b@bk.ru

PRODUCTION OF COPPER BROMIDE AT POLARIZATION BY AN ALTERNATING CURRENT

Abstract. The electrochemical method for the production of copper (I) bromide at polarization by an alternating current at 50 Hz frequency in the potassium bromide solution was developed for the first time. The effects of basic electrochemical parameters on the copper bromide formation were studied. The electrode pairs, “copper-copper” and “titanium-steel” electrodes in the two electrolysis, were connected to the electrochemical circuit and impulse current was obtained. It was shown that the copper bromide formation depends on the current density of the copper electrode in the first electrolysis cell and the current density of the titanium electrode in the second electrolysis cell. At the current density 800 A/m² on the copper electrode and 60 kA/m² on the titanium electrode, the current efficiency of the copper bromide formation showed the highest value and accounted for 81% respectively. It was observed that when the concentration of potassium bromide solution is increased up to 2 mol/l, the current efficiency of the copper bromide formation increases, and it is decreased due to electrode surface passivation at higher concentrations. Increasing the solution temperature leads to the redissolution of the formed copper bromide, thereby to the decrease of the current efficiency value. It has been shown that as the alternating current increased, the current efficiency of the copper-bromide formation decreased, when the current frequency was 300 Hz, it showed the lowest value. Optimum values of electrolysis parameters were determined and the obtained copper (I) bromide content was identified by the X-ray phase analysis.

Keywords: copper bromide, alternating current, copper electrode, titanium electrode, current efficiency, electrolysis.

At present, alternating current (AC) electrolysis is of interest to many researchers in the field of electrochemistry due to the rapid development of electrochemical processes. Various forms of using AC allow to eliminate the electrode passivation and to intensify synthesis of many compounds [1].

Copper (I) bromide is a strong reductant that is widely used in chemical production, especially in the synthesis of organic matters. It acts as a catalyst in many organic reactions [2]. Brominating reactions and polymerization reactions of aromatic cycle compounds are carried out based on copper bromide [3-7].

Works [8-10] show that copper bromide forms coordination compounds with organic compounds and [11] presents the first results of the visualization of nanoparticles synthesis process at high speed by using the CuBr-laser.

Russian scientists I.P.Chernobayev, L.A.Kasatkina and V.G.Kolesnikova obtained copper bromide by electrolysis in the presence of the anodic current. They carried out their study based on the copper and graphite electrode in the presence of aqueous solution of the copper vitriol, potassium bromide and sulfuric acid. The disadvantage of this study is that the SO₂ gas released as a result of electrolysis which is poisonous and causes discomfort for the study from the sanitary and hygienic point of view [12].

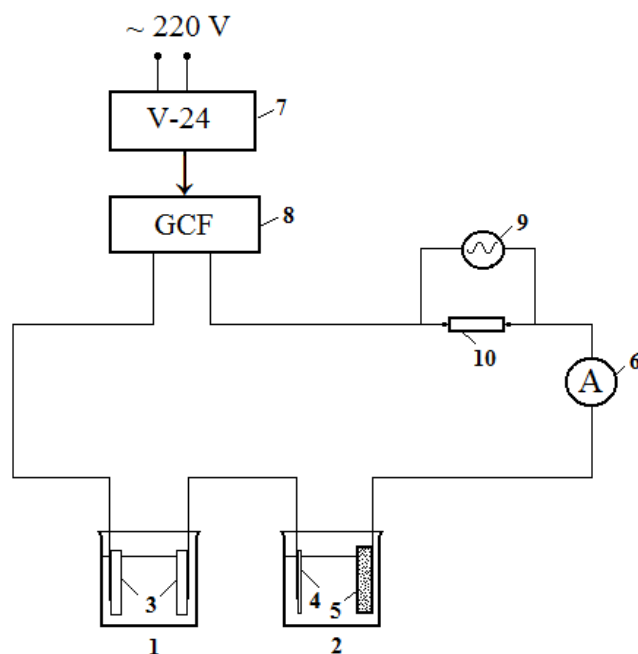
As previously reported, the electrochemical properties of copper in chloride, iodide, sulphate aquatic media were investigated and an electrochemical method of obtaining various copper compounds was

developed [13-16], and the electrochemical methods of synthesis of copper and zinc inorganic compounds were presented [17].

In our previous study we investigated the formation of copper bromide by polarizing copper electrode with anodic current and established the optimum conditions of electrolysis [18]. The current efficiency of the copper bromide formation reached 72%.

In this work, electrochemical production of copper bromide was carried out in the presence of the alternating current with a frequency of 50 Hz. The experiments for obtaining copper bromide were carried out in 100 ml thermostatic glass electrolysis. The second electrolysis cell was connected to the electrochemical circuit for impulse current transmission from the circuit. In the first electrolysis cell, two flat copper plates ($S_{Cu}=0.0006 \text{ m}^2$) were placed and 2M KBr solution was used as an electrolyte. In the second electrolysis cell, a small titanium wire ($S_{Ti}=0.000006 \text{ m}^2$) and a large stainless steel ($S_{SS}=0.0015 \text{ m}^2$) were used as electrodes and 5% NaOH solution as electrolyte. It is known from literature [1] that a small titanium electrode is used as an additional electrode to produce impulse current of such frequency from the industrial alternating current of 50 Hz frequency. This method is typically used for synthesis of compounds by dissolving metals at polarization by an alternating current. It should be noted that the results of the preliminary study revealed that the copper electrode was dissolved to form copper bromide when performing the electrolysis by using the copper electrode and the titanium wire in 2M KBr solution with an alternating current, but at that time the titanium wire was agitated and caused difficulties in performing the electrolysis. In this regard, to avoid titanium agitation, the main copper electrodes in the first electrolysis cell were immersed in KBr solution, while the titanium wire in the second electrolysis cell were immersed in NaOH solution and connected to an AC source (Figure 1). After the electrolysis, the copper (I) bromide formed in the first electrolysis was filtered, rinsed with distilled water and absolute alcohol, dried and weighted by the weight method. The current efficiency value was calculated by the anodic half-cycle period of AC.

Preliminary studies have shown that the amount of the copper bromide formed in the first electrolysis cell directly depends on the current density of the copper electrode in this electrolysis cell and the current density of the titanium electrode in the second electrolysis cell. Therefore, the effect of the current density in these electrodes on the current efficiency of the copper bromide formation was comprehensively studied.



1 - first electrolysis cell; 2 - second electrolysis cell; 3 - copper electrodes; 4 - titanium electrode; 5 - stainless steel electrode; 6 - ammeter; 7 - alternating current source(V-24); 8 - AC frequency generator(GCF); 9 - oscillograph; 10 - resistance (1 Ohm).

Figure 1 - The principal scheme for the installation used for obtaining copper bromide by impulse current polarization

The effect of the current density on the titanium electrode polarized by an alternating current in the second electrolysis cell on the current efficiency of the copper (I) bromide formation was studied at the range of 20-120 kA/m². At this time, the current density of the copper electrodes polarized by an alternating current in the first electrolysis cell was kept constant (800 A/m²). As a result of increasing the current density of the titanium electrode, the current efficiency of the copper bromide formation in the first electrolysis cell can firstly be increased and then decreased. At the current density in the titanium electrode 60 kA/m², the current efficiency reached the maximum value (81%). This can be explained by the formation of an oxide layer with semiconductor properties on the surface of the titanium electrode in anodic half-cycle period. This is due to the current density increase that the oxide layer on the surface of the titanium electrode is loose, its valve properties become weaker, and the alternating current is poorly formed in the circuit (Figure 2).

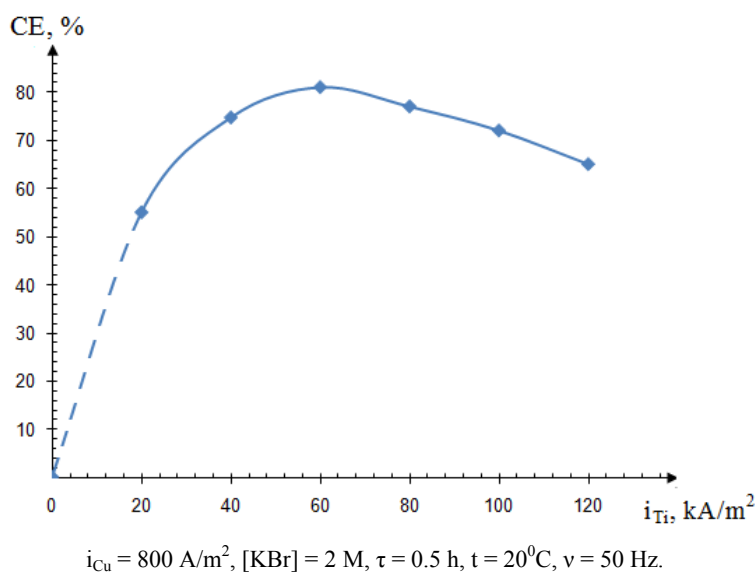


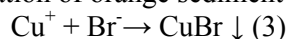
Figure 2 - The effect of the current density in the titanium electrode on the dissolution of the copper electrode forming copper bromide at impulse current polarization

When the copper electrode is polarized by the production frequency alternating current, the following electrochemical reactions can take place during its anodic half-cycle period:



The results of the study have shown that single valence copper ions are stable in bromide solutions [19].

It is known that the solubility of copper (I) bromide is low ($SP = 5.3 \cdot 10^{-9}$) [20, 21], so the formed Cu (I) ions are interconnected with Br⁻ ions and copper (I) bromide is formed. It can be observed by the formation of orange sediment formed at the bottom of the solution:



The effect of the current density in the copper electrode polarized by an alternating current on the current efficiency of the copper bromide formation was studied. The electrolysis of the copper electrode was performed at the current density of 200-1200 A/m²; the current density increased up to 800 A/m² and showed the highest value (81%). Further increase in the current density decreases the current efficiency. This is explained by the increase of the current density, the increase in the percentage of additional reactions and by the gradual passivation of the electrode after the formation of thin film of the copper bromide on the surface of the copper electrode (Figure 3).

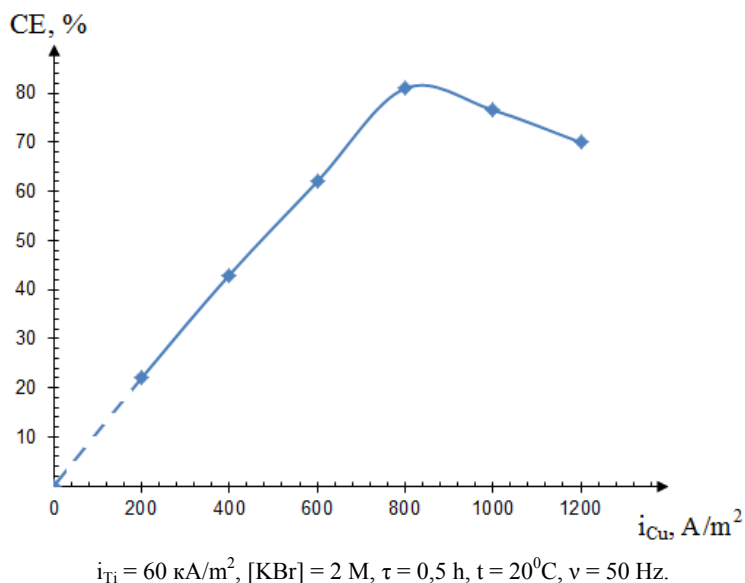


Figure 3 - The effect of the current density in the copper electrode on the formation of the copper bromide polarized by AC

During the polarization of copper electrode by an alternating current, the effect of the electrolysis duration on the current efficiency of the copper (I) bromide formation was considered. The electrolysis was carried out for 0.5-1.5 hours. As the duration of electrolysis increased, a decrease in the current efficiency of the copper bromide formation was observed. This can be explained by the increased number of additional reactions in electrodes due to increased reaction time as well as decreased concentration of bromide ions in the solution and the passivation of the copper electrode surfaces with electrolysis products (Figure 4).

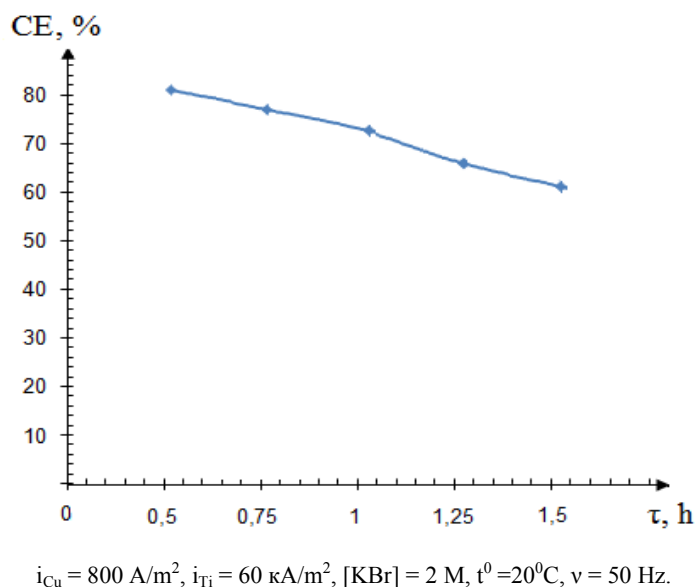


Figure 4 - Effect of the electrolysis duration on the dissolution of copper electrode forming copper bromide at polarization by AC

The current efficiency of CuBr formation at polarization by AC was investigated in solutions of 1-5 M potassium bromide and results are shown in Figure 5. When the electrolyte concentration exceeded 2 M, the current efficiency was 81% of maximum value. As a result of the further increase of the solution concentration, a gradual decrease can be observed in the current efficiency. At first, the interaction of the

bromide ions with the copper (I) ions in the solution increases due to the increased electrolyte concentration. At high concentrations of the bromide ions, the copper electrode is covered with its bromide film and the process of passivation take place (Figure 5).

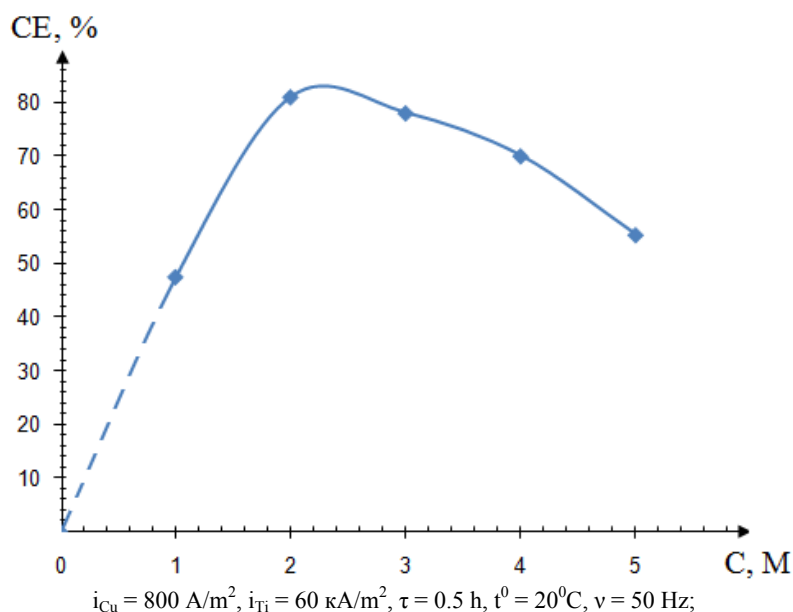


Figure 5 - The effect of the potassium bromide concentration on the copper bromide formation at polarization of AC

The influence of the solution temperature on the current efficiency of the copper bromide formation at polarization of AC in the copper potassium bromide solution was investigated. The electrolysis was performed between the temperature intervals 20-70⁰C. As the solution temperature increases, it is possible to observe that the current efficiency has gradually decreased. This phenomenon can be presumed by the increase of the oxygen gas release, an additional reaction, due to the increase of the solution temperature or the dissolution of the formed copper (I) bromide (see Figure 6).

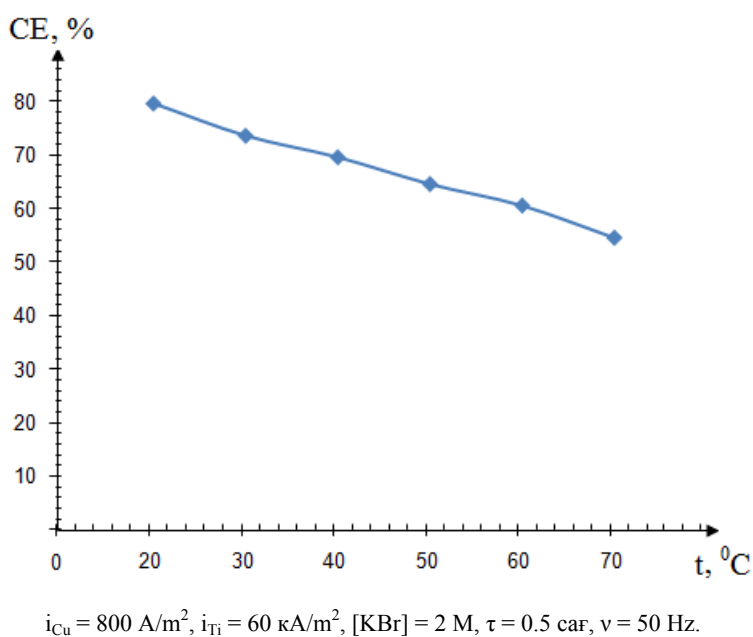
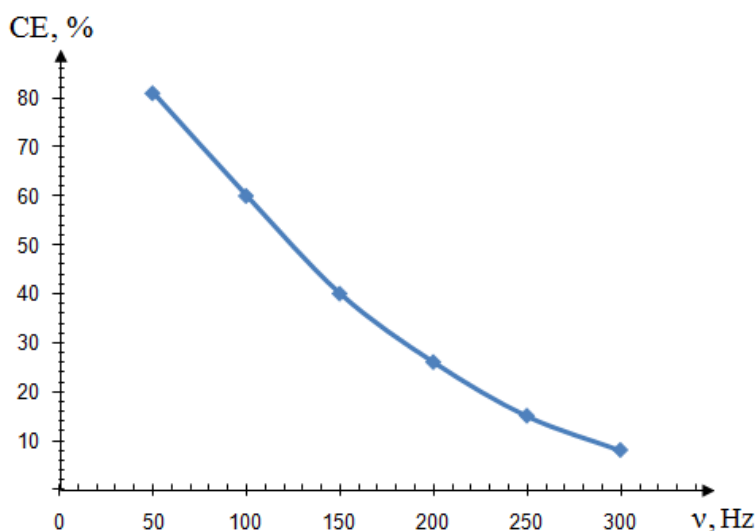


Figure 6 - Effect of the solution temperature on the dissolution of the copper electrode forming copper bromide at polarization by AC

The effect of the alternating current frequency on the current efficiency of the copper bromide formation at polarization by AC was investigated at 50-300 Hz (Figure 7). Since the AC frequency increases, the current efficiency of the copper bromide formation decreases, and the lowest dissolution of the copper electrode was observed at the 300 Hz current frequency. This phenomenon can be assumed that the periods which rapidly change at high current frequencies cannot fully provide the duration of the anodic half-cycle period required for the formation of the copper (I) ions, and copper ions, which have already been formed in the anodic half-cycle period, do not manage to be fully diffused into the solution volume while the metal ions in a dual and diffusive layer can participate in the reverse oxidation reaction. This phenomenon is repeated cyclically. As a result, the current efficiency of the copper dissolution decreases.



$$i_{\text{Cu}} = 800 \text{ A/m}^2, i_{\text{Ti}} = 60 \text{ kA/m}^2, [\text{KBr}] = 2 \text{ M}, \tau = 0.5 \text{ h}, t = 20^\circ\text{C}.$$

Figure 7 - The effect of AC frequency on the dissolution of copper electrode forming copper bromide at polarization by AC

Thus, the effect of basic electrochemical parameters (current density in the copper and titanium electrode, electrolyte concentration, solution temperature, electrolysis duration, and AC frequency) on the copper (I) bromide formation by pairing the copper electrode with the titanium electrode in the potassium bromide aqueous solution at polarization by alternating impulse current was investigated and favourable conditions for the formation of copper (I) bromide were established: $i_{\text{Cu}}=800 \text{ A/m}^2$, $i_{\text{Ti}}=60 \text{ kA/m}^2$, $[\text{KBr}]=2 \text{ M}$, $t=20^\circ\text{C}$, $\tau=0.5 \text{ h}$, $\nu=50 \text{ Hz}$. In these favourable conditions, the current efficiency of the copper (I) bromide formation reached 81%. The obtained copper (I) bromide content was identified by the X-ray phase analysis. The results of the study have shown that they can be used in production copper bromide.

REFERENCES

- [1] Bayeshov A B, Bayeshova A K (2012) Electrochemical methods for obtaining inorganic substances [Elektrokhimicheskiye sposoby polucheniya neorganicheskikh veshchestv]. Monograph, Lambert, Academic Publishing, Germany.
- [2] Zhang H Y, Huang J, Yang S D (2015) Copper (I) Bromide-Catalyzed for the Synthesis of Sulfoxonium Ylides. DOI: 10.6023/cjoc201504005. (In Eng)
- [3] Liu W, Hou F Y (2015) CuBr/proline-catalyzed cross-coupling of unactivated benzene with aryl halides. DOI: 10.1002/aoc.3300. (In Eng)
- [4] Bibiana A Y, Judith P, Víctor M C, Guillermo S M (2011) Solvent effects on polymerization of functionalized monomers in presence of alkyl halide/CuBr without a ligand. DOI 10.1007/s10965-010-9454-9. (In Eng)
- [5] Gang Yang, Lianyue Wang, Jun Li, Yi Zhang, Xiaoli Dong, Ying Lv, Shuang Gao (2012) Aerobic oxidation of alcohols using a novel combination of N-hydroxyphthalimide (NHPI) and CuBr. DOI 10.1007/s11164-011-0416-6. (In Eng)

- [6] Mohammad TI, Yuvaraj H, Van HN, Muhammad NI, Choon SR, Jae-Jin Sh (2014) Controlled radical polymerization of vinyl acetate in supercritical CO₂ catalyzed by CuBr/terpyridine. DOI: 10.1007/s11814-014-0031-5. (In Eng)
- [7] Wang W, Han J, Sun J, Liu Y (2017) CuBr-Catalyzed Aerobic Decarboxylative Cyclo addition for the Synthesis of Indolizines under Solvent-Free Conditions. DOI: 10.1021/acs.joc.6b02455. (In Eng)
- [8] Antoine B, Michael K, Carsten S, Christopher G, Daniel F, Pierre D H (2015) CuX (X=Cl, Br, I) Containing Coordination Polymers Built Upon Isomeric RSCH₂C=CCH₂SR (R=p-Tolyl, Benzyl) Dithioether Ligands: First Example of a Luminescent (CuCl)_n/Dithioether Network. DOI 10.1007/s10904-015-0204-7. (In Eng)
- [9] Wang W, Zhang F X, Li J., Hu W B (2008) Two Novel Sandwich Copper (II) Complexes [CuLCl]₂[CuCl₄] and [CuLBr]₂[CuBr₄] (L=N,N'bis(Furaldehyde)-diethylenetriamine), DOI: 10.1134/S1070328409060074. (In Eng)
- [10] Lavrenova LG, Ivanova AD, Bogomyakov AS, Smolentsev AI, Burdukov AB, Sheludyakova LA and Vasilevskii SF(2014) Cobalt(II), Nickel(II), and Copper (II) Bromide Complexes with 3-Amino-4-Ethoxycarbonylpyrazole: Syntheses, Structures, and Magnetic Properties. DOI: 10.1134/S1070328415020049. (In Eng)
- [11] Trigub MV, Platonov VV, Fedorov KV, Evtushenko GS, Osipov VV (2016) CuBr-Laser for Nanopowder Production Visualization. DOI: 10.1134/S1024856016040151. (In Eng)
- [12] Chernobaev I P, Kasatkina L A, Kolesnikova V G (1980) Method for the production of copper (I) bromide [Sposob polucheniya bromide medi (I)]. Preliminary Patent of the Russian Federation [Predvaritelnyi patent Rossiyskoy Federatsii] (In Russian)
- [13] Bayeshova AK, Bayeshov A, Sartzhan A, Abilkas AD (2011) Method for the production of copper (I) chloride [Sposob polucheniya khlorida medi (I)]. Preliminary Patent of the Republic of Kazakhstan [Predvaritelnyi patent Respubliki Kazakhstan] (In Russian)
- [14] Kadirbayeva A S, Bayeshov A B. (2014) Laws of Dissolution of Copper Electrodes Polarized by the Alternating Current in Solution of Potassium Iodide. DOI: 10.12693/A PhysPolA. 128.B-458 (In Eng)
- [15] Dospayev M M (2008) Preparation of copper powder from copper (I) oxide by electrolysis [Polucheniye mednogo poroshka iz oksidamedi (I) elektrolizom]. Science news of Kazakhstan. (In Russian)
- [16] Bayeshov AB, Zhylysbayeva GN, Kadirbayeva AS (2017) Electrochemical methods of synthesis of copper and its compounds [Mys zhane onyn kosylystaryn elektrokhimiyalyk adispenn alu]. Almaty. ISBN 978-601-06-4758-9
- [17] Nurdillayeva R N. (2014) Electrochemical methods of synthesis of copper and zinc compounds [Mys zhane myryshtyn beyorganikalyk kosylystaryn sintezdeudin elektrokhimiyalyk tasilderi]. Monograph, Shymkent. ISBN 978-9965-20-479-7.
- [18] Nurdillayeva R.N., Bayeshov A.B., Serik G.S. (2018) The elaboration of copper bromide synthesis by electrochemical method. Bulletin of NASRK, Volume 1, Number 371, P.73-80. (In Eng)
- [19] James J. Fritz and Eddie Luzik (1987) Solubility of Copper (I) Bromide in Aqueous Solutions of Potassium Bromide. (In Eng)
- [20] Sokolovsky A E, Radion E V. (2005) Analytical chemistry. Reference materials [Analiticheskaya khimiya. Spravochnyye materialy]. Minsk. ISBN 985-434-463-0
- [21] Sevastyanova T N, Suvorov A V, Chezhina N V (2002) General and inorganic chemistry. Reference Tables for independent work of students [Obshchaya I neorganicheskaya khimiya. Spravochnyye Tablitsy dlya samostoyatel'noy raboty studentov]

ӘОЖ 544.6:546.561 МРНТИ 31.15.33

Р.Н. Нұрділлаева¹, Ә.Б. Баешов², Г.С. Серік¹, А.Қ. Баешова³

¹Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан;

²Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты АҚ, Алматы, Қазақстан;

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

АЙНЫМАЛЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ МЫС БРОМИДІН АЛУ

Аннотация. Электродтарды калий бромиді ерітіндісінде жиілігі 50 Гц импульсті айнымалы токпен поляризациялау арқылы мыс (I) бромидін алудың электрохимиялық тәсілі алғаш рет жасалды. Мыс бромидінің түзілуіне негізгі электрохимиялық параметрлердің әсерлері зерттелді. Екі электролизерде орналасқан «мыс-мыс» және «титан-болат» электродтар жұптары электрохимиялық тізбекке тізбектеле жалғанып, импульсті ток алынды. Мыс бромидінің түзілуі бірінші электролизердегі мыс электродындағы ток тығыздығына және екінші электролизердегі титан электродындағы ток тығыздығына тікелей тәуелді екендігі көрсетілді. Мыс электродындағы ток тығыздығы 800 А/м² мәнінде және титан электродындағы ток тығыздығы 60 кА/м²-ге тең болғанда, мыс бромидінің түзілуінің ток бойынша шығымы (ТШ) ең жоғары

мәнді көрсетіп, сәйкесінше 81% құрады. Калий бромиді ерітіндісінің концентрациясын 2 моль/л-ге дейін жоғарылатқанда, мыс бромидінің түзілуінің ток бойынша шығымы артады, ал одан жоғары концентрацияларда электрод бетінің пассивтелуіне байланысты бұл көрсеткіштің төмендейтіні анықталды. Ерітінді температурасын жоғарылату түзілген мыс бромидінің қайта еруіне әкелетіні, соның салдарынан ТШ мәнінің төмендейтіндігі анықталды. Айнымалы ток жиілігін жоғарылатқан сайын мыс бромидінің түзілуінің ток бойынша шығымы төмендеп, ток жиілігі 300 Гц болғанда, ең төмен мәнге ие болатыны көрсетілді. Электролиз параметрлерінің оңтайлы мәндері анықталып, алынған мыс (I) бромидінің құрамы рентгенофазалық анализ әдісімен идентификацияланды.

Түйін сөздер: мыс бромиді, импульсті айнымалы ток, мыс электроды, титан электроды, ток бойынша шығым, электролиз.

УДК 544.6:544.6:546.561 МРНТИ 31.15.33

Р.Н. Нурдиллаева¹, А.Б. Башов², Г.С. Серик¹, А.К. Башова³

¹Международный казахско-турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан;

²АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им Д.В.Сокольского», Алматы, Казахстан;

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ПОЛУЧЕНИЕ БРОМИДА МЕДИ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ

Аннотация. Впервые разработан электрохимический способ получения бромида меди (I) при поляризации электродов импульсным переменным током с частотой 50 Гц в растворе бромида калия. Исследовано влияние основных электрохимических параметров на процесс образования бромида меди. Импульсный ток был получен вследствие погружения двух пар электродов «медь-медь» и «титан-сталь» в электролизеры, соединенные в электрохимическую цепь последовательно. Показано, что образование бромида меди зависит от плотности тока на медном электроде в первом электролизере и плотности тока на титановом электроде во втором электролизере. При плотности тока, равной 800 А/м² на медном электроде и 60 кА/м² на титановом электроде, выход по току (ВТ) образования бромида меди достигает максимального значения и составляет 81%. Установлено, что при увеличении концентрации раствора бромида калия до 2 моль/л выход по току образования бромида меди повышается, а при более высоких значениях концентрации вследствие пассивации поверхности электрода данный показатель уменьшается. Выявлено, что повышение температуры раствора приводит к растворению образовавшегося бромида меди и уменьшению ВТ. Показано, что с повышением частоты тока уменьшается выход по току образования бромида меди и самое низкое значение его наблюдается при частоте тока, равной 300 Гц. Установлены оптимальные параметры электролиза, состав полученного бромида меди (I) идентифицирован рентгенофазовым анализом.

Ключевые слова: бромид меди, импульсный переменный ток, медный электрод, титановый электрод, выход по току, электролиз.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 44 – 51

UDC 631.893

**A.S.Tleuov, S.D.Arystanova, B.A.Lavrov, Sh. K. Shapalov,
O.P.Baiysbay, A.M. Dosbayeva, G.A, Zh.Zh.Madyarova**

M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
jasiko2008@mail.ru shermahan_1984@mail.ru

**THE PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION OF THE NATURAL
ALUMINOSILICATE SORBENTS USED FOR THE PHOSPHORUS
EXTRACTION FROM PHOSPHORIC SLIME**

Abstract. The research results of the physico-chemical features of initial raw materials of bentonite clay, vermiculite and Lenger clay of the South Kazakhstan fields with definition of chemical and material structures are given in the article.

The mechanism of phosphoric slime formation, technogenic withdrawal of production of the yellow phosphorus which is formed at a phosphorus condensation stage is studied. According to modern representations, phosphoric slime represents the phosphorus emulsion in water, stabilized with fine firm particles.

Considering phosphoric slime as stabilized with highly active pollution of an emulsion in the water, the way of phosphorus extraction is chosen from slimes, with usage firm porous sorbents on the basis of natural aluminosilicates.

The researches on definition of physico-chemical features of initial materials for obtaining from them sorbents were conducted with usage of modern methods of the physico-chemical analysis. The analysis of the scientific results has shown that intensive ranges of absorption are characteristic to fluctuations of valent link of the aluminosilicate and hydroaluminate compounds. The microstructure of the studied tests is characterized by prevalence of montmorillonite crystals in bentonite clay and sodium-potassium-calcium minerals of feldspar in the vermiculite. As a result of acid activation of sulfuric acid and heat treatment was reached the high mechanical durability, bloating and bulk density of the received granules.

Keywords: Vermiculite, bentonite, montmorillonite, kaolinite, aluminosilicate, sorbents, hydromica.

Introduction. The production of yellow phosphorus with electrothermal method is large tonnage, material-and-power-intensive production [1-3], necessary for electrothermic treatment production and preparation of phosphorites more than 50%, the sizes 0÷10 mm appear thin details and off-balance phosphatic and siliceous slate stone [4-7]. Besides, during preparation of technological processing, and crushing of metallurgical coke to 20% and more [8-10], the size 0÷5 mm appear thin details. Therefore reuse of production wastes of the phosphoric industry will allow along with the solution of economic problems on improvement of the ecological state [11-13].

The phosphorus-containing slimes appear at the production of yellow phosphorus under the influence of many factors (quality, preparation of raw materials, furnace conditions, etc.) [14-16]. There is a question of utilization of these slimes, processings, considerably, and today topical issue, and not just "new" slimes, and development of the slimes [17-19]., which are saved up for many years, is a problem. Now in devices of cyclonic thermal phosphoric acid by combustion of phosphorus there are remains in the infusion composition not less than 40-50%. However, in the course of combustion of slag, the mineral part of slime is secondary waste [20].

Experimental part. By means of the sorbents obtained from natural aluminosilicates with absorption method and phosphorus-containing slimes are also refined from organic and mineral impurity, allocating from composition pure phosphorus in this article. For preparation of the specified sorbents, are used the aluminosilicates obtained from the local field, emergence and stabilization of phosphoric slime happens at phosphorus concentration at a stage of free energy at phosphorus-water the interphase borders which are developed for the moment. The adsorptive layers formed phosphorus reduce growth of the emulsion consolidated stabilizers, the drop on the surface of phosphoric drops is adsorbed and creating their liofilization the organic substances obtained from the phosphoric phase and mineral additives from firm oven are considered as the emulsions stabilizer.

Silicon and fine details of carbon make basis of the phosphoric slime, their small portion is simple phosphorus and create gel like colloidal structure, this disperse environment is yellow phosphorus.

Table 1- Analysis of some samples of slimes of the enterprises on the yellow phosphorus production

Slime composition, %				
Wet			In conversion to dry	
P ₄	H.O.	H ₂ O	P ₄	H.O.
35,50	18,70	45,80	25,60	34,40
36,65	21,73	31,62	23,42	31,78
30,50	18,67	40,83	38,45	31,55
14,99	22,53	62,48	29,95	60,05
21,10	35,04	43,86	37,68	62,38
17,95	38,04	44,01	32,06	67,94

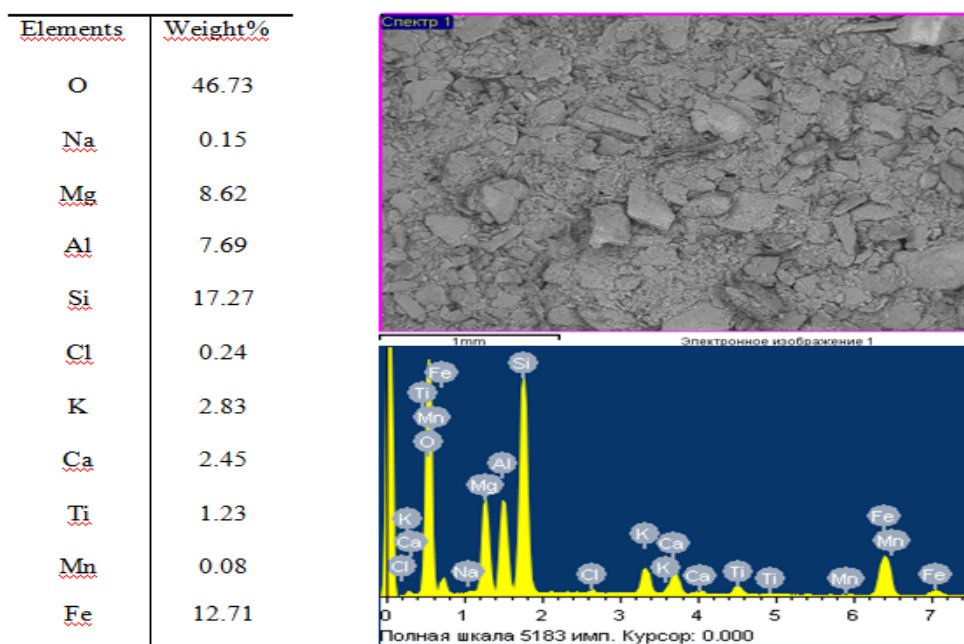
Table 2 -The chemical composition of raw materials obtained from different fields

The name of the field	Components, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	mmn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kulantau vermiculite	37,65	13,2	3,42	14,72	15,31	1,81	5,16	0,41	-	8,22
Syrdarya bentonite	60,51	16,06	1,95	6,43	3,03	1,27	1,2	2,41	0,12	6,92
Lenger clay	58,29	20,76	2,17	4,16	1,59	0,52	1,16	1,40	1,29	8,56

Raw materials vermiculite is a mineral class of the silicates of layer type relating to hydro mica group when heating they are bent as worms and bulk up to 1,5-2,5 times [7-8]. The biotite belongs to pseudomorphoses. Its colour is brown, yellow, bronze colors, gloss as a glass, hardness -1-1,5MPa very mature, specific weight -2, 4-2, 7 g/cm³ when burning becomes very easy, both bulk up and does not sink in water. Vermiculite is formed generally at a low temperature the phlogopite and biotite breeds at hydrothermal changes, and sometimes it is formed at slaking biotite. Vermiculite in the burned look is applied in production of wallpaper as warmly-and soundproofing material.

Consumer importance of vermiculite arises when calcinating it is increased and turns into light material with a volume density from 0,06 to 0,15 kg/m³ a polyfoam. The uniqueness of the increased vermiculite in the adsorption is connected with the increased humidity processes. The vermiculite can absorb and carry out 4-5 times more water more than its body weight.

The vermiculite microstructure obtained from Kulantau field, element structure is given in Pic.1.



Picture 1- Ultimate composition and microstructure of the vermiculite obtained from Kulantau field

Unique properties of vermiculite can be used as a sorbent for absorption of mineral and organic compounds at extraction of phosphorus from phosphorus-containing slimes.

Now raw materials of vermiculite have loose weight and are friable adjournment which consist from the closed cover of feldspar, mica and amfibold. IR spectrum of the vermiculite received from the Kulantau field is given in the picture 2.



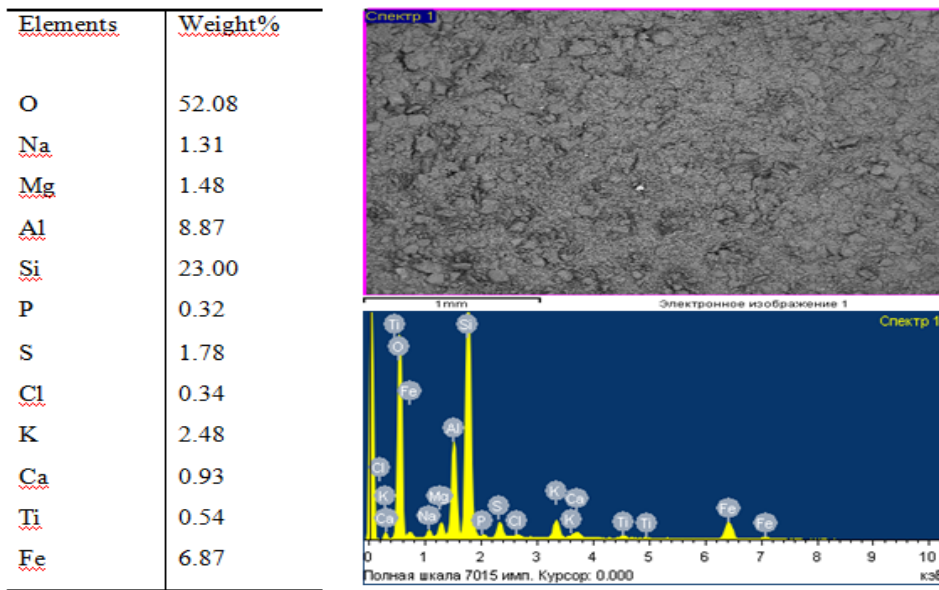
The picture 2 - IR Spectrum of the vermiculite obtained from the Kulantau field $\nu \cdot \text{cm}^2$

For Kulantau vermiculites are characteristic 700-1500 cm^{-1} length of waves of a range of the absorption territory. Poorly intensive 600-650 cm^{-1} and 70-850 cm^{-1} ranges of absorption α and β characterizes modifications Al-O compounds, and on average intensive waves 830-850 cm^{-1} characterizes

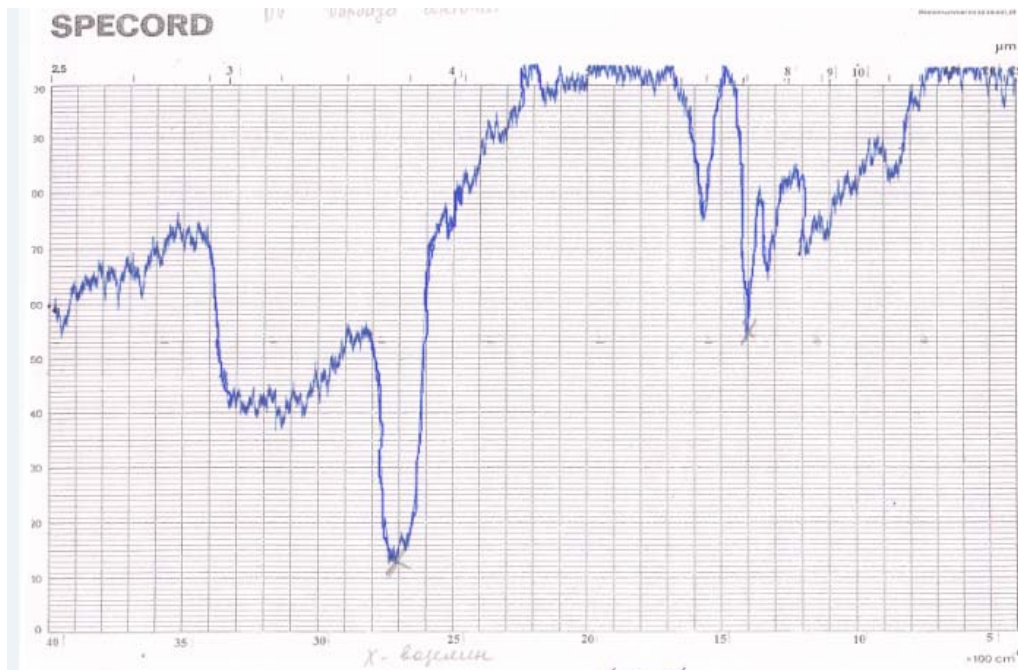
alumocalcium compounds Ca-Al-O. on 980-1010 cm^{-1} of the territory intensive absorption range Si-O valent linked compounds and on 1380 cm^{-1} , territories show-OH valent groups, on 3180-3250 cm^{-1} and 3500-3730 cm^{-1} territories characterizes ranges of absorption of O-group magnesium (Mg^{+2}) and (Fe^{+2} , Fe^{+3}) compounds of iron hydrate.

Bentonites are formed as a result of chemical decomposition of volcanic ashes, tuff and lavas in sea water or at land aeration (generally from granules it is lower than 0,001 mm). He doesn't conduct heat and sound as light filler of concrete, etc. It is applied to production of construction materials and products. Bentonites are fire resistant 1350-1430 $^{\circ}\text{C}$, fusion point is 900 - 950 $^{\circ}\text{C}$. Chemical formula $(\text{Mg}, \text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3})_3 [(\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

The microstructure of the bentonite obtained from Syrdarya field the element and chemical composition and IR spectrum are provided in the picture 3,4.



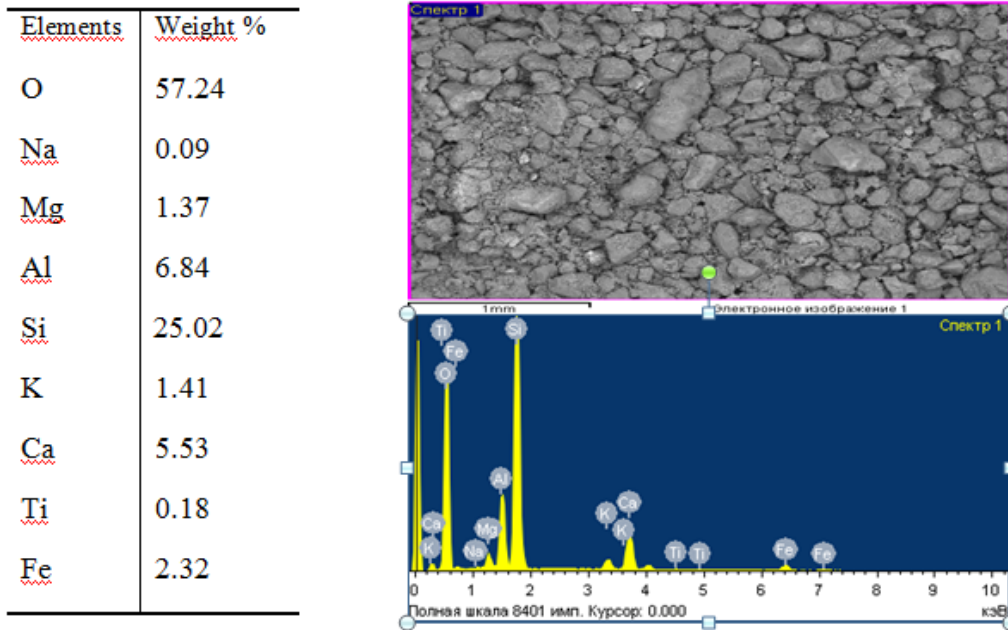
The picture 3 - The microstructure of the bentonite obtained from Syrdarya field the element and chemical composition



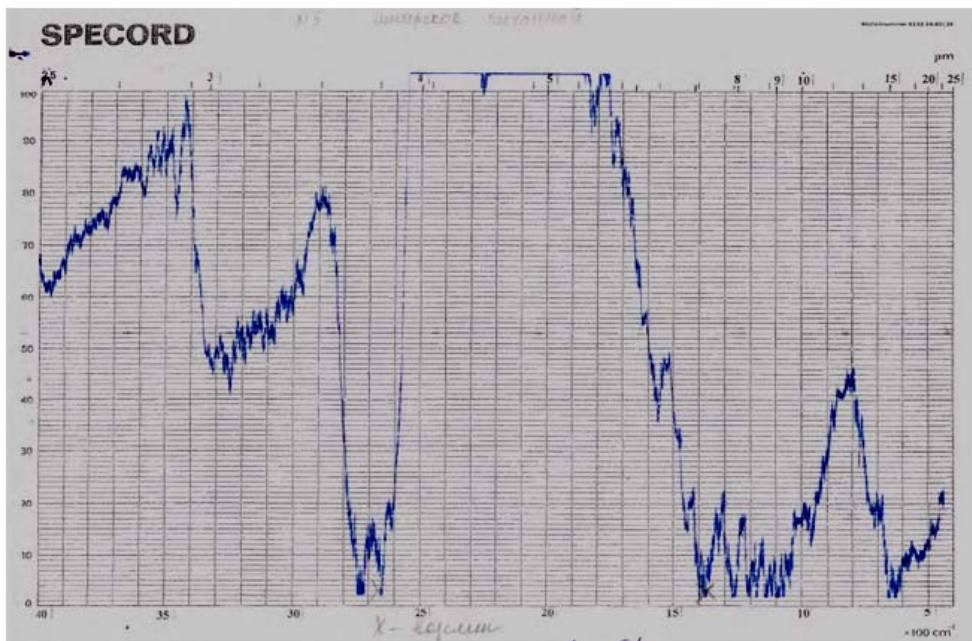
The picture 4 - IR spectrum of the bentonite obtained from Syrdarya field, $\nu \cdot \text{cm}^{-1}$

Absorption spectra of Syrdarya bentonites is characterized by length of waves in the territories of 1400 cm^{-1} and 1570 cm^{-1} . weak intensive lines of absorption in the territory of $430\text{-}500\text{ cm}^{-1}$ Si-O - Fe characterizes strain stress state. In the territory of $930\text{-}1010\text{ cm}^{-1}$ is characteristic to wavelength of oscillations Si-O valent link. In the territory of $1320\text{-}1400\text{ cm}^{-1}$ ranges of intensive absorption is characteristic on OH-groups to diffraction oscillations. In the territory $3050\text{-}3230\text{ cm}^{-1}$ oscillations in wavelength characterizes absorption spectra H-OAI, H-OF $^{+3}$ group.

The microstructure of high-melting clays of Lenger, element composition and roentgenogram are given in pictures 5,6.



Picture 5 - Microstructures of high-melting clays of Lenger, element composition



Picture 6 - IR spectrum of high-melting clays of Lenger * cm^2

The choice of activation method of their porosity of sorbents mechanically determines acid surface areas, the absorption volume and development. Chemical activation of sorbents is their processing average acids at a different temperature. The increase in absorption properties of acid activation of natural clays is considered in the article. For obtaining sorbents is used burned porous vermiculite, bentonite and refractory clays of Lenger.

Mechanical cleaning and fractional sifting on the vibrosieve (0,13 mm) was carried out for this purpose. The method applied when crushing directly influences chemical activity of the received product. At Vibro and spherical crushing granulation happens on the surface of clay particles and granulation process significantly influences properties of absorption sorbents. The sorbents on the spherical mill are stirred for production of the granulated clays then it is necessary to mix with a speed about 40-60 v/m in the optimum volume of water is at 5-10 minutes. The granulations of sorbents occurs on the plate granulator in the diameter of $d=3-1,5$ mm.

The granulated sorbents are dried constantly on air and undergo to heat treatment. Heat treatment of the granule is carried out in the mode: $T = 473-773K$ within 1-4 hours in the muffle furnaces on the certain temperature and at the scheduled time. The samples of sorbents were determined with usage of real kerosene density, by means of Le-Chatelie's device.

The processing of clay minerals with hot acids, their catalytic and adsorptive properties of sorbents was known that their activity sharply increases at a research.

Result and its discussion. The processings and influence on the structure of sorbents and the adsorptive properties with hot sulfuric acid is considered in this article. The last in temperature volume 700 - 1100°C for 4 hours, firm and liquid phase in T:I in the correlation = 1:5 in the ratio 25% H_2SO_4 are activated.: G.C=1:10 in the ratio, in others similar conditions, have been investigated also influence of the adsorptive properties 5,10, 15, 20, 25 of % of H_2SO_4 [19].

Table 3 - Test volumes after activation

Probe numbers, №	Temperature, °C	The diameter of granules before thermo treatment, mm	The diameter of granules after thermo treatment, mm			
			1 hour.	2 hour.	3 hour.	4 hour.
1. High-melting clays of Lenger	700	8-11	9-11	9-12	11-12	12-13
	900		10-12	11-13	12-15	14-17
	1100		10-13	12-14	13-16	15-18
2. Kulantau vermiculite	700	8-11	8-12	11-12	11-13	12-13
	900		9-11	10-12	11-12	12-13
	1100		9-12	11-14	15-17	16-19
3. Syrdarya bentonite	700	8-10	10-11	10-13	11-13	10-13
	900		10-12	11-13	12-13	12-14
	1100		10-12	12-13	12-15	14-16

In this scientific research were studied initial raw materials i.e. Kulantau vermiculite, the obtained bentonites of the Syrdarya field and physical and chemical characteristics of refractory clays from Lenger and Syrdarya areas have been investigated.

During the research on the absorption method for phosphorus extraction from slime, the granulated raw materials in the technological plan sorbents in the composition of aluminosilicates of natural minerals, high-quality technologies have been developed.

Such process of sorbents absorption of organic and mineral impurity with effective and during lifetime therefore stability on phosphorus water is broken.

In the structure of phosphorus extraction from phosphoric slimes, porosity directly influences porosity of minerals as a part of which there are aluminosilicates. Such bentonites can belong to refractory clays from Lenger and bentonite raw materials and vermiculite. The method of absorption is provided by cleaning of technogenic waste in the nature from impurity. Therefore the production technology of sorbents of mineral raw materials is "a new theme".

REFERENCES

- [1] Battalova Sh.B. Physico-chemical bases of receiving and usage of catalysts and adsorbents from bentonites. Alma-Ata: Science, **1986**, 168p.
- [2] Breen, C. Acid activated organoclays: preparation, characterization and catalytic activity of acid treated tetraalkylammonium exchanged smectites / Breen C., Watson R., Madejová J. et al. // *Langmuir*. **1997**. Vol. 13, № 24. P. 6473–6479.
- [3] Characterization of acid activated montmorillonite clay from Tuulant (Mongolia) / J. Temujin, Ts. Jadamba, J. Burmaa et al. // *Ceramics International*. **2004**. Vol. 30, № 2. P. 251–255.
- [4] Christidis, G.E. Acid activation and bleaching capacity of bentonites from the islands Milos and Chios, Aegean, Greece / G.E. Christidis, P.W. Scott, A.C. Dunham // *Appl. Clay Sci.* **1997**. Vol. 12, № 4. P. 329–347.
- [5] Eloussaief, M. Efficiency of natural and acid-activated clays in the removal of Pb (II) from aqueous solutions / M. Eloussaief, M. Benzina // *J. of Hazard. Mat.* **2010**. Vol. 178, № 1–3. P. 753–757.
- [6] Kipshkbeev A.D. Структура фосфорных шламов I методы их разрушения. Автореф. дис. кан. Ленинград, **1982**, -36 с.
- [7] Smirnov N.A. Stabilizacii emulsii fosfora v vode pri promyshlennom proizvodstve fosfora / *Jurn.prik.himii*, **1985**, № 1, 25-28s.
- [8] Murzagaliyev E.Sh., Bishimbaev V.K., Viktorov S.B., Sorbcionnaya gipoteza mehanizma shlamobrazovaniya i processa shlamopodavleniya v electrotermicheskom proizvodstve malomyshiakovistogo fosfora. *Doclady Nacionalnoi akademii nauk respubliky Kazahstan*. **2008**. № 1.
- [9] Tleuov A.S., Arystanova S.D., Altybayev Zh.M., Tleuova S.T., Sagat M., Shapalov Sh.K. Issledovanie fiziko-chemicheskikh characteristic I vozmozhnosti ispolzovaniya aluminosilicatosv dlia oshistitsi fosforsoderzhashih shlamov *Doclady Nacionalnoi akademii nauk respubliky Kazahstan ISSN 2224-52276*. **2016**.02 89-95.
- [10] A.S. Tleuov, S.D. Arystanova, S.T. Tleuova Zh.M. Altybayev, A.Zh. Suigenbayeva. Studies of Acid Activation and Thermodynamic Characteristics of Aluminosilicates in Sorption Process of Phosphorus Release from Sludges *ORIENTAL JOURNAL OF CHEMISTRY ISSN: 0970-020 X CODEN: OJCHEG2016*, Vol. 32, No. (5): Pg. 2577-2584.
- [11] Murzagaliyev E.Sh., Bishimbayev V.K., Viktorov S.V. The sorption hypothesis of the mechanism of a slime formation and process of the slime reduction in electrothermal production of low-arsenous phosphorus. *Reports of National academy of Sciences of RK*, 2008. No. 1p. 41-48.
- [12] Eren, E. Removal of basic dyes using raw and acid-activated bentonite samples / E. Eren, B. Afsin // *J. of Hazard. Mat.* **2009**. Vol. 166, № 2. P. 830–835.
- [13] Breen, C. Acid-activated organoclays: preparation, characterization and catalytic activity of polycation treated bentonites / C. Breen, R. Watson // *Appl. Clay Sci.* **1998**. Vol. 12, № 6. P. 479–494.
- [14] Hart, M.P. Surface acidities and catalytic activities of acid-activated clays / M.P. Hart, D.R. Brown // *J. of Molecular Catalysis A: Chemical*. **2004**. Vol. 212, № 1–2. P. 315–321.
- [15] Heyding, R.D. Acid activation of montmorillonite / R.D. Heyding, R. Ironside, A.R. Norris // *Can. J. Chem.* **1960**. Vol. 38, № 4. P. 1003–1015.
- [16] Novaković, T. Synthesis and characterization of acid-activated Serbian smectite clays obtained by statistically designed experiments / T. Novaković, L. Rozić, S. Petrović et al. // *J. Chem. Eng.* **2008**. Vol. 137, № 2. P. 436–442.
- [17] Sadek, O.M. Ca-montmorillonite clay as thermal energy storage material // O.M. Sadek, W.K. Makhamer // *Thermohim. Acta*. **2000**. Vol. 363, № 1–2. P. 47–54.
- [18] Salem, A. Physicochemical variation in bentonite by sulfuric acid activation / A. Salem, L. Karimi // *Korean J. Chem. Eng.* **2009**. Vol. 26, № 4. P. 980–984.
- [19] Sand, L.B. Comparison of a natural bentonite (Wyoming) with its synthetic analogue / L.B. Sand L.B., M.S. Crowley // *Clays and clay minerals*. **1956**. V. 4. – P. 96-100
- [20] Suarya, R. Interkalasi tetraetil ortosilikat (TEOS) para lempung teraktifasi asam sulfat dan pemanfaatannya sebagai adsorben warna limbah garmen / R. Suarya, A.A. Bawa Putra, dan Devi Wisudawan // *Jurnal Kimia*. **2010**. Vol. 1, № 4. P. 43–48.

**А.С. Тлеуов, С.Д. Арыстанова, Б.А. Лавров,
Ш. К. Шапалов, О.П. Байысбай А.М. Досбаева, Ж.Ж. Мадьярова**

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

**ФОСФОР ШЛАМЫНАН ФОСФОРДЫ БӨЛІП АЛУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТАБИҒИ
АЛЮМИНОСИЛИКАТТЫ СОРБЕНТТЕРДІҢ ФИЗИКА- ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ**

Аннотация. Мақалада Оңтүстік Қазақстан аумағындағы жергілікті кен орындарының алынған шикізаттар бентонит, вермикулит және Ленгирдің қиын балқитын саз-балшығының химиялық және материалдық композицияларын анықтау арқылы физикалық және химиялық ерекшеліктерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Фосфордың конденсациясы кезеңінде пайда болатын фосфор шламы, сары фосфор өндірісінің антропогендік қалдықтарын түзу механизмі арқылы зерттеледі. Қазіргі заманғы тұжырымдамаларға сәйкес, фосфор шламы майда шашыраңқы қатты бөлшектермен тұрақтандырылған судағы фосфор эмульсиясы болып табылады.

Фосфор шламын суда эмульсияның жоғары белсенді ластануымен тұрақтандырылғаны ретінде қарастыра отырып, табиғи алюмосиликаттар негізінде қатты кеуекті сорбенттерді қолдану арқылы фосфор шламынан фосфорды бөлу әдісі таңдалды. Сорбенттерді өндіру үшін табиғи шикізаттың физико-химиялық сипаттамаларын анықтау бойынша зерттеулер, физико-химиялық талдаудың заманауи әдістерін қолдана отырып жүргізілді.

Алынған нәтижелерді талдау көрсеткендей, қарқынды сіңіру спектрі алюмосиликат пен гидролю-минат қосылыстарының валенттік байланысының діріліне тән. Зерттелген үлгілердің микроқұрылымы вермикулиттегі, бентонит балшықтарындағы монтмориллонит кристалдарының және натрий калий-кальцийлі дала шпаттарының минералдарының басым болуымен сипатталады. Күкірт қышқылы мен термиялық өңдеу арқылы қышқылды белсендірілу нәтижесінде алынған түйіршіктердің интенсивті және тығыздығы жоғары механикалық беріктікке ие болды.

Түйін сөздер: Вермикулит, бентонит, монтмориллонит, каолинит, алюмосиликаттар, сорбент, гидрослюда.

**А.С. Тлеуов, С.Д. Арыстанова, Б.А. Лавров,
Ш. К. Шапалов, О.П. Байысбай А.М. Досбаева, Ж.Ж. Мадьярова**

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИРОДНЫХ АЛЮМИНОСИЛИКАТНЫХ СОРБЕНТОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ФОСФОРА ИЗ ФОСФОРНОГО ШЛАМА

Аннотация. В статье приведены результаты исследований физико-химических особенностей исходных сырьевых материалов бентонитовой глины, вермикулита и Ленгерской глины месторождений Южного Казахстана с определением химического и вещественного составов.

Изучен механизм формирования фосфорного шлама, техногенного отхода производства желтого фосфора, образующегося на стадии конденсации фосфора. В соответствии с современными представлениями, фосфорный шлам представляет собой эмульсию фосфора в воде, стабилизированную тонкодисперсными твердыми частицами.

Рассматривая фосфорный шлам как стабилизированную высокоактивными загрязнениями эмульсии в воде, выбран способ выделения фосфора из шламов, с использованием твердых пористых сорбентов на основе природных алюмосиликатов.

Исследования по определению физико-химических особенностей исходных материалов для получения из них сорбентов, проводились с использованием современных методов физико-химического анализа. Анализ полученных результатов показал, что интенсивные спектры поглощения характерны колебаниям валентных связей алюмосиликатных и гидроалюминатных соединений. Микроструктура исследуемых проб характеризуется преобладанием кристаллов монтмориллонита в бентонитовой глине и натрий-калий-кальциевыми минералами полевого шпата в вермикулите. В результате кислотной активации серной кислотой и термической обработки достигнута высокая механическая прочность, вспучиваемость и насыпной плотность полученных гранул.

Ключевые слова. Вермикулит, бентонит, монтмориллонит, каолинит, алюмосиликаты, сорбент, гидрослюды.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 52 – 55

A.K. Umbetova, G.O. Slan, A.T. Omarova, G.Sh. Burasheva, K. T. Abidkulova

Kazakh national university named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan

E-mail: slangulnur@gmail.com, guni_9645@mail.ru

**THE STUDY OF CHEMICAL COMPOSITION
OF *ATRAPHAXIS VIRGATA* FROM THE ALMATY REGION**

Abstract: The qualitative composition (moisture, total ash content, extractive substance) of the *Atraphaxis virgata* plant, *Polygonaceae* family harvested in the ravine Aksay of the Almaty region was determined. Atomic-absorption spectroscopy studied the composition of macro- and microelements of the plant. The qualitative and quantitative composition of the basic biologically active substances groups was studied, as well as the basic technological parameters for obtaining the biologically active complex.

Keywords: *Atraphaxis virgata*, moisture, total ash content, extractive substance, macro- and microelements, biologically active substances.

The study is aimed at finding and improving new drugs based on the local flora. Unlike synthetic drugs, there is a chain of privileges, such as a lack of (or fewer) side effects in phytopreparations, biological similarity to the human body, lightness, long and steady effect, relative simplicity of production, low cost with high demand.

The search for promising plants became possible due to the use of empirical data from folk and folk medicine, from the least studied taxon and photochemical studies of taxa and related species.

At the same time, research aimed at using extracts of biologically active compounds in medicine and industry, the use of new sources of raw materials, their use and storage are very important. This issue is very important for Kazakhstan with a rich and unique flora. In this case, the plant *Atraphaxis atraphaxis virgata* of the *Polygonaceae* family is of interest.

Objective: Determination of biologically active substances on the surface of the plant *Atraphaxis virgata*, belonging to the family *Polygonaceae*, collected from the Aksay gorge of Almaty, qualitative and quantitative analysis.

Object of the study: Plants *Atraphaxis virgata* family *Polygonaceae*, collected in the Aksay gorge of Almaty region of Kazakhstan.

Objectives of work: To achieve this goal, the following tasks were put forward:

- Authenticity of the plant surface *A. virgata* (moisture, total ash, extractives)
- Quantitative analysis of raw materials using spectrophotometry and titrimetry
- Development of basic technological parameters for obtaining a biologically active complex based on plant raw materials.

The *Polygonaceae* has about 1250 species, distributed in about 55 genera. Here mainly perennial grasses, although there are several tree-like and shrubby plant [1].

Atraphaxis - a height of 0.2 to 2 m, usually significantly branched directly from the soil level. The bark is gray or brown, scaly. Shoots are elongated and shortened, often ending with thorns. Flowers in apical small hands, bisexual, perianth simple 4-5-membered. Stamens 6-8, at the base of fused into a glandular ring, with nectaries. Leaflets of the perianth do not fall off with fruits and grow; outer, smaller, bend downward; Internal, much larger[2].

In many places of the universe, as well as in the desert, in the foothills, in clay, it grows in 14 species on the territory of Kazakhstan from 18 species of the Flora of the USSR [3].

Biologically active preparations were obtained from rich flavonoids of *Atraphaxis* species [4,5]. In addition, polyphenolic compounds of some species of *Atraphaxis* plants are growing in Kazakhstan, which for the first time were analyzed by Chumbalov T.K., Mukhamedyarova M.M. and Omurkamzinova V.B.

Doctor of Chemical Sciences Omurkamzinova V.B. studied the chemical composition of the plant *Atraphaxis* in 1978. As a result, 21 phenolic substances and new derivatives not included in the literature were identified: 8-oxflavonol and O-acylated flavonoid glycosides [6,7].

Atraphaxis is used to treat stomatitis, bleeding and acetaminophen tissue. In addition, in the desert, some species of plants are used for feeding camelids [8].

Practical part and results

The qualitative analysis of plant raw materials was carried out according to the methods adopted in the 1st edition of the State Pharmacopoeia of Kazakhstan. The moisture, total ash content of the model were determined during the drying of the *Atraphaxis virgata* plant growing in the Almaty region

Table 1 - Results of raw materials authenticity determination.

Name of plant	Amount for absolute dry raw material.%	
	Humidity	Total ash content
<i>A.virgata</i>	8.02	8.94

Extractive substances are a complex of organic and inorganic substances that dissolve plant raw materials in suitable solvents. Presence of extractant substances in vegetable raw materials is the main quantitative indicator of its reliability [9].

Depending on the chemical composition of plant raw materials and the solvent used, the active and additives therein may pass into the solvent as the results of the determination of extractives (Table 2)

Table 2 - Results of quantitative determination of extractive substances of the plant *Atraphaxis virgata*

№	Extragent	X, amount of extractive substances
1	Ethanol (50%)	27.26
2	Ethanol (70%)	21.27
3	Water	26.59

In the table 2, it can be seen that the amount of extractant in the 50% alcohol solution is greater than water and the extractant is 70% alcohol solution.

The total amount of macro- and microelements in the spectroscopic ash method was absorbed in the ash (Table 3)

Table 3 - The amount of macro- and microelements of *A.virgata* plants

Macro and Microelements	Amount in ash,%	Macro and Microelements	Amount in ash,%
Zn	0.025	Mn	0.078
Cd	0.0002	K	6.990
Cu	0.007	Na	1.396
Pb	0.0007	Mg	2.224
Fe	0.228	Ca	21.897
Ni	0.004		

According to the results of the study, the most important element of the *A.virgata* plant is Ca, Na K, Mg, Fe and the smallest number of elements of Cd, Cu, Ni and Pb. the number of toxic elements does not exceed established concentration [10].

Phytochemical analysis of *A.virgata* plant surface using the developer showed the main groups of biologically active substances: amino acids, organic acids, carbohydrates, tannins, phenolic compounds, flavonoids, alkaloids (Table 4)

Table 4 - Phytochemical analysis of *A. virgata*

Biologically active substances	Developer	<i>A. virgata</i>
Amino acids	ninhydrin	Purple
Carbohydrates	O-Toluidine	Brown, green
Tannins	Iron alum	Blue-green
	Vanillin	Red color
Phenolic compounds	FeCl ₃	Blue-green
Flavonoids	NH ₃	White-yellow
	AlCl ₃	Yellow
Phenolic acids	Diazotization of p-nitroaniline	Red-yellow

This table shows the groups of biologically active substances *A. virgata* plant.

For determination of quantitative analysis of raw materials in groups of biologically active substances using spectrophotometry and titrimetry.

Table 5 - Quantitative analysis of *A. virgata* plants

Name of plant	Amount for absolute dry raw material. %			
	Polysaccharides	Organic acids	Tannins	Flavonoids
<i>A. virgata</i>	1.12	3.45	3.59	5.5

As shown in the table, the plant contains a large number of flavonoids and tannins.

Extraction of dried and crushed material is a complex physicochemical process (diffusion). The efficiency of the extraction process in the diffusion process depends on many factors that can be obtained from the choice of extraction conditions. [11] The effects of an extractive, crude solvent, labor-consuming effects are investigated. The choice of the extractant was determined using ethyl alcohol at various concentrations and the cost of the biologically active complex from the plant *Atraphaxis virgata* (Table 6).

Table 6 - The yield of the biologically active complex obtained from *Atraphaxis virgata* when used with various extractants

Extragent	Ethanol (50%)	Ethanol (70%)	Ethanol (90%)
Output of the complex, %	25.74	20.27	12.83

Also, the ratio of the raw material to the biological activity is affected. Extragenic amount determines the total release of biologically active substances in raw materials (Table 7).

Table 7 - Complex yield, depending on the "crude-solvent" ratio

Шикізат (г) және экстрагент (мл) қатынасы	1:4	1:5	1:6	1:8
Output of the complex, %	4.19	15.71	25.74	19.35

It was found that the selected extractant is optimally equal to 1: 6 in the ratio of the starting material to the extractant. The definition of "extract-raw material" parameters is mainly determined by the economic concept, since the quantity of extractant used for the production enterprise is significant.

Table 8 - *A. virgata* is a complex of extraction processes that are time-dependent

Time, hours	24	48	72
Output of the complex, g	0.5851	0.4903	0.4344

Based on the properties of the raw materials and the extraction process, the extractant is 50% ethyl alcohol, the ratio of crude and solvent is 1: 6, 24-250 °C, twice the extraction time is 24 hours.

Conclusion:

As a result of the quantitative analysis of *A. Virgata* plant raw materials collected from the Aksay gorge of Almaty region in accordance with the State Standard of Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan: humidity, ash content and extractives.

Atomic absorption spectrometry studied the mineral content of ash and identified 11 elements, of which four are macro-elements: magnesium, sodium, calcium, calcium, and the remaining trace elements, copper, zinc, iron, nickel.

Within the biological active biological raw materials, tannins, organic acid, flavonoids and polysaccharides have been identified.

The technology of extraction of plant raw materials is being studied. The investigations made it possible to obtain the optimum value of the parameters (extraction agent, its ratio with raw materials, extraction time and multiplicity), which influence the extraction of biologically active substances in the *A. Virgata* plant. Based on the properties of the raw materials and the extraction process, the extractant is 50% ethyl alcohol, the ratio of crude and solvent is 1: 6, 24-250 °C, twice the extraction time is 24 hours.

REFERENCES

- [1] Cherepanov S.K. Svod dopolnenii i izmenenii k «Flora SSSR» (t.t. 1 15), Leningrad, **1973**. 114-116 s.
- [2] Baitenov M.S. Flora Kazakhstana. Rodovoi kompleks flory.- Almaty, **2001**. T.2. 280 s.
- [3] Iclambekov Sh.Iu., Cadykov A.C., Kapimdzhinov A.K., Icmailov A.I. Fenol'nye coedinenie nekotorykh pachtenii cemeictva gpechishnykh. "Tezisy vtopogo Cimpoeiyma po fenol'nym coed." A-Ata, **1970**. 19-25 c.
- [4] Pavlov N.V. «Flora Tsentral'nogo Kazaxctana».Almaty, **1936**, tom 3, 110-118 s.
- [5] Omypkamzinova V.B. Dissertatsionnaia rabota. Almaty, **1978**.44-45 s.
- [6] Chymbalov T.K., Myxamed'iapova M.M., Omypkamzinova V.B. Polifenoly nekotorykh vidov kypchavki Kazaxctana. Almaty, **1978**. 3-8c
- [7] Chymbalov T.K., Myxamed'iapova M.M., Omypkamzinova V.B. 3-ramnozid 7-O-metilgossipetina iz *Atraphaxis fritesceps*.**1974**. 793-794 s.
- [8] Chymbalov T.K., Omypkamzinova V.B. *Atraphaxis fritesceps*. Ximiia ppidodnykh coedinenii. Almaty, 1971. – 91-93c.
- [9] Gosudarstvennaia Farmakopeia RK. **2008**. T. 1. 591 s.
- [10] Muzychkina R.A., Korul'kin D.Iu., Abilov Zh.A. Kachestvennyi i kolichestvennyi analiz osnovnykh grupp BAV v lekarstvennom rasitel'nom syr'e i fitopreparatakh – Almaty: Kazak Universiteti, **2004**. 116-117 s.
- [11] Gosudarstvennaia Farmakopeia SSSR. Vyp.2: Obshchie metody analiza. M.: Meditsina, **1991**. 387 s.

Умбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., К.Т. Абидкулова

эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**АЛМАТЫ ӨНІРІНДЕГІ *ATRAPHAXIS VIRGATA* ӨСІМДІГІНІҢ
ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ**

Аннотация: *Polygonaceae* тұқымдасына жататын 2016 жылы даярланған Алматы қаласы Ақсай шатқалынан жиналған *Atraphaxis virgata* өсімдігінің шынайылығы (ылғалдылық, жалпы күлділік, экстрактивті заттар) анықталды. Биологиялық белсенді заттардың негізгі сандық және сапалық құрамы белгілі болып, биологиялық белсенді кешен алу үшін негізгі технологиялық параметрлер өңделді. Атомды-абсорциялы спектроскопиялық әдісімен өсімдіктің макро- және микроэлементтерінің мөлшері анықталды.

Түйін сөздер: *Atraphaxis virgata*, ылғалдылық, күлділік, экстрактивті заттар, микро-, макроэлементтер, биологиялық белсенді заттар.

А.К. Умбетова, Г.О. Слан, А.Т. Омарова, Г.Ш. Бурашева, К.Т. Абидкулова

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА *ATRAPHAXIS VIRGATA*
АЛМАТИНСКОГО РЕГИОНА**

Аннотация. Определен доброкачественный состав (влажность, общая зольность, экстрактивная вещества) растения *Atraphaxis virgata* семейства *Polygonaceae* заготовленные в ущелье Ақсай Алматинской области. Изучены качественный, количественный состав основных групп биологически активных веществ. Отработаны основные технологические параметры для получения биологически активного комплекса. Изучен методам атомно-абсорбционной спектроскопией состав макро- и микроэлементов растения

Ключевые слова: *Atraphaxis virgata*, влажность, общая зольность, экстрактивное вещество, макро- и микроэлементы, биологически активные вещества.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 56 – 60

UDC 622.453

Sh.K. Shapalov¹, R.R. Khodzhayev², N.M. Suleimenov³, A.S.Naukenova³,
N. Khuangan⁴, A.A. Rakhimberlina⁴, Zh. M.Altybaev³.

¹ South Kazakhstan pedagogical university, Shymkent, Kazakhstan;

² Limited liability company "Scientific-engineering center "GeoMark", Karaganda. Kazakhstan;

³ M. Auyezov South Kazakhstan state university, Shymkent; Kazakhstan;

⁴ Karaganda state technical university Karaganda. Kazakhstan.

summu@mail.ru shermahan_1984@mail.ru

CUMULATIVE INFLUENCE OF INFORMATIVE FEATURES ON THE ASSESSMENT OF THE CONDITION OF THE FIRE SITUATION IN THE SEALED AREAS OF COAL MINES

Abstract. The analysis of various ways of discernment of low-temperature coal oxidation and possibility of prevention of its transition to self-ignition is made. The feature of determination of a stage of coal self-heating in the isolated volumes of the mined-out spaces of coal mines is noted. The known informative signs of self-ignition, a possibility of their practical application are considered. The cumulative way of determination of oxidation temperature and self-heating of coal on composition of tracer fire gases in the mine atmosphere is offered.

Keywords: coal mine, mined-out spaces, coal oxidation, self-heating, self-ignition, the endogenous fire, tracer gases.

Introduction. One of the serious problems of fight against the endogenous fires is the search of ways and methods of their discernment at early stages that draws attention of scientists and experts not only in the Republic of Kazakhstan, but also in other coal-mining countries. The danger of emergence and development of the endogenous fires at underground coal mining is aggravated with a possibility of explosions of gas-dust-and-air mixture consequences of which, as we know, are catastrophic.

Active processes of coal oxidation in the mined-out spaces of extraction areas of coal mines are the most dangerous and hardly distinguished. At a combination of certain conditions the sources of oxidizing processes can pass into the self-ignition places.

One of the approaches to determination of a stage of coal self-heating in the mined-out and isolated spaces on the basis of results of the laboratory analysis of tests of air-gas mixture in the mine atmosphere is considered in [1]. In basin instructions on prevention and suppression of the underground endogenous fires the content of fire tracer gases – carbon oxide, hydrogen and carbon dioxide – as features of the fire is specified, and the corresponding actions of technical services of coal mines, rescue services of the region are regulated.

Authors [1] recommend to use the feature of active coal self-heating - a steady lack of the assigned value of oxygen in the samples which are selected from the considered isolated area, in comparison with its calculated value in an assumption of simple mechanical replacement with impurities (methane, hydrogen, oxide and carbon dioxide) which are contained in the sample. Calculated assay of oxygen in the sample in an assumption of simple mechanical replacement is determined by a formula

$$C(O_2)_p = \left(100 - \sum \text{of gases} \right) \cdot 0.209 \quad (1)$$

where $\sum \text{of gases}$ - is the sum of percentage (on volume) content of gases-impurities in the sample (the oxygen percentage in the sample isn't considered). Further the lack of oxygen as the difference between the calculated assay and assigned value of oxygen in the sample is determined by a formula

$$\Delta C(O_2) = C(O_2)_p - C(O_2)_\phi \quad (2)$$

The fulfillment of the condition $\Delta C(O_2) > \Delta C(O_2)_{\text{крит}}$ demonstrates the existence of the source of intensive low-temperature oxidation in a coal congestion of space from where the studied sample of air-gas mixture is taken. This method of discernment of intensity of low-temperature oxidation is approved in the Karaganda basin in case when two neighboring mines were aerodynamically connected in the process of conducting mining operations. By researches of gas samples of the mine atmosphere for the continuous period it was established that in the isolated space of one of the mines where access is inaccessible, there is an active oxidizing process, with features of self-ignition.

The task also becomes complicated with the fact that the endogenous fire danger of coal changes regionally even within the same extraction area. Therefore in the certain areas of the mine field implementation of measures is inexpedient, and in others they have to be strengthened. Thus, creation of an effective method of discernment of a stage of endogenous fire danger of extraction areas in the process of conducting mining operations is relevant.

Authors of the article [2] also consider that control of concentration of oxygen is the most sensitive indicator of early emergence of the source of coal self-heating as it gives the chance to track all the process of low-temperature oxidation. It is necessary to consider that influence of oxygen content in the mine atmosphere sharply increases with raise of temperature: the higher it is, the smaller concentration oxidation process can proceed at it. Dependence of self-heating on the content of oxygen in the mine environment is one of the main factors influencing the endogenous fire danger of mining operations during development especially flammable coal layers.

However, the authors specify that the complexity of calculations and at times inadequacy of the received decision on the developed program because of instability of a numerical method complicate the use of this method in the process of production.

The famous scientists in the field of the endogenous fires in the article [3] consider that modern practice of early - on time and temperature - detection of the endogenous fires is based on gas and temperature control of the atmosphere in zones of potential formations of coal and coal dust congestions. As the most informative tracer gases for this purpose carbon oxide and hydrogen are used. Increase in reliability of control on these gases is caused by inertness at the low temperatures which are distinctive for the stages of self-heating and coal ignition, their low sorption by the loosened coal and breeds in the mined-out space and weak solubility in water.

In conclusions authors [3] note that the existing gas-analytical method not always allows to classify unambiguously the endogenous fire at the stage and to determine source temperature. At the emergence of the fire in the fulfilled part of layer and impossibility of control of air-break, excess of background content of carbon oxide of hydrogen can be fixed already at a decay stage with stabilization of their percentage at a low level. Additional researches on the search of the indicators allowing to find the sources with a temperature not above the critical temperature of coal self-heating are necessary.

In this regard it is necessary to notice the researches carried out in the former Karaganda department of All-union Scientific Research Institute of Mine Rescue Work, and explicitly directed to determination of a stage of low-temperature coals oxidation of the Karaganda basin on natural measurements of tracer gases content in the mine atmosphere [4]. The results of researches in the form of dependences of percentage volume content of tracer fire gases on temperature of coal self-heating for the most flammable coal layers are given in table 2.

In figures 1 and 2 in more graphic form diagrams of dependences of concentration of tracer gases on temperature of coal self-heating in the process of oxidation by oxygen of the incoming air are represented.

As it is seen from the figure 1, the concentration of carbon monoxide 0,1 volume % (it is considered critical for initiation of efficient measures for prevention of coal self-ignition) appears at a temperature of coal heating of 110°C.

Table 2 – Empirical formulas of dependence of percentage volume content of tracer fire gases on temperature of coal self-heating of K₁₂ and D₆ layers of mines of the Karaganda basin

Index of coal layer	Dependences of percentage content of carbon oxide (CO), hydrogen (H ₂) and carbon dioxide (CO ₂) on coal self-heating temperature
K ₁₂	$C(CO) = 0,0004 \cdot \exp(0,186 \cdot t^{0,72}), \%$
	$C(H_2) = 0,0002 + 0,0078 \cdot \exp(-0,59 \cdot 10^{-6} \cdot (300 - t)^{2,98}), \%$
	$C(CO_2) = 0,02 \cdot \exp(0,0401 \cdot t^{1,33}), \%$
D ₆	$C(CO) = 0,0001 \cdot \exp(0,0103 \cdot t^{1,3}), \%$
	$C(H_2) = 0,0002 + \exp(-0,026 \cdot (300 - t)^{1,7} / (t - 100)), \%$
	$C(CO_2) = 0,01 \cdot \exp(0,406 \cdot 10^{-4} \cdot t^{2,26}), \%$

It is known from practice of observations and researches that release of hydrogen begins to be shown considerably at a temperature above 250 - 300°C that, by the way, is visible from an empirical formula and the diagram in the figure 2.

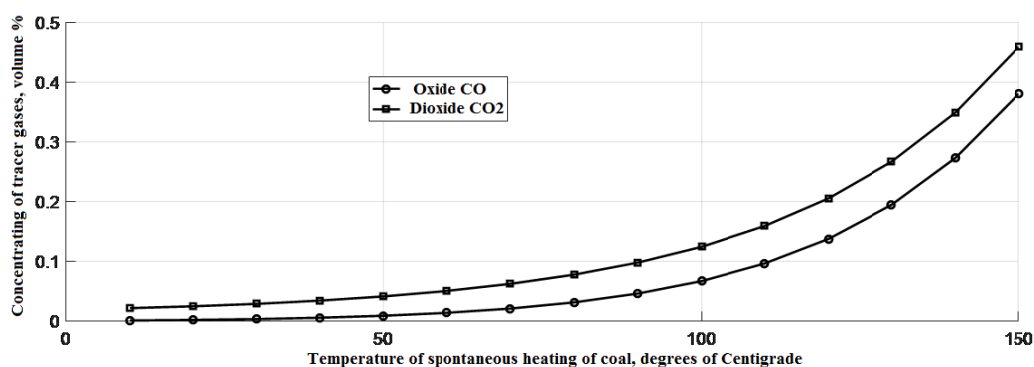


Figure 1 – Diagram of dependence of volume concentration of oxide (CO) and dioxide (CO₂) of carbon on temperature of coal self-heating, °C

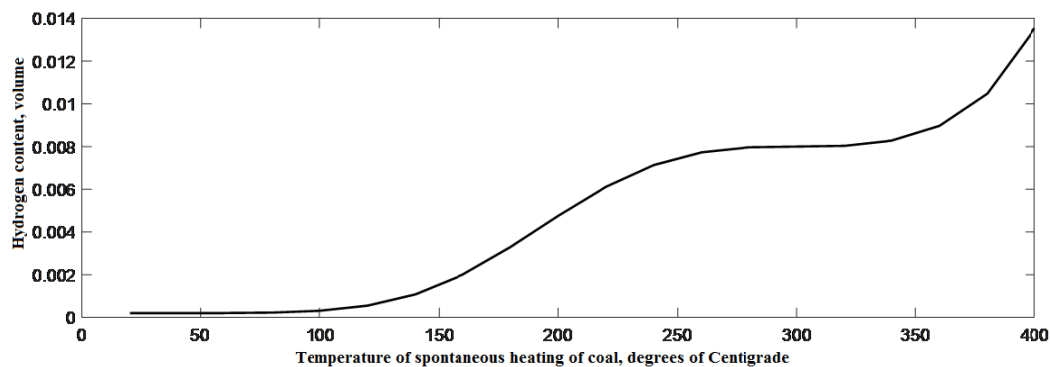


Figure 2 – Diagram of dependence of volume concentration of hydrogen (H₂) on temperature of coal self-heating, °C

The presented formulas and graphic dependences are received by authors [4] only for K_{12} and D_6 layers as these layers of coal are most inclined to self-ignition, were repeatedly used for expert estimates at investigations of fire-dangerous situations in the mines of the basin. Laboratory analyses of samples of the mine atmosphere on unsaturated hydrocarbon for comparison and correlation of these ways were carried out at the same time. Positive experience confirmed acceptable reliability and the practical importance of the dependences received on researches.

Conclusion. 1. The practical experience of researches (investigations) of possible self-ignition of coal in mines showed that it isn't enough to use only one criterion of danger of the endogenous fire emergence for reasonable acceptance of difficult and expensive measures. It is necessary to operate with a number of the known informative features allowing to estimate more adequately the degree of endogenous fire danger.

2. Laboratory researches of dependences of content of fire tracer gases and oxygen in the mine atmosphere depending on self-heating temperature in the result of oxidation need to be continued on all coal layers inclined to self-ignition.

3. To enter into basin methodical documents on prevention of the underground endogenous fires in coal mines the section of discernment of a stage of coal self-heating on cumulative features.

REFERENCES

- [1] Khodzhayev R.R., Gabaydullin R.I., Asainov S.T., Pobedinskaya I.V. Determination of a stage of coal self-heating for prevention of the endogenous fires in coal mines. Current problems of fire safety: materials of the XXV International scientific - practical conference. M.: Fire Safety Research Institute, **2013**. P. 543-548.
- [2] Grekov S.P., Pashkovsky P.S., Orlikova V.P. Control of features of coal self-ignition // Coal of Ukraine. May, **2015**. P. 40-43.
- [3] Igishev V.G., Shlapakov P.A., Khaymin S.A., Sin S.A. Emission of tracer fire gases at oxidation of coal at stages of self-heating and planless burning // Reporter of Scientific center on safety of works in the coal industry, **2015**. № 4.
- [4] Research of the most representative fire tracer gases at self-heating and coal self-ignition / Report of the Karaganda department of All-union Scientific Research Institute of Mine Rescue Work, head - Chekhovskikh A.M., Karaganda, **1989**.
- [5] Veselovskiy V.S., Alekseyeva N.D., Vinogradov L.P. i dr. Samovozgoraniye promyshlennykh materialov. Moskva, Nauka, **1964**, s.264.
- [6] Inkubatsionnyy period samovozgoraniya ugley/Al'perovich V.YA., Chuntu G.I., Pashkovskiy P.S. i dr.//Bezopasnost' truda v promyshlennosti. **1973**, №9, s. 43-44.
- [7] Nikolenko N.P. Ob otsenke endogennoy pozharoopasnosti. **1983**. №5. s.57-58.
- [8] Isakov K.Z., Koketayev A.I. Novyy metod prognozirovaniya i otsenki riska vozniknoveniya endogennykh pozharov v ugol'nykh shakhtakh //Promyshlennost' Kazakhstana. **2008**, №2, s.97-98.
- [9] Yemelin P.V., Isakov K.Z. Eksperimental'nyye issledovaniya protsessy teplomassoperenosa v vyrabotannom prostranstve ochistnykh vyrabotok // Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauka ta tekhnologii: krok v maybutne- 2007». Tom 7, Dnepropetrovsk, **2007**, s.74-79.
- [10] Spektor B.A. Rezul'taty statisticheskoy otsenki vliyaniya nekotorykh faktorov na endogennuyu pozharoopasnost' vyrabotannykh prostranstv //Razrabotka mestorozhdeniy poleznykh iskopayemykh. Kiyev, **1981**, s.45-47.
- [11] Zakharov Ye.I., Panferova N.V., Kostenko G.M. Sposob prognoza samovozgoraniya uglya. Tul'skiy politekhnicheskii institut. Vyp.8, **1990**, s.126-128.
- [12] Belaventsev L.P., Skritskiy V.A., Kamenskiy A.YA. Kontrol' rannikh stadiy samonagrevaniya uglya po teplofizicheskim parametram rudnichnogo vozdukh//Sposoby i sredstva preduprezhdeniya samovozgoraniya uglya v shakhtakh. Trudy VostNII. Kemerovo, 1988. s.4-14.
- [13] Veselovskiy V.S., Vinogradova L.P., Orleanskaya G.L. i dr. Fizicheskiye osnovy samovozgoraniya uglya i rud. Moskva, Nauka, **1972**, s.212.
- [14] Metod otsenki endogennoy pozharoopasnosti vyyemochnykh poley shakht //Kaledin N.V., Shaytan I.A., Zaytseva T.G.//Bezopasnost' truda v promyshlennosti, **1991**, №9, s.38-39.

**Ш.К.Шапалов¹, Р.Р. Ходжаев², Н.М. Сулейменов³, А.С. Наукенова³,
Н. Хуанган⁴, А. А. Рахимберлина⁴, Ж.М. Алтыбаев³**

¹ Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан;

² ЖШС «ГеоМарк» Ғылыми - инженерлік орталығы» Караганды, Қазақстан;

³ М.Аузов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан;

⁴ Караганды мемлекеттік техникалық университеті, Караганды, Қазақстан

КӨМІР ШАХТАЛАРЫНЫҢ ОҚШАУЛАНҒАН АЙМАҒЫНДАҒЫ ӨРТ ЖАҒДАЙЫНЫҢ БАҒАСЫНА АҚПАРТТЫ ҚАСИЕТТЕРДІҢ ТҮТАСТАЙ ӘСЕР ЕТУІ

Аннотация. Көмірдің төменгі температурада қышқылдану үрдісін анықтаудың әр түрлі әдістерінің сараптамасы жасалды және оның өздігінен жануы мүмкін туралы ескертпелер айтылды. Көмір шахталарының өңделген кеңістіктерінде көлемі бойынша көмірдің өздігінен жану кезеңдерін анықтау ерекшеліктері ескерілді. Өздігінен жанудың белгілі ақпаратты қасиеттері және оларды қолдану мүмкіндіктері қарастырылды. Қышқылдану температурасын анықтаудың бірінғай әдісі мен шахталы атмосферада индикаторлы өрт газдарының құрамы бойынша көмірдің өздігінен қызуын анықтау ұсынылды.

Түйін сөздер: көмір шахтасы, өңделген кеңістіктер, көмір қышқылдануы, өздігінен қызу, эндогенді өрт, индикаторлы газдар

**Ш.К. Шапалов¹, Р.Р. Ходжаев², Н.М. Сулейменов³,
А.С. Наукенова³, Н. Хуанган⁴, А. А. Рахимберлина⁴, Ж.М. Алтыбаев³**

¹ Южно- Казахстанский педагогический университет, г.Шымкент, Казахстан;

² ТОО «Научно - инженерный центр «ГеоМарк», г. Караганда, Казахстан;

³ Южно- Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан;

⁴ Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

СОВОКУПНОЕ ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ НА ОЦЕНКУ СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНОЙ СИТУАЦИИ В ИЗОЛИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Аннотация. Выполнен анализ различных способов распознавания процесса низкотемпературного окисления угля и возможности предупреждения перехода его в самовозгорание. Отмечена особенность определения стадии самонагрева угля в изолированных объемах выработанных пространств угольных шахт. Рассмотрены известные информативные признаки самовозгорания, возможность их практического применения. Предложен совокупный способ определения температуры окисления и самонагрева угля по составу индикаторных пожарных газов в шахтной атмосфере.

Ключевые слова: угольная шахта, выработанные пространства, окисление угля, самонагревание, самовозгорание, эндогенный пожар, индикаторные газы.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 61 – 71

UDC 621.926

D.B Arinova¹, E.S Askarov¹, G.Popov²¹Kazakhstan National Research Technical University named after K.I Satpayev,
Department of Standardization, Certification and Engineering Technology, Almaty, Kazakhstan;²Technical university Sofya, city of Sofya, Bulgaria.E-mail: d_arinova@mail.ru, erlan54@mail.ru**INVESTIGATION AND DESIGN TESTING OF THE
CENTRIFUGAL GYRATORY MILL OF A COULISSE TYPE**

Abstract. Every year in the world it is milled billions of tons of mineral raw materials. The process of crushing demands a huge amount of energy. The mining enterprises generally use mills of spherical type, the history of use of such mills contains more than 200 years.

Now the situation has changed, the energy efficiency becomes the most important indicator of work of a mill as energy rises in price, the status of environmental problems was considerably raised, the content of minerals in ore decreases. The question of a to create of energy efficient mills becomes very relevant.

Centrifugal gyratory mills are intended for a grinding of various mineral raw materials. Mills of this kind known already for a long time have also shown quite good results in work, lowered consumption the electric power is one of the main advantages of these mills.

In this work, the design of a centrifugal gyratory mill on the basis of the rocker mechanism is investigated. The mill has a number of advantages over analogs: simplification of a design, high dynamic stability, expenses of energy are reduced twice, etc.

For the first time, practical tests of mills were carried out on the ground of Scientific research institute of mineral processing of the National center for processing of mineral resources of the Republic of Kazakhstan. The principle of work of a mill which consists in plainly - a parallel movement of cylindrical grinding cameras – pipes in the plane of their perpendicular axis, at which each point of the grinding camera moves on a circle with a radius r of the mechanism of a mill equal to length of a crank [4] is investigated. The centrifugal force of counterbalances, unbalanced dynamic force and the moments are calculated, the power analysis is carried out.

Results: From indicators of a research it is visible that the offered mills have an indicator of specific productivity of equal 140 kg/kW or 8 kW on production ton. The offered mills surpass spherical mills in this indicator twice. In this scheme, theoretical steadiness of the mechanism is received. There are essential constructive achievements: there is one crank shaft, there is no excess communication, application of cogwheels isn't required that has considerably simplified a design.

The mill differs in the low level of metal consumption. For comparison we will tell that the spherical mill with a productivity of 10 tons/hour weighs 30 tons, the weight of the offered mill with the same productivity will be at the level of 8-10 tons. The mill has the low level of complexity of a design. Simplification of a design of a mill and reduction of its metal consumption has allowed to reduce mill cost in comparison with spherical approximately by 3 times, in comparison with the existing centrifugal mills by 1.5 times. The mill has high maintainability.

Results of the presented work are perspective for introduction at the enterprises of the mining and concentrating industry of Kazakhstan and can be used in is mountain - concentrating plants.

Scientific novelty. The novelty of the received results consists in the creation and the research of designs of centrifugal - gyratory mill at which optimum process of a grinding, power consumption, metal consumption and productivity of the mill is provided.

Practical importance is on the basis of calculations and experimental data and also in determination of its rational design and technological data. It is revealed that in the process of the experimental-industrial period, the mill on the ground of the State scientific production association of industrial ecology Kazmekhanobr (Almaty), which is a part of the National center for complex processing of mineral raw materials of the Republic of Kazakhstan, differs in

the low level of metal consumption, has the low level of complexity of a design, mill cost in comparison with spherical approximately by 3 times, in comparison with the existing centrifugal mills by 1.5 times thereby decreases. The mill has high maintainability. Tests of mills have shown their profitability in energy consumption that is the most important indicator. And also an indicator of specific productivity of 140 kg/kW or 8 kW on production ton (in the course of test different types of raw materials have been used).

Key words: centrifugal - gyratory mill, crushing of mineral resources, metal consumption, energy consumption, a design, productivity.

УДК 621.926

Д.Б. Аринова¹, Е.С. Аскарров¹, Г. Попов²

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», Алматы, Казахстан;

²Технический университет Софья, город Софья, Болгария

ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНО-ГИРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ КУЛИСНОГО ТИПА

Аннотация. Каждый год в мире перемалывается миллиарды тонн минерального сырья. Процесс измельчения требует огромного количества энергии. На горнорудных предприятиях в основном используют мельницы шарового типа, история использования таких мельниц насчитывает более 200 лет.

В настоящее время ситуация изменилась, энергоэффективность становится важнейшим показателем работы мельницы, так как энергия дорожает, значительно повысился статус экологических проблем, содержание полезных ископаемых в руде уменьшается. Вопрос создания энергоэффективных мельниц становится очень актуальным.

Центробежно- гирационные мельницы предназначены для перемола различного минерального сырья. Мельницы подобного типа известны уже достаточно давно и показали неплохие результаты в работе, одним из основных достоинств этих мельниц является пониженное потребление электроэнергии.

В данной работе исследуется конструкция центробежно- гирационной мельницы на базе кулисного механизма. Мельница имеет ряд преимуществ перед аналогами: упрощение конструкции, высокая динамическая устойчивость, затраты энергии уменьшены в 2 раза и т.д.

Впервые практические испытания мельниц проводились на полигоне Научно - исследовательского института обогащения полезных ископаемых Национального центра переработки минеральных ресурсов Республики Казахстан. Исследован принцип работы мельницы, который заключается в плоско - параллельном перемещении цилиндрических помольных камер – труб в плоскости перпендикулярной их оси, при котором каждая точка помольной камеры движется по окружности с радиусом равным длине кривошипа r механизма мельницы [5]. Рассчитаны центробежная сила противосовес, неуравновешенная динамическая сила и моменты, проведен силовой анализ.

Из показателей исследования видно, что предлагаемые мельницы имеют показатель удельной производительности равный 140 кг/кВт или 8 кВт на тонну продукции. По этому показателю предлагаемые мельницы превосходят шаровые мельницы в 2 раза [3]. В этой схеме получена теоретическая уравновешенность механизма. Имеются существенные конструктивные достижения: имеется один кривошипный вал, нет избыточной связи, не требуется применения зубчатых колес, что значительно упростило конструкцию.

Мельница отличается невысоким уровнем металлоемкости . Для сравнения скажем, что шаровая мельница производительностью 10 тонн/час весит 30 тонн, вес предлагаемой мельницы с такой же производительностью будет на уровне 8-10 тонн. Мельница имеет невысокий уровень сложности конструкции. Упрощение конструкции мельницы и уменьшение ее металлоемкости позволило уменьшить стоимость мельницы по сравнению с шаровыми примерно в 3 раза, по сравнению с существующими центробежными мельницами в 1,5 раза [4]. Мельница имеет высокую ремонтпригодность.

Результаты представленной работы перспективны для внедрения на предприятиях горнодобывающей и обогатительной промышленности Казахстана и могут быть использованы в горно - обогатительных комбинатах зарубежных стран.

Новизна полученных результатов заключается в создании и исследовании конструкций центробежно – гирационной мельницы, при которых обеспечивается оптимальный процесс помола, энергоемкость, металлоемкость и производительность мельницы.

На основе расчетов и экспериментальных данных, а также в определении её рациональных конструктивных и технологических параметров. Выявлено, что в процессе опытно-промышленного периода мельницы на полигоне Государственного научно- производственного объединения промышленной экологии «Казмеханобр» (Алматы), входящего в состав Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, что мельница отличается невысоким уровнем металлоемкости, имеет невысокий уровень сложности конструкции, тем самым уменьшается стоимость мельницы по сравнению с шаровыми примерно в 3 раза, по сравнению с существующими центробежными мельницами в 1,5 раза. Мельница имеет высокую ремонтпригодность. Испытания мельниц показали их экономичность в потреблении энергии, что является самым главным показателем. А также показатель удельной производительности равный 140 кг/кВт или 8 квт на тонну продукции (в процессе испытания были использованы разные виды сырья) [8].

Ключевые слова: центробежно-гирационная мельница, измельчение минеральных ресурсов, металлоемкость, энергопотребление, конструкция, производительность.

Одним из главных технологических процессов обогащения полезных ископаемых является процесс измельчения. Измельчение производят на мельницах. Это процесс является очень энергоемким.

Во многих странах с развитой горнорудной промышленностью, включая Казахстан, измельчение руды и других минеральных ресурсов является одним из главных энергетических потребителей. Раньше на этот показатель обращали мало внимания, энергия была дешевой, и ее было много. В настоящее время ситуация изменилась, энергоэффективность становится важнейшим показателем работы мельницы, так как энергия дорожает, значительно повысился статус экологических проблем, энергию необходимо беречь и экономить. Необходимо разрабатывать и внедрять в работу мельницы с низким потреблением энергии [2].

Центробежно - гириационные мельницы предназначены для перемола различного минерального сырья. Мельницы подобного типа известны уже достаточно давно (с начала 70-х годов прошлого века) , показали неплохие результаты в работе, одним из основных достоинств этих мельниц является пониженное потребление электроэнергии.

Принцип работы такой мельницы заключается в плоско- параллельном перемещении цилиндрических помольных камер – труб в плоскости перпендикулярной их оси, при котором каждая точка помольной камеры движется по окружности с радиусом равным длине кривошипа г механизма мельницы.

Плоско- параллельное перемещение помольной камеры позволяет засыпной воронке все время находится наверху, а высыпному патрубку находится внизу, что создает большое удобство для засыпки сырья и выгрузке готового продукта из помольной камеры [4].

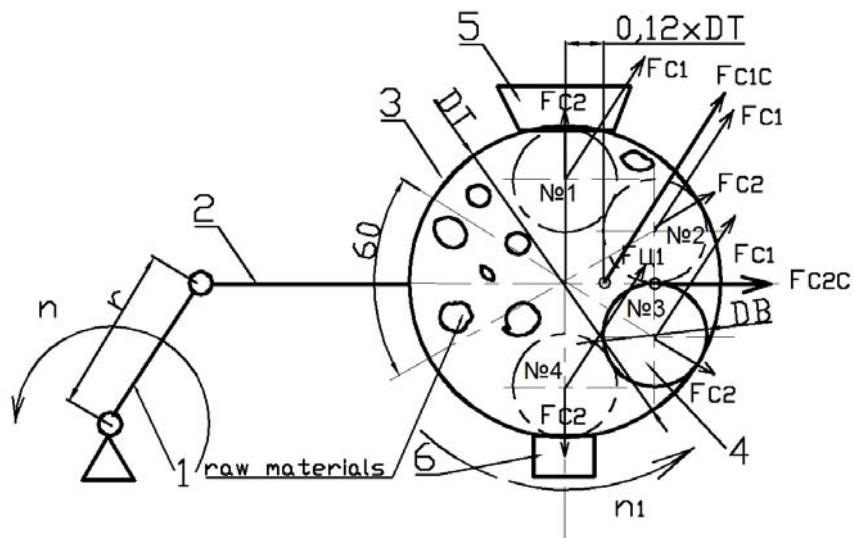


Рисунок 1 - Схема принципа работы центробежно- гириационной мельницы, кривошип -1, шатун- водило -2, помольная камера -3, помольное тело -4, засыпная воронка -5, высыпная труба-6.

Рассмотрим характер движения одного цилиндрического помольного тела 4 с массой m и диаметром D_B в помольной камере – трубе 3 с внутренним диаметром D_T при вращении кривошипа 1 радиусом r с частотой n (рисунок 1). При вращении кривошипа на помольное тело 4 действует [5,6]:

1. Сила тяжести $P=mg$, направленная всегда вниз.
2. Центробежная сила направленная параллельно положению кривошипа и вместе с кривошипом вращающаяся в ту же сторону с такой же частотой n .

$$F_{C1} = m * r * \left(\frac{\pi * n}{30}\right)^2$$

Под действием этой силы помольное тело начинает двигаться по внутренней поверхности трубы- помольной камеры. Движение происходит по окружности с радиусом $R_K = (D_T - D_B)/2$ в ту же сторону, что и вращение кривошипа.

Сила F_{C1} направлена по касательной к окружности движения помольного тела. При этом движении возникает вторая центробежная сила F_{C2} , которая направлена вдоль радиуса трубы- помольной камеры, ее значение равно:

$$F_{C2} = m * R_K * \left(\frac{\pi * n_1}{30}\right)^2$$

n_1 – частота вращения помольного тела внутри помольной камеры, $n_1 \ll n$. Вращению помольного тела внутри камеры препятствует сырье. Можно принять, что

$$n = 3 * n_1$$

Эта сила все время прижимает помольное тело к стенке трубы помольной камеры. Из этих рассуждений видно, что на помольное тело в общем случае действует три силы, которые участвуют в перемолоте сырья. Силы P и F_{C2} давят и истирают сырье, а сила F_{C1} разбивает сырье.

Для успешной работы системы помольных тел очень важно обеспечить их движение с прижиманием к стенкам трубы, но с учетом того, что $n_1 \ll n$, условие постоянного прижимания помольных тел к стенкам трубы не всегда выполняется, особенно во время прохождения верхней точки. В этом случае следует обеспечить невозможность падения верхнего помольного тела к центру трубы, что мгновенно сбивает весь ритм движения помольных тел. Это можно обеспечить подбором геометрических параметров – D_B , D_T и числом помольных тел - N . Из практических опытов видно, что оптимальное значение $N = 4$, при $N = 3$ и $N = 5$ эффективность движения помольных тел ухудшается. Также из опытов следует выбирать параметры D_B и D_T из следующего соотношения $D_T/D_B = 3,1 - 3,0$.

Так как силы F_{C2} направлены в разные стороны, то их векторная сумма невелика и ее влияние на динамическую устойчивость мельницы будет не так заметна, но эти центробежные силы не уравновешены и оказывают влияние на работоспособность устройства. Определим их приблизительное значение. Примем соотношение $D_T/D_B = 3,1$. Из рисунка. 1 видно, что при этом соотношении силы F_{C2} тел 1 и 4 направлены в диаметрально противоположные стороны, и они самоуничтожаются. Силы F_{C2} тел 2 и 3 направлены под углом 60° . Их суммирующая векторная сила равна:

$$F_{C2C} = 2 * F_{C2} * \cos 30^\circ = 1,73 * F_{C2}$$

Сила F_{C2C} проходит через центр помольной камеры и вращается с частотой n_1 .

Суммирующая сил F_{C1} равна их сумме, а так как все силы равны и направлены в одну сторону:

$$F_{C1C} = 4 * F_{C1}$$

Точка приложения этой силы находится на расстоянии $l = 0,12 * D_T$ от центра помольной камеры. Эта точка вращается с частотой n_1

Проведем силовой анализ этой схемы с учетом перемещения в помольных камерах помольных тел. Конструктивные параметры мельницы: диаметр трубы $D_T = 140$ мм, диаметр болванки $D_B = 45$ мм, длина кривошипа $r = 15$ мм, частота вращения $n = 500$ мин⁻¹, частота $n_1 = 170$ мин⁻¹, масса болванки $m = 7$ кг, масса кривошипа $m_k = 20$ кг, масса помольной камеры- трубы $m_T = 10$ кг, количество труб – 2 шт.

Определим общую центробежную силу F_{C10} по формуле:

$$F_{C10} = (8 * m + 2 * m_T + m_K) * r * \left(\frac{\pi * n}{30}\right)^2 = 3600..H$$

Эту силу можно уравновесить (уничтожить) установкой противовеса.

Центробежные силы F_{C1} и F_{C2} одной болванки

$$F_{C1} = m * r * \left(\frac{\pi * n}{30}\right)^2 = 262,5..H$$

$$R_K = \frac{D_T - D_B}{2} = \frac{0,14 - 0,045}{2} = 0,0475..m - \text{радиус качения помольного тела}$$

$$F_{C2} = m * R_K * \left(\frac{\pi * n_1}{30}\right)^2 = 105,27..H$$

Неуравновешенная сила F_{C2C} от вращения болванок в трубе.

$$F_{C2C} = 1,73 * F_{C2} = 182,1..H$$

Неуравновешенный момент от перемещения болванок в трубе

$$M_H = (0,12 * D_T) * 4 * F_{C1} = 17,6..Hm$$

Из расчетов видно, что неуравновешенная динамическая сила и момент не велики по сравнению с общей центробежной силой, но их влияние необходимо учитывать при проектировании мельницы. В частности необходимо обеспечить достаточную жесткость узлов и их хорошую смазку для уменьшения износа. В расчете не учтено влияние сырья, которое оказывает уравновешивающее действие, так как основная его масса находится в помольной камере с противоположной стороны от помольных тел, но масса сырья намного меньше массы стальных помольных тел.

В настоящее время существует базовая конструкция мельницы, работающая на описанном принципе [7].

Схема этой мельницы имеет ряд существенных недостатков, препятствующих широкому распространению мельниц подобного типа (рисунок 2). Это динамическая неуравновешенность мельницы, большая металлоемкость конструкции, ее сложность и стоимость, имеется избыточная кинематическая связь (кривошипны одновременно приводятся во вращение шатуном и зубчатыми колесами), что создает проблемы при сборке и эксплуатации. Схема этой мельницы показана на рисунке. 2 [6].

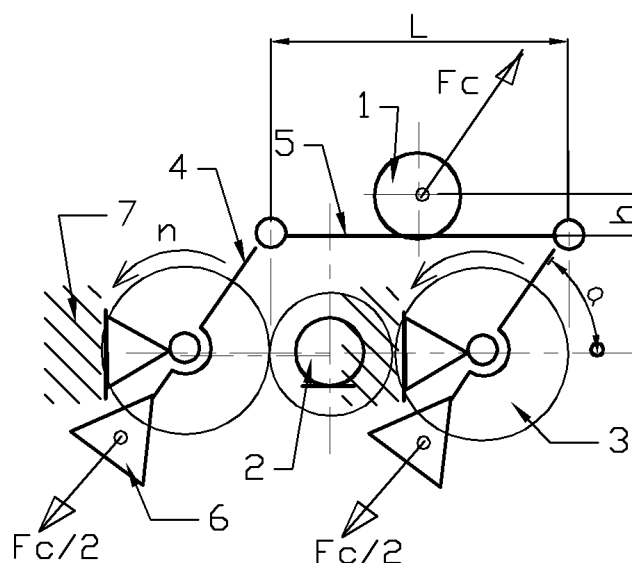


Рисунок 2 – Базовая схема центробежной мельницы

Для полной уравновешенности механизма необходимо, чтобы векторная сумма всех статических сил, приложенных к механизму (1), сумма крутящих моментов этих сил (2), векторная сумма всех динамических сил (3) и сумма крутящих моментов от этих сил (4) равнялась нулю, то есть выполнялось условие:

$$\Sigma P_i = 0 \text{ (1); } \Sigma M_i = 0 \text{ (2); } \Sigma F_{qi} = 0 \text{ (3); } \Sigma M_{qi} = 0 \text{ (4)}$$

В рассмотренной схеме условие (4) выполняется не всегда. При осуществлении условия (3) центробежная сила помольной камеры F_c должна уравновешиваться центробежными силами двух противовесов, следовательно сила одного противовеса равна $F_c/2$. Помольная камера установлена по центру шатуна 5, длина которого равна L (Рисунок 2). Центр тяжести помольной камеры 1 в данной схеме всегда приподнят на величину h относительно линии шатуна 5. Это диктуется конструктивными требованиями для свободного прохода противовесов 6. Условие (4) для данной схемы выглядит следующим образом:

$$\frac{F_c}{2} * L * \sin \alpha - F_c * \left[\frac{L}{2} * \sin \alpha + h * \cos \alpha \right] = 0$$

Данное уравнение будет равно нулю только при условии $h = 0$ или $\alpha = 90^\circ$ или 270° .

При $\alpha = 0$ или 180° имеем неуравновешенный момент $M = F_{ц} \cdot h$. Примем для расчета следующие данные: $F_{ц} = 500$ Н; $L = 0,8$ м ; $h = 0,1$ м. На рисунке 3 показан график формулы 5.

Таблица 1- Практические данные

Углы вращения, град	0	30	60	90	120	150	180	240	270	300	360
Центробежный момент	-50	-43	-25	0	25	43	50	25	0	-25	-50

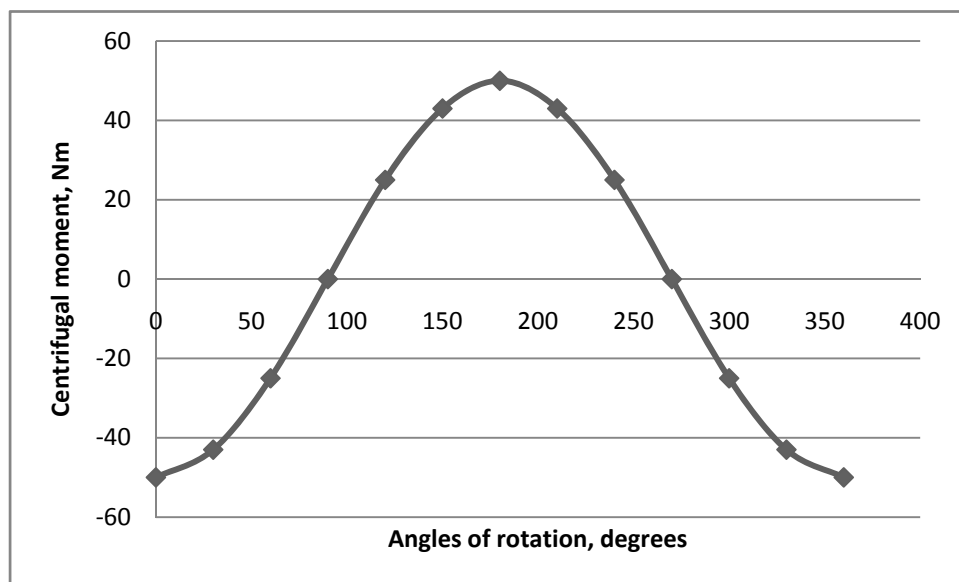


Рисунок 3 - График зависимости по формуле 5

В [9,10] предложена следующая схема (рисунок 4). Было изготовлено 2 опытных экземпляра.

Практические испытания мельниц проводились на полигоне Научно-исследовательского института обогащения полезных ископаемых Национального центра переработки минеральных ресурсов Республики Казахстан. Характеристики мельниц указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики мельницы

Мельница	Масса, кг	Габариты, мм	Мощность, кВт	Количество помольных камер	Диаметр болванки, мм	Наружный диаметр пом. камеры, мм	Частота вращения вала, мин ⁻¹	Производительность по руде, кг/час	Размер входных кусков, мм	Дисперсность готового продукта, мкм
1	350	1000x900x800	2,2	2	45	140	500	320	20-30	20..70
2	3800	1600x1200x1000	22	4	70	220	450	3000	30-40	20..70

Из этих показателей видно, что предлагаемые мельницы имеют показатель удельной производительности равный 140 кг/кВт или 8 кВт на тонну продукции. По этому показателю предлагаемые мельницы превосходят шаровые мельницы в 2 раза.

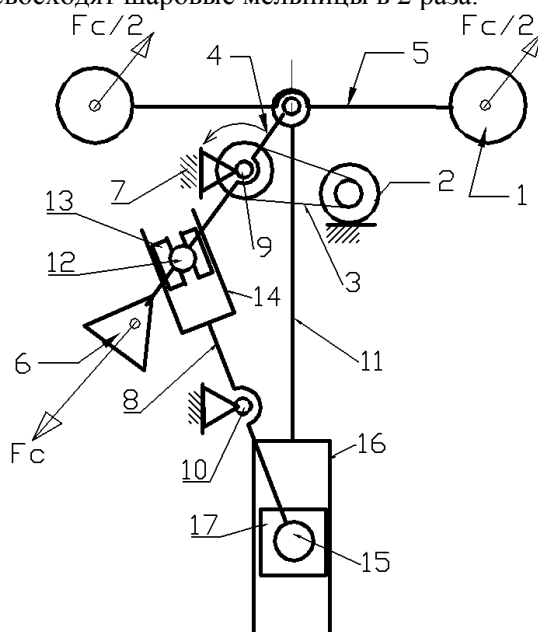


Рисунок 4 – Схема предлагаемой центробежно-гирационной мельницы

В данной схеме применен кулисный механизм. Две помольные камеры 1 установлены симметрично на шатуне – водиле 5, который шарнирно взаимодействует с кривошипом 4. Кривошип 4 приводится во вращение двигателем 2 вокруг оси 9 через ременную передачу 3. На противоположном конце кривошипа 4 установлен противовес 6 и цилиндрический палец 12, который через вставки 13 взаимодействует с вилкой 14, установленной на кулисе 8. На противоположном конце кулисы 8 имеется цилиндрический палец 15. Кулиса 8 вращается вокруг оси 10. Палец 15 взаимодействует с вилкой 16 через вставку 17. Вилка 16 установлена на стержне 11 жестко соединенном с шатуном – водилой 5 [7].

В этой схеме получена теоретическая уравновешенность механизма (помольные камеры рассмотрены как целые тела). Имеются существенные конструктивные достижения: имеется один кривошипный вал, нет избыточной связи, не требуется применения зубчатых колес, что значительно упростило конструкцию.

Мельница отличается невысоким уровнем металлоемкости. Для сравнения скажем, что шаровая мельница производительностью 10 тонн/час весит 30 тонн, вес предлагаемой мельницы с такой же производительностью будет на уровне 8-10 тонн.

Мельница имеет невысокий уровень сложности конструкции. Предлагаемая мельница имеет 1 эксцентриковый вал, 5 подшипников, зубчатых колес нет. Вес уменьшен в 1,5 раза.

Упрощение конструкции мельницы и уменьшение ее металлоемкости позволило уменьшить стоимость мельницы по сравнению с шаровыми примерно в 3 раза, по сравнению с существующими центробежными мельницами в 1,5 раза. Мельница имеет высокую ремонтпригодность. Она не требует жесткой защиты помольных камер, при сильном износе камеры просто быстро заменяются на новые. Стоимость помольных камер не высокая, они изготавливаются из стандартных стальных труб малого диаметра.

Из опытов получены данные, что на производительность мельницы оказывает влияние частота вращения вала, объем помольных камер, длина кривошипа, угол наклона помольных камер. На дисперсность получаемого продукта влияет частота вращения вала, длина помольных камер, твердость помольных тел и их шероховатость, масса помольных тел, угол наклона помольных камер.

Для определения производительности мельницы от частоты вращения вала провели испытания. Сырье - барит. Результаты испытания сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Производительность мельницы от частоты вращения

Rotation frequency, min ⁻¹	300	350	400	500
Productivity, kg/hour	130	150	190	350

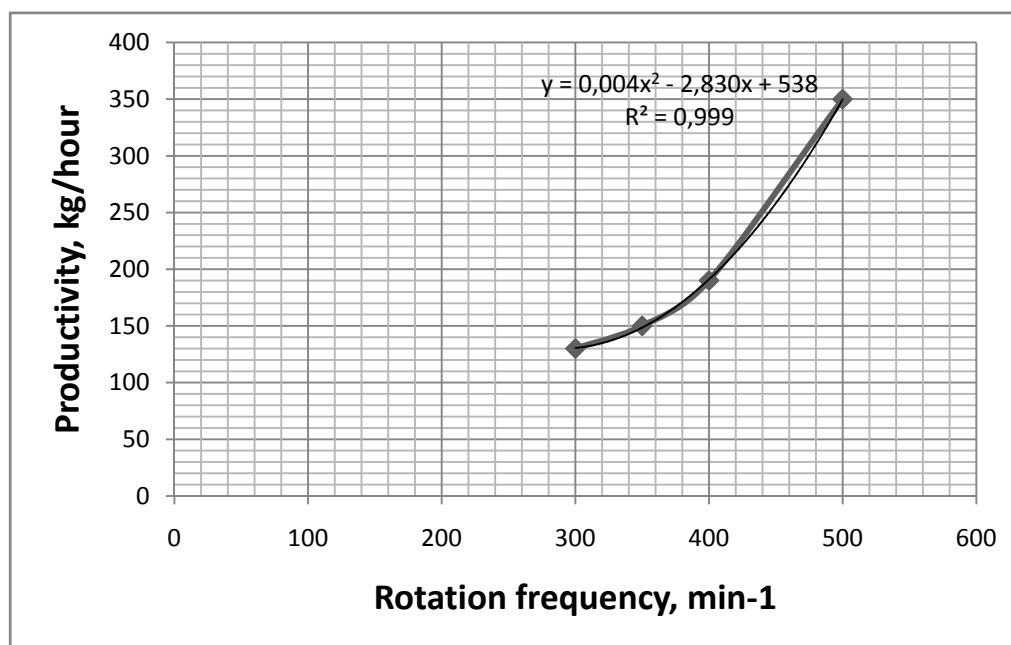


Рисунок 5 – График зависимости производительности от частоты вращения вала

На рисунке 5 показан график зависимости – 3 точки, получено уравнение регрессии, квадратическая функция зависимости производительности от частоты вращения:

$$Y = 0,0049 * x^2 - 2,8309 * x + 538$$

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,9999$

Из испытаний на долговечность стало видно, что наиболее слабыми местами мельницы является вилка и особенно палец и паз в который он входит, которые подвержены быстрому износу. Эти элементы необходимо изготавливать из высокопрочных сталей и обеспечить хорошую смазку.

Испытания мельниц показали их экономичность в потреблении энергии, но выявили недостатки, основной из них недостаточную долговечность отдельных узлов, необходимость в системе смазки.

На рисунках 6, 7, 8 показан сборочный чертеж исправленной мельницы. В конструкции значительно усилен узел кулисы, установлены автономные масленки, усилена рама и т.д. Значительно усилена кулиса в месте сопряжения с вкладышами установлены закаленные стальные пластины с высокой твердостью. В помольные камеры закладывается 4 помольных тела, причем они имеют разную длину и на конце выполнен диаметр меньшего размера. Это ускоряет втягивание в зону помола крупных кусков сырья.

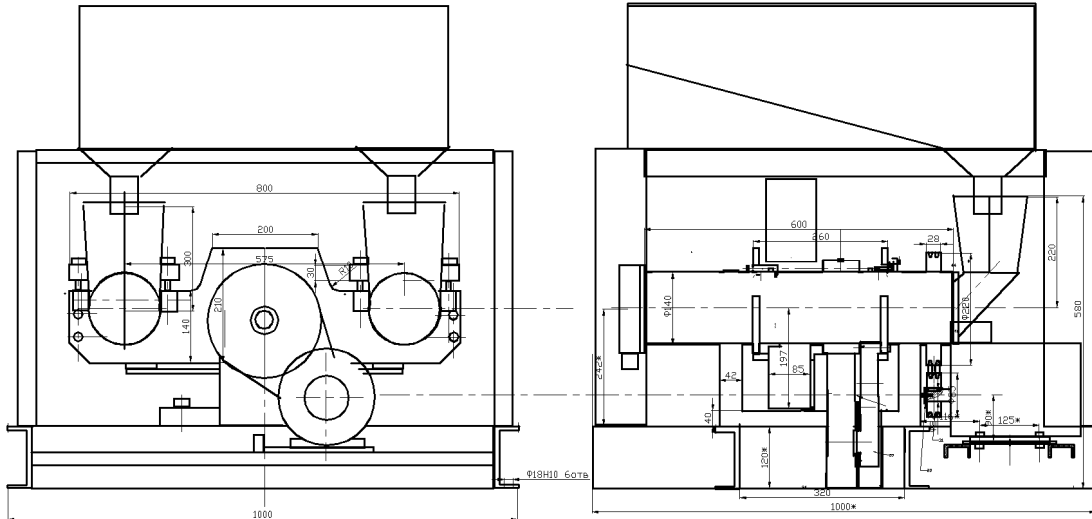


Рисунок 6- Общий вид мельницы

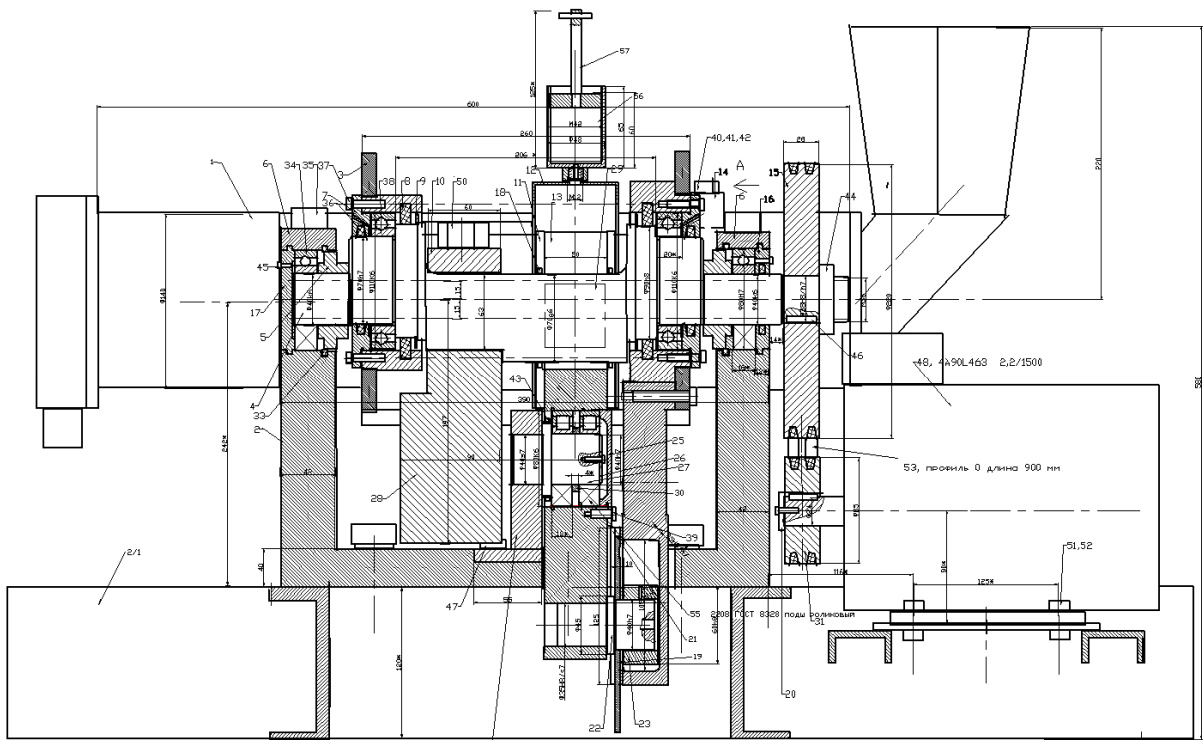


Рисунок 7 – Продольный разрез мельницы

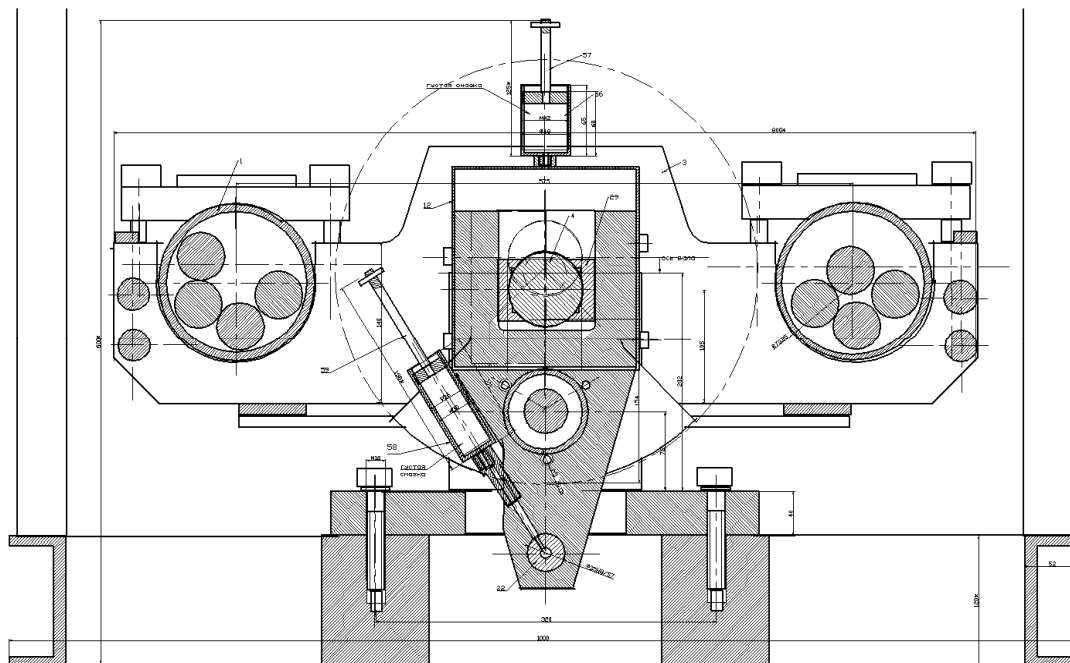


Рисунок 8 – Поперечный разрез мельницы №1

В дальнейшем авторы собираются создать мельницу без противовеса, что увеличит эффективность оборудования [10].

Выводы: предложена оригинальная конструкция центробежной мельницы на основе кулисного механизма, проведены натурные испытания двух образцов, получена удельный уровень энергетических затрат 8 кВт на тонну руды, что в два раза лучше, чем у шаровых мельниц.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ГОСТ 10141-91 «Мельницы стержневые и шаровые» Общие технические требования.
- [2] Андреев С. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых . - М.: Недра, 1966.-395 с.
- [3] Богданов В. С. Шаровые барабанные мельницы. - Белгород, 2002. - 258 с.
- [4] Применение центробежно-ударных мельниц «МЦ» при помоле цемента Электронный ресурс. / В. Н. Кушка, А. В. Артамонов, М. С. Гаркави, Е. А. Ашуркова, Е.Е. Бундина.
Режим доступа: <http://www.uralomega.ru/infonews/articles/cemmill>
- [5] Аскарлов Е.С. Центробежно-гирационные мельницы - особенности конструкции и расчет // М. Вестник машиностроения - М.: - 2008. - № 2. - С.86-88.
- [6] Аскарлов Е. С. Патент РК 26229. Центробежная мельница без противовеса, МПК В02С17/08, б. № 10 от 15.10.2012.
- [7] Аринова Д.Б. Аскарлов Е.С. Жанкелди. А.Ж. Конструкция центробежно – гирационной мельницы с низким потреблением электроэнергии//Машины.Технология. Материалы. Болгария – 2017. - №5. – С. 374-376.
- [8] Аскарлов Е.С. Бертаев К.С. Азимбеков М.К. Утельбаев О.Б. Центробежно- гирационные мельницы с низкими энергозатратами// Промышленность Казахстана. - 2006. - № 4, - С. 81-86.
- [9] Askarov E.S. Centrifugal-gyrational mill with a coulisse drive mechanism // Allerton press. Russian engineering research (USA). – 2003. - № 9. - P.53-56.
- [10] Askarov E.S. Centrifugal-gyrational mill with no countweight // Allerton press. Russian engineering research (USA), № 3, 2013, p.150-151
- [11] Патент РК 6175, МПК В02С17/08 Центробежно-кулисная одновальная мельница.// Аскарлов Е.С., бюл. № 6, 15.06.2001.

Д.Б. Аринова¹, Е.С. Аскарров¹, Г. Попов²

¹ Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті,
"Стандарттау, сертификаттау және машина жасау технологиясы" кафедрасы Алматы, Қазақстан;

²София техникалық университеті, София, Болгария.

КУЛИСТІ ТИПТІ ЦЕНТРДЕН ТЕКПІШ – ГИРАЦИОНДЫ ДИРМЕННІҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ СЫНАУ

Аннотация. Жыл сайын әлемде миллиардтаған тонна шикізат уату арқылы өнделеді. Бұл процесс энергияны көп қажет етеді. Тау – кен өңдеу өндіріс алаңдарында көбінесе шарлы типті диірмендер қолданылады. Оларды пайдаланудың тарихы 200 жылдам астам уақытты құрайды.

Қазіргі таңда бұл жағдай күрт өзгеріс алды, себебі энергияның үнемді пайдалануы диірменнің жұмыс істеу қабылетінің негізгі көрсеткіштерінің бірі болып саналады. Өйткені, энергия көзі қымбаттады, экологиялық ахуалдар пайда болды, сонымен қатар рудадағы пайдалы қазбалардың мөлшері азайды. Сол себепті энергияны үнемдейтін диірменді ойлап табу актуалды сурақтардың бірі болып табылады.

Центрленген - гирационды диірмен әртүрлі минералды шикізат көзін уатуға арналған диірмен. Бұл типті диірмендер бұрыннан белгілі және жұмыс істеу барысында жақсы нәтижелер көрсетті. Диірменнің негізгі ерекшелігі электркуатын тиімді пайдалану болып саналады.

Жазылған жұмыста кулисті механизм негізі болатын центрленген - гирационды диірменнің конструкциясы зерттелген. Бұл диірменнің анық біраз артықшылықтары бар: конструкцияның оңайлауы, жоғары динамикалық тұрақтылығы, энергия көзін екі есе аз пайдалануы және т.б.

Ең алғаш рет тәжірибелерді «Пайдалы қазбаларды байыту Ғылыми – зерттеу институтының» полигонында жүргізілген. Ол Қазақстан Республикасының минералды ресурстарын өндейтін ұлттық центріне енеді. Диірменнің жұмыс істеу принципі зерттеліп, цилиндрлі ұнтақтағыш камералардың параллельді жазықтық арқылы қозғалыс жасап, камералардың сыртқы диаметрі бойынша кривошиптің ұзындығына сәйкес қозғалады. Центрден тепкіш күштің мәні, салмақсыз динамикалық күштер мен моменттер, сонымен қатар күштік анализ жасалған.

Ұсынылып отырған диірменді зерттеу нәтижесінде өнімділіктің үлестік көрсеткіші бір тонна өнімге 140 кг/кВт немесе 8 кВт құрайды. Осы көрсеткіштің арқасында зерттеліп отырған диірмен шарлы диірменнен 2 есе артық. Бұл сұлбада механизмдердің теориялық теңдесуі алынған. Елеулі конструктивті жетістіктер бар: бір кривошипті білік, тісті дөңгелектерді қолдануды талап етпейді, артық байланыс жоқ.

Металл сыйымдылық дәрежесі төмен. Мысалға, өнімділігі 10 т/сағ болатын шарлы диірменнің салмағы 30 тонна болса, ал ұсынылып отырған диірмен дәл осындай өнімділікте 8 – 10 тонна салмаққа болады. Сонымен қатар центрленген – гирационды диірмен конструкциясы бойынша да аса күрделі есем. Осы жағдайларды ескере отырып диірменнің өзқұндылығының арзан болуын айтуға болады, мысалы, шарлы диірменмен салыстырғанда 3 есеге, қазіргі таңда қолданылып жатқан центрленген диірмендермен салыстырғанда 1,5 есеге төмен. Сонымен қатар диірменді жөндеу, жөндеуге жарамдылық жұмыстары қиындықсыз жүргізіледі.

Жасалынған жұмыстардың нәтижелері тау – кен орындар мен байыту фабрикаларында кеңінен қолдануы ықтимал.

Нәтижелердің ғылыми жаңалығы центрленген – гирационды диірменнің конструкциясын зерттеп, диірменде өтетін процестерді, яғни ұнтақтау, энергосыйымдылықты, металлсыйымдылықты және диірменнің өнімділігін оңтайлы процестер қатарына енгізу.

Эксперименталды және есептеу, сонымен қатар рационалды конструктивті және технологиялық параметрлер негізінде, диірменнің металсыйымдылық көрсеткіші жоғары емес екендігі сипатталып, диірменнің өзқұндылығының арзан болуын айтуға болады, мысалы, шарлы диірменмен салыстырғанда 3 есеге, қазіргі таңда қолданылып жатқан центрленген диірмендермен салыстырғанда 1,5 есеге төмен. Сонымен қатар диірменді жөндеуге жарамдылық жұмыстары қиындықсыз жүргізіледі. Ең негізгі көрсеткіші болып - бұл энергияны ұтымды пайдалану көрсеткіші басты рөл атқарады.

Түйін сөздер: минералдық ресурстар, энергия тұтынуы, металсыйымдылық центрленген - гирационды, ұсақтау, диірмен, конструкциясы, өнімділік.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 72 – 79

A.O. Torskiy¹, A.A. Volnenko¹, A.A. Abzhapbarov¹, A.E. Levdanskiy²

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

²Belorussian State Technological University, Minsk, Belarus

e.mail: nii_mm@mail.ru

HYDRODYNAMICS OF A SWIRLING FLOW IN THE CYCLONE-VORTEX APPARATUS

Abstract. Despite the wide spreading of apparatuses, using the centrifugal force, the process of heterogeneous systems' separation, occurring in them, is not sufficiently studied because of the difficulty in taking into accounting all parameters, influencing on it.

In view of the fact that the dusty gas stream enters the cyclone through the branch pipe located tangentially to the cylindrical dust collection chamber, passes circumferentially around the exhaust pipe and moves spirally down the wall of the cone and then up, the resulting centrifugal force is influencing on solid particles, causing them to cling to the inner wall of the housing and then, under the influence of gravity, to slide to the outlet branch pipe.

To calculate the cyclones, there was offered a large number of models describing the processes of flow motion and gas-solid separation system. Many researchers accept as a separating boundary the imaginary vertical cylindrical surface, corresponding to the radius of the inner tube for gas outflow from the apparatus. Others, to calculate the hydraulic resistance, use the medium cylindrical surface with a radius of $\sqrt{r_1 r_2}$ and height h , assuming that there occurs an abrupt flow rate change on it. On both sides of this surface the potential flow is prevailing. As a result, there have been derived the equations for calculation of local resistance coefficients for input and output in the cyclone and those of total resistance.

Some researchers propose to calculate the hydraulic resistance of the cyclone via the inlet gas velocity. To calculate the cyclone hydraulic resistance, we have suggested the equation, taking into account the resistance of the inlet zone, vortex zone and output zone. The results of calculation according to the proposed equation correlate well with the data of other researchers.

Keywords: cyclone, tangential branch pipe, centrifugal force, solid particles, gas velocity, resistance coefficient, hydraulic resistance.

УДК 66.02.071.7

A.O. Торский¹, A.A. Волненко¹, A.A. Абжапбаров¹, A.Э. Левданский²

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

²Белорусский государственный технологический университет, г.Минск, Беларусь

ГИДРОДИНАМИКА ЗАКРУЧЕННОГО ПОТОКА В АППАРАТЕ ЦИКЛОННО-ВИХРЕВОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. Несмотря на широкое распространение аппаратов, использующих центробежную силу, протекающий в них процесс разделения неоднородных систем недостаточно изучен из-за сложности учета всех действующих на него параметров.

В виду того, что запыленный газовый поток входит в циклон через патрубок, расположенный тангенциально к цилиндрической пылесадительной камере, проходит по окружности вокруг выхлопной трубы и движется спирально вниз по стенке конуса и затем вверх, возникающая при этом центробежная сила воздействует на твердые частицы, заставляя их прижиматься к внутренней стенке корпуса, которые затем, под действием силы тяжести, сползают к выпускному патрубку.

Для расчета циклонов предложено большое число моделей, описывающих процессы движения потока и разделения системы газ-твердое вещество. Многие исследователи принимают в качестве границы разделения воображаемую вертикальную цилиндрическую поверхность соответствующую радиусу внутренней трубы для выхода газа из аппарата. Другие для расчета гидравлического сопротивления используют среднюю цилиндрическую поверхность радиусом $\sqrt{r_1 r_2}$ и высотой h , предполагая, что на ней происходит скачкообразное изменение скорости потока. По обе стороны этой поверхности преобладает потенциальное течение. В результате получены уравнения для расчета коэффициентов местных сопротивлений для входа и выхода в циклоне и общего сопротивления.

Часть исследователей предлагает рассчитывать гидравлическое сопротивление циклона по скорости газа на входе. Нами для расчета гидравлического сопротивления циклона предложено уравнение, учитывающее сопротивление зоны входа, вихревой зоны и зоны выхода. Результаты расчета по предложенному уравнению хорошо коррелируются с данными других исследователей.

Ключевые слова: циклон, тангенциальный патрубок, центробежная сила, твердые частицы, скорость газа, коэффициент сопротивления, гидравлическое сопротивление

Введение. Известно, что применение центробежной силы позволяет существенно увеличить пределы разделения неоднородных пылегазовых систем [1,2-5]. Однако, несмотря на широкое распространение аппаратов, использующих центробежную силу [6-13], протекающий в них процесс разделения неоднородных систем недостаточно изучен из-за сложности учета всех действующих на него параметров.

В основе процесса центробежного разделения рассматривается следующая физическая модель [1]. Запыленный газовый поток входит в циклон через патрубок, расположенный тангенциально к цилиндрической пылеосадительной камере, проходит по окружности вокруг выхлопной трубы и движется спирально вниз по стенке конуса и затем вверх, в выхлопную трубу. Диаметр восходящего по спирали потока почти равен диаметру выхлопной трубы. Поток газа на входе в циклон движется с ускорением в кольцевом пространстве между стенками корпуса циклона и выхлопной трубы. Кинетическая энергия кольцевого потока диссипируется в результате обмена количества движения с обратными потоками, возникающими на границах застойных зон.

Гидравлическое сопротивление аппарата, а также расход энергии на разделение заданного объемного расхода пылегазовой смеси тесно связаны с геометрическими размерами циклона.

Установить связь между оптимальными геометрическими размерами циклона, его производительностью, расходом энергии и разделительной способностью возможно только приближенно, с использованием эмпирических данных. Для расчета циклонов предложено большое число моделей [14], описывающих процессы движения потока и разделения системы газ-твердое вещество. Распределение потоков в циклоне (особенно в его конической части) до сих пор не изучено в достаточной степени.

Методы исследований

Для проведения исследований использованы метод непосредственного измерения гидравлического сопротивления чашечным манометром и микроманометром, а также численные методы с применением ЭВМ.

Результаты исследований

Экспериментально установлено, что путь газового потока внутри циклона соответствует форме спирали Архимеда. Это особенно важно знать для правильного расположения выходного патрубка для пыли [1,15,16].

Гидравлическое сопротивление меняется внутри аппарата в зависимости от распределения скоростей и поэтому приближенно может быть рассчитано в предположении определенной формы границы разделения системы газ (жидкость) – твердое. Многие исследователи принимают в качестве границы разделения воображаемую вертикальную цилиндрическую поверхность радиусом r_1 (равным радиусу внутренней трубы для выхода газа из аппарата). В последнее время [1] для расчета гидравлического сопротивления использует среднюю цилиндрическую поверхность радиусом $\sqrt{r_1 r_2}$ и высотой h , предполагая, что на ней происходит скачкообразное изменение скорости потока. По обе стороны этой поверхности преобладает потенциальное течение.

Изменение давления на входе в циклон может быть выражено моментом количества движения M_a на наружной стороне (r_2) сепарационного пространства (следует учитывать поправку на то, что количество движения в сечении входного патрубка $M_{вх}$ будет несколько отличаться от M_a). Количество движения на цилиндрической поверхности радиусом r_1 выражается разностью

$$M_{вх} = M_a - M_{ср} \quad (1)$$

Причем

$$M_{ср} = \lambda \cdot 2\pi r_1 r_2 h \frac{\rho_c}{2} w_i w_a \quad (2)$$

В качестве коэффициента трения λ в первом приближении можно принять величину λ_{cm} , определяемую в условиях существования турбулентного пограничного слоя на внешней стенке циклона при постоянном давлении [17]:

$$\lambda_{cm} = 0,074 Re_{cm}^{-0,2} \quad (3)$$

где

$$Re = \omega_a \cdot 2\pi r_2 / v_c, \text{ причем } 5 \cdot 10^5 < Re_{cm} < 10^7$$

С учетом этих зависимостей могут быть получены уравнения для расчета коэффициентов местных сопротивлений для входа и выхода в циклоне. Для входной трубы [1]:

$$\xi_{вх} = \frac{\Delta p_{вх}}{\rho_c v^2 / 2} = \frac{r_1}{r_2} \left(\frac{w_i}{v_i} \right)^2 \left[\frac{1}{\left(1 - \frac{w_i}{v_i} \cdot \frac{h}{r_1} \lambda \right)^2} - 1 \right] \quad (4)$$

Для выходной трубы:

$$\xi_{вых} = \frac{\Delta p_{вых}}{\rho v^2 / 2} = K \left(\frac{w_i}{v_i} \right)^{4/3} + \left(\frac{w_i}{v_i} \right)^2 \quad (5)$$

По опытным данным [1] константа $K=4,4$. Соотношение скоростей на входе в аппарат и на выходе из него может быть рассчитано в зависимости от соотношения площадей сечения входного патрубка и выходной трубы:

$$\frac{w_i}{v_i} = \frac{1}{\frac{F_{вх}}{F_{вых}} \cdot \frac{r_1}{r_2} \alpha + \frac{h}{r_1} \lambda} \quad (6)$$

где α – поправочный коэффициент, учитывающий отношение моментов количеств движения $M_{вх}/M_a$:

$$\alpha = \frac{M_{вх}}{M_a} = \frac{v_{вх} r_{вх}}{w_a r_2} \quad (7)$$

Общее гидравлическое сопротивление циклона рассчитывается суммарно как [1]:

$$\Delta P_y = \Delta P_{вх} + \Delta P_{вых} \quad (8)$$

или

$$\Delta P_y = \xi \frac{\rho_c w_0^2}{2}, \quad (9)$$

где $\xi = \xi_{вх} + \xi_{вых}$

По методике ЛИОТ [18] гидравлическое сопротивление циклонов различных типов рассчитывается по условной (фиктивной) скорости газового потока в горизонтальном сечении цилиндрической части пустого аппарата как

$$\Delta P_y = \xi_0 \frac{\rho w_0^2}{2} \quad (10)$$

или по скорости во входном патрубке как

$$\Delta P_y = \xi_{вх} \frac{\rho w_{вх}^2}{2} \quad (11)$$

Для уменьшения гидравлического сопротивления циклонов НИИОГАЗ на выхлопной трубе ставятся улитка или кольцевой диффузор, снижающие $\Delta P_{\text{г}}$ в среднем на 10 % [1].

Коэффициенты гидравлических сопротивлений ξ_{ex} и ξ_0 приведены в [1] (ЦН-11 $\xi_{\text{ex}} = 6,1$, $\xi_0 = 150$; ЦН-15 $\xi_{\text{ex}} = 7,6$, $\xi_0 = 160$; ЦН-24 $\xi_{\text{ex}} = 10,9$, $\xi_0 = 80$).

Следует учесть, что гидравлическое сопротивление циклона в значительной степени зависит от запыленности газа, причем коэффициенты гидравлического сопротивления ξ в запыленном потоке газа изменяются в среднем от 2 до 20% в зависимости от концентрации пыли [1]. По опытным данным присутствие пыли в газе в количествах, превышающих 1 г/м^3 , вызывает неоднородность процесса разделения системы г-г, образование вторичных циркуляционных потоков, отрыв пограничного слоя и замедление окружной скорости газа. При концентрациях $> 10 \text{ г/м}^3$ влиянием запыленности на гидравлическое сопротивление пренебрегать нельзя.

Согласно [19], при осаждении частиц в условиях, соответствующих закону Стокса, теоретическую скорость осаждения в м/с подсчитывают по формуле:

$$w_0 = \frac{d^2 (\rho_1 - \rho_2) w_z^2}{9 v_2 \rho_2 D} \quad (12)$$

здесь w_2 – окружная скорость газа в циклоне, принимаемая равной 12 – 14 м/с; D – диаметр циклона в м.

Диаметром циклона следует предварительно задаваться, а затем проверять его последующим расчетом. Для предварительного выбора диаметра центробежного пылеосадителя можно руководствоваться данными [19,20], в которых приведены ориентировочные соотношения основных размеров центробежных пылеосадителей и ширины входного патрубка b или диаметра циклона D.

Площадь сечения входного патрубка в м^2

$$f = bh = \frac{V_{\text{сек}}}{w_{\text{ex}}}, \quad (13)$$

где $V_{\text{сек}}$ – действительный секундный объем газа, поступающего в циклон при заданного температуре, в $\text{м}^3/\text{с}$; $w_{\text{ex}} \approx 20 \text{ м/с}$ – скорость газа во входном патрубке циклона.

Правильность применения формулы (12) проверяют по уравнению

$$Re = \frac{w_0}{v_2} \leq 0,2 \quad (14)$$

При $Re > 0,2$ теоретическую скорость осаждения подсчитывают следующим образом.

Определив по уравнению критерий Архимеда,

$$Ar = \frac{g \cdot d^3}{v_2^2} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_2} \quad (15)$$

находят фактор разделения:

$$\Phi_p = \frac{w_z^2}{gR} = \frac{2w_z^2}{gD} \quad (16)$$

Критерий Рейбольдса следует подсчитывать по формулам:

при $Ar\Phi_p < 84000$

$$Re = \left(\frac{Ar\Phi_p}{13,9} \right)^{1/1,4}; \quad (17)$$

при $Ar\Phi_p > 84000$

$$Re = 1,71 \sqrt{Ar\Phi_p} \quad (18)$$

По найденным значением критерия Re определяют теоретическую скорость осаждения.

Исходя из заданной производительности циклона, находят внутренний диаметр выхлопной трубы по уравнению

$$d_m = 1,13 \sqrt{\frac{V_{сек}}{w_m}}, \quad (19)$$

где w_m – скорость газа в выхлопной трубе в м/с (в практических расчетах) w_m принимают равной 4-8 м/с).

Наружной диаметр выхлопной трубы

$$D_1 = d_m + 2\delta; \quad (20)$$

здесь δ – толщина стенки выхлопной трубы.

Правильность выбранного значения диаметра циклона проверяют по формуле

$$D = \frac{D_1}{1 - 10 \frac{w_{oc}}{w_z}}. \quad (21)$$

Высота цилиндрической части центробежнопылеосадителя

$$h_1 = \frac{2V_{сек}}{(D - D_1)w_z}. \quad (22)$$

Высоту h_2 конусной части циклона можно определить по данным, приведенным в [19,20]. Надежный вывод из циклона улавливаемых частиц обеспечивается при значении угла при вершине конуса 30-40°.

Гидравлическое сопротивление циклона рассчитывают по формуле:

$$\Delta P_{\zeta} = \xi_{\zeta} \frac{w_{\zeta}^2 \rho_z}{2}, \quad (23)$$

где ξ_{ζ} – коэффициент сопротивления, зависящий от конструкции циклона (для циклонов конструкции ЦККБ $\xi_{\zeta} = 2,5$, для циклонов ВТИ $\xi_{\zeta} \approx 6$, для циклонов НИИОГАЗа $\xi_{\zeta} \approx 7$ [19]).

Как видно из формулы (12), скорость осаждения частиц в центробежных пылеосадителях можно повысить увеличением скорости газового потока w_z или уменьшением радиуса вращения R. Первый путь неэффективен, так как вызывает резкое возрастание гидравлического сопротивления аппарата, увеличение турбулентности газового потока и, в конечном итоге, снижение коэффициента полезного действия. Второй путь привел к созданию конструкций батарейных циклонов.

В работе [20] для расчета потери давления в циклоне предложено уравнение:

$$\Delta p = \xi \frac{pw^2}{2}. \quad (24)$$

По заданной производительности вычисляют действительную скорость газа в циклоне, при этом скорость газа в циклоне не должна отклоняться от оптимальной более чем на 15%.

По приведенным в работе таблицам принимают коэффициент гидравлического сопротивления, соответствующий заданному типу циклона. Для циклонов НИИОГаз (одиночных или групп) вводят уточняющие поправки по формуле

$$\xi = K_1 K_2 \xi_{\zeta 500} + K_3, \quad (25)$$

где $\xi_{4500}^{c.n}$ - коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона диаметром 500 мм. Индекс «с» означает, что циклон работает в гидравлической сети, а «п» - без сети, т.е. прямо на выхлоп в атмосферу; K_1 – поправочный коэффициент на диаметр циклона; K_2 – поправочный коэффициент на запыленность газа; K_3 – коэффициент, учитывающий дополнительные потери давления, связанные с компоновкой циклонов в группу.

Нами для расчета гидравлического сопротивления циклона предложено уравнение:

$$\Delta P_{\text{ц}} = \Delta P_{\text{вх}} + \Delta P_{\text{в.з.}} + \Delta P_{\text{вых}}, \quad (26)$$

где $\Delta P_{\text{вх}}$ – гидравлическое сопротивление зоны входа, Па; $\Delta P_{\text{в.з.}}$ – гидравлическое сопротивление вихревой зоны, Па; $\Delta P_{\text{вых}}$ - гидравлическое сопротивление зоны выхода, Па.

Гидравлическое сопротивление зоны входа:

$$\Delta P_{\text{вх}} = \xi_{\text{вх}} \frac{w_{\text{вх}}^2 \rho_{\text{г}}}{2}, \quad (27)$$

где $\xi_{\text{вх}} = 3,32$ – коэффициент сопротивления на входе в аппарат.

Гидравлическое сопротивление вихревой зоны:

$$\Delta P_{\text{в.з.}} = \xi_{\text{в.з.}} \frac{w_{\text{в.з.}}^2 \rho_{\text{г}}}{2}, \quad (28)$$

где $\xi_{\text{в.з.}} = 4,1$ – коэффициент сопротивления вихревой зоны; $w_{\text{в.з.}}$ – скорость газа в вихревой зоне, м/с.

Гидравлическое сопротивление зоны выхода:

$$\Delta P_{\text{вых}} = \xi_{\text{вых}} \frac{w_{\text{вых}}^2 \rho_{\text{г}}}{2}, \quad (29)$$

где $\xi_{\text{вых}} = 5,7$ – коэффициент сопротивления на выходе из аппарата.

На рисунке 1 представлены результаты вычислений гидравлического сопротивления циклона по уравнениям, представленным различными авторами.

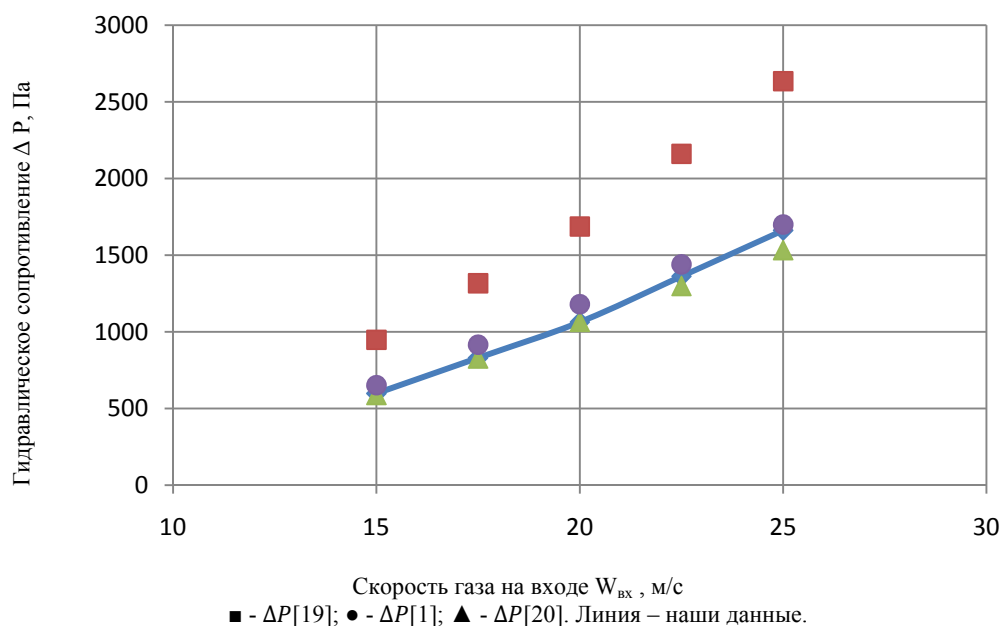


Рисунок 1 – Гидравлическое сопротивление циклона ΔP в зависимости от скорости газового потока на входе $w_{\text{вх}}$.

Как видно из рисунка, гидравлическое сопротивление циклона в зависимости от скорости газового потока на входе аппарат растет. Это очевидно, так как с увеличением скорости растут затраты на преодоление местных сопротивлений и создания закрученного потока. Расчеты по уравнениям, предложенным в работах [1,20] и наши данные имеют близкие значения, тогда как данные [19] несколько завышены.

Выводы. Рассмотрена модель центробежного разделения запыленного газового потока.

Дан анализ различным подходам к определению гидравлического сопротивления циклона.

Исходя из проведенного анализа, предложено уравнение, учитывающее сопротивление зоны входа, вихревой зоны и зоны выхода, хорошо коррелирующееся с данными других исследователей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии. Л.: Химия, 1974. – 288с.
- [2] Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: Справ.изд. /Алиев Г.М.-А. М.: Metallургия, 1986. – 544с.
- [3] Очистка промышленных газов от пыли / В.Н.Ужов, А.Ю.Вальдберг, Б.И.Мягков, И.К.Решидов. – М.: Химия, 1981. – 390с.
- [4] Лукин В.Д., Курочкина М.И. Очистка вентиляционных выбросов в химической промышленности. - Л.: Химия, 1980. – 232с.
- [5] Карпов С.В., Сабуров Э.Н. Влияние основных геометрических параметров на аэродинамическую эффективность циклонных аппаратов // Теор. осн. хим. технол. – 1990. – т.24. - № 5. – С.651 – 660.
- [6] Коузов П.А., Мельников С.И. Расчет эффективности пылеулавливания в циклонах с водяной пленкой // Тр. ин-тов охраны труда. 1972. – вып. 77 – С. 6 – 12.
- [7] Пречистенский С.А. Центрифугирование аэрозолей в ЦРП. – М.: Атомиздат, 1960. – 190с.
- [8] Очистка газов в химической промышленности. Процессы и аппараты /О.С.Балабеков, Л.Ш.Балтабаев – М.: Химия, 1991 – 256с.
- [9] Волненко А.А. Конструирование двухступенчатых вихревых аппаратов для проведения процессов пылеулавливания. // Наука и образование Южного Казахстана. - 1997. – № 7. – С.200 – 202.
- [10] Волненко А.А. Очистка газов в двухступенчатых аппаратах вихревого типа //Проблемы развития предприятий ос-новой и горной химии: Сб. науч. Трудов АО "КазНИИХимпроект".-Шымкент, 1996. - С.228-230.
- [11] Вальдберг А.Ю., Ковалевский Ю.В., Лебедюк Г.К. Мокрые пылеуловители ударно-инерционного, центробежного и форсуночного действия. – М.: ЦИНТИХимнефтемаш, 1981. – 38с.
- [12] Потапов О.П., Кропп Л.Д. Батарейные циклоны. М.: Энергия, 1977. – 152 с.
- [13] Кропп Л.Д., Бронштейн А.Ш. Эксплуатация батарейных циклонов. М.: Энергия, 1964. – 152 с.
- [14] Гордон Г.М., Пейсахов И.Л. Пылеулавливание и очистка газов. – М.-Л.: Metallургия, 1968. – 499с.
- [15] Коузов П.А. Сравнительная оценка циклонов различных типов. – В кн.: Обеспыливание в металлургии. М.: Metallургия, 1971. – С.185-196.
- [16] Газоочистное оборудование. Циклоны. М.: Цинтихимнефтемаш, 1977. – 24 с.
- [17] Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. Пер. с англ. М.: Наука, 1969. – 741с.
- [18] Коузов П.А., Иофинов Г.А. Испытание обеспыливающих вентиляционных установок. – Л.: ВНИИОТ, 1971. – 165с.
- [19] Машины и аппараты химических производств. Под ред. И.И. Чернобыльского. М.: Машиностроение, 1975. – 454с.
- [20] Биргер М.И., Вальдберг А.Ю., Мягков Б.И. Справочник по пыле- и золоулавливанию // Под общ.ред. А.А. Русанова. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312с.

А.О. Торский¹, А.А. Волненко¹, А.А. Абжапбаров¹, А.Э. Левданский²

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

² Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск, Беларусь

ГИДРОДИНАМИКА ЗАКРУЧЕННОГО ПОТОКА В АППАРАТЕ ЦИКЛОННО-ВИХРЕВОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. Ортадан тепкіш күшті қолданатын аппараттардың кең таралғанына қарамастан, оларда өтетін біркелік емес жүйелерді бөлу процесі оларға әсер ететін барлық параметрлерді ескерудің күрделілігіне байланысты жеткіліксіз зерттелген.

Шаңдалған газ ағыны циклонға цилиндрлі шаңтұндырғыш камерасына тангенциалды орналасқан келте құбыр арқылы кіретіндіктен газ шығаратын түтікше айналасында шеңбер бойымен өтіп конус қабырғасы бойымен спиральды түрде төмен қарай қозғалады да және содан соң жоғары қарай қозғалады, бұл ретте пайда болатын ортадан тепкіш күш қатты бөлшектерді қаңқаның ішкі қабырғасына жабысуына мәжбүрлей отырып әсер етеді, олар кейін ауырлық күші әсерімен шығарушы келте құбырға сырғып түседі.

Циклондарды есептеу үшін газ-қатты заттар жүйесін бөлу мен ағындар қозғалысы процесстерін сипаттайтын көптеген модельдер ұсынылды. Көптеген зерттеушілер бөлу шекарасы ретінде аппараттан газды шығаруға арналған ішкі құбыр радиусына сәйкес келетін елестетілген тік цилиндрлі бетті қабылдайды. Өзгелер гидравликалық кедергіні есептеу үшін h биіктігімен және радиусы $\sqrt{r_1 r_2}$ орташа цилиндрлі бетті, онда ағын жылдамдығының секірмелі өзгерісі болады деп ойлап, пайдаланады. Бұл беттің екі жағы да потенциалды ағысқа ие болады. Нәтижесінде жалпы кедергі мен циклонға кіру және шығуға арналған жергілікті кедергілер коэффициенттерін есептеуге арналған теңдеу алынды.

Зерттеушілердің бір бөлігі шығу жақтағы газ жылдамдығы бойынша циклонның гидравликалық кедергісін есептеуді ұсынады. Біз циклонның гидравликалық кедергісін есептеу үшін кіріс аймағының, құйынды аймағының және шығыс аймағының кедергілерін ескеретін теңдеу ұсынып отырмыз. Ұсынылып отырған теңдеу бойынша есептеу нәтижелері өзге зерттеушілердің мәндерімен жақсы үйлеседі.

Түйін сөздер: циклон, тангенциалдыкелте құбыр, ортадан тепкіш күш, қатты бөлшектер, газ жылдамдығы, кедергі коэффициенті, гидравликалық кедергі.

Сведения об авторах:

Торский Андрей Олегович – PhD докторант 1-го года обучения специальности 6D072400 - «Технологические машины и оборудование», кафедра «Технологические машины и оборудование», Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, e-mail: nii_mm@mail.ru;

Волненко Александр Анатольевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование», Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, e-mail: nii_mm@mail.ru;

Абжапбаров Абай Акилбекович – магистр, преподаватель кафедры «Технологические машины и оборудование», Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, e-mail: nii_mm@mail.ru;

Левданский Александр Эдуардович – доктор технических наук, доцент кафедры «Процессы и аппараты химических производств», Белорусского государственного технологического университета, e-mail: alex_levdansky@belstu.by

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 80 – 84

S.A.Dzhumadullayeva¹, A.B.Bayeshov², M.O.Altynbekova¹, B.S.Abzhalov¹

¹Khoja Akhmet Yassawi Kazakh-Turkish International University, Turkistan, Kazakhstan;

²Institute of Fuel, catalysis and electrochemistry of D.V.Sokolsky, Almaty, Kazakhstan

E-mail: sveta.jumadullayeva@ayu.edu.kz

SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF IONITES WITH ORGANIC SUBSTRATES

Abstract. In the present work, the general laws of the interaction of aromatic and heterocyclic acids with the anionite AV-17-8 have been studied by IR spectroscopy. Adsorption was studied under static conditions. The nature of the interaction was judged by the appearance of new bands, the shift of their maxima and the change in intensity on the spectrograms of fresh and spent ionite samples. IR absorption spectra of the freshly prepared anion exchanger in the OH form were obtained and after mixing it with organic acids. Based on the data on the IR spectra of the anionite AV-17-8 after adsorption of carboxylic acids, various aggregate supramolecular complexes of adsorbed molecules with active centers of the ion-exchange resin are proposed. It has been shown that the molecules with pyridine derivative substituents have the best tendency to adsorb, owing to the high degree of intramolecular resonance and the formation of anions upon adsorption on the anion exchanger. It was found that acid adsorption is carried out due to the formation of a hydrogen bond with hydroxyl groups located on the surface of the adsorbent. In the anionite spectra after the adsorption of organic acids, absorption bands corresponding to symmetric and antisymmetric valence vibrations of the carboxylate of anions were observed.

Keywords: adsorption, carboxylic acids, anion exchanger.

С.А. Джумадуллаева¹, А.Б. Баешов², М.О. Алтынбекова¹, Б.С. Абжалов¹

¹Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан;

²Институт Топлива, катализа и электрохимии имени Д.В.Сокольского, АО, Алматы, Казахстан

СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ИОНИТОВ С ОРГАНИЧЕСКИМИ СУБСТРАТАМИ

Аннотация. В настоящей работе методом ИК- спектроскопии изучены общие закономерности взаимодействия ароматических и гетероциклических кислот с анионитом АВ-17-8. Адсорбцию изучали в статических условиях. О характере взаимодействия судили по появлению новых полос, сдвигу их максимумов и изменению интенсивности на спектрограммах свежего и отработанных образцов ионита. Были получены ИК-спектры поглощения свежеприготовленного анионита в ОН- форме и после перемешивания его с органическими кислотами. На основании данных по ИК-спектрам анионита АВ-17-8 после адсорбции карбоновых кислот предложены различные агрегатные супрамолекулярные комплексы адсорбированных молекул с активными центрами ионообменной смолы. Показано, что наилучшую склонность адсорбироваться имеют молекулы с пиридинпроизводными заместителями, благодаря высокой степени внутримолекулярного резонанса и образованию анионов при адсорбции на анионите. Установлено, что адсорбция кислот осуществляется за счет образования водородной связи с гидроксильными группами, расположенными на поверхности адсорбента. В спектрах анионита после адсорбции органических кислот обнаружены полосы поглощения, соответствующие симметричным и антисимметричным валентным колебаниям карбоксилат анионов.

Ключевые слова: адсорбция, карбоновые кислоты, анионит.

Супрамолекулярная химия изучает ассоциаты двух и более частиц, удерживаемых вместе межмолекулярными силами. Можно сказать, что супермолекулы относятся к молекулам и межмолекулярным связям, как молекулы относятся к атомам и ковалентным связям [1]. С этих позиций, нам кажется, удобнее рассматривать и иониты, находящие все более широкое применение в очистке сточных вод и дымовых газов от вредных примесей. Кроме того, они все чаще используются в качестве гетерогенных катализаторов в органическом синтезе. Однако механизм межмолекулярных взаимодействий между адсорбатами и активными группами ионитов еще недостаточно изучен [2-11]. Знание законов, управляющих образованием ассоциатов, их структуры и межмолекулярных сил, удерживающих вместе различные молекулы и активные центры поверхности адсорбентов, позволит более эффективно и селективно использовать их для указанных целей.

Настоящая работа посвящена изучению адсорбции органических кислот на анионите АВ-17-8 в ОН – форме методом ИК – спектроскопии, образованию межмолекулярных агрегатных ассоциатов адсорбированных молекул с активными центрами ионита.

Экспериментальная часть

В работе использовали товарный ионит с диаметром зерен 0,3- 0,5 мм, который кондиционировали и переводили в ОН-форму по методу [12]. Статическая обменная емкость по 0.1 н раствору соляной кислоты составила 4,2 мг- экв./ г.

Адсорбция проводилась в стеклянном реакторе, снабженном обратным холодильником, мешалкой, при варьировании температуры от 25 до 75 °С в течение 1-2 часов и соотношении адсорбат : ионит : вода, равном 1: 2 : 8. После обработки ионит отфильтровывали, промывали водой, сушили на воздухе в сушильном шкафу при 30-50 °С, затем выдерживали в эксикаторе над P₂O₅ в течение суток, таблетировали с предварительно перекристаллизованным и высушенным до полного исчезновения полос KBr и снимали спектры на спектрометре Impact - 410 (США) в области 4000- 400 см⁻¹.

Результаты и их обсуждение

Нами впервые изучена адсорбция пиридинкарбоновых и ароматических кислот на анионите АВ- 17- 8 в ОН- форме. Пиридинкарбоновые кислоты и их производные входят в состав сточных вод коксохимических производств, в частности, при получении витаминов и противотуберкулезных препаратов. Поэтому изучение механизма их сорбции представляет интерес как с точки зрения охраны окружающей среды, так и улавливания ценного сырья.

В спектре свежего ионита (1) ряд полос в области 1380-1500 см⁻¹ относится к деформационным колебаниям CH₂, CH₃ групп и скелетному колебанию бензольного кольца. Широкая полоса в области 1600-1700 см⁻¹ соответствует деформационному колебанию ОН-групп воды [13-18].

Спектры никотиновой (2), изоникотиновой (3), бензойной (7) кислот и продуктов их взаимодействия с анионитом (4), (5) и (6) соответственно, приведены на рисунке. Сравнивая их между собой попарно, можно видеть, что в спектрах 4-6 отсутствуют полосы поглощения, характерные для кислот (очень сильная полоса валентного колебания С = О группы при 1700 см⁻¹ для бензойной и 1725 см⁻¹ для никотиновой и изоникотиновой кислот; около 1300 см⁻¹ – валентного колебания С – О связей; около 1400 см⁻¹ для никотиновой и изоникотиновой кислот и при 940 см⁻¹ для бензойной кислоты, относящиеся к неплоскостным деформационным колебаниям ОН-группы). Исчезло непрерывное поглощение, характерное как для кислот, так и для анионита. Резко снизилась интенсивность полосы в области деформационных колебаний воды (1600–1700 см⁻¹). В то же время появилась очень интенсивная пара полос при 1370 и 1620 см⁻¹ (1615 см⁻¹ для продукта взаимодействия бензойной кислоты). Эту пару полос следует отнести соответственно, к симметричным и антисимметричным валентным колебаниям группы – COO⁻, адсорбированной на поверхности, согласно [19,20]. Кроме того, в спектрах 4–6 появились полосы поглощения при 1560 см⁻¹ для изоникотиновой и 1575 см⁻¹ для никотиновой и бензойной кислот.

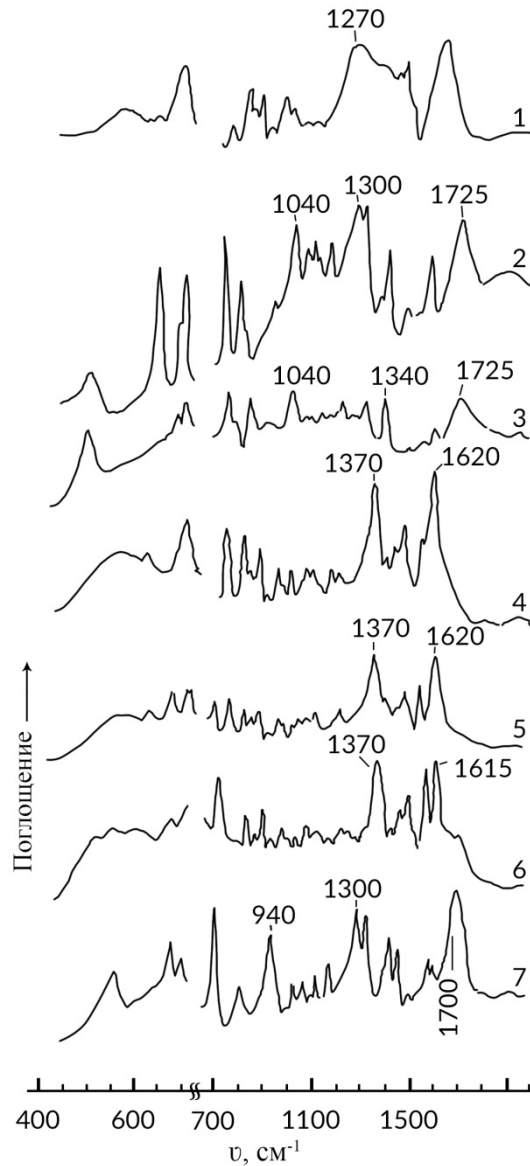
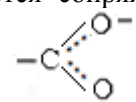
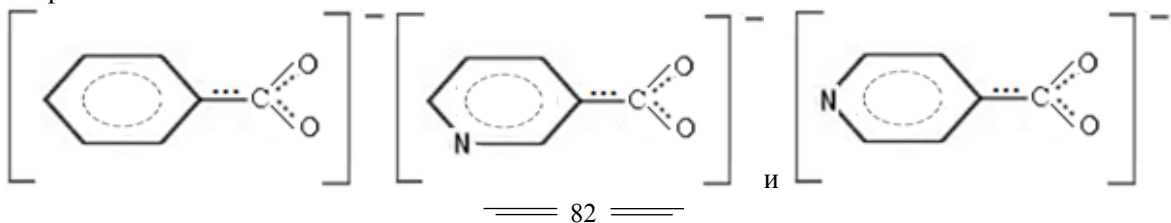


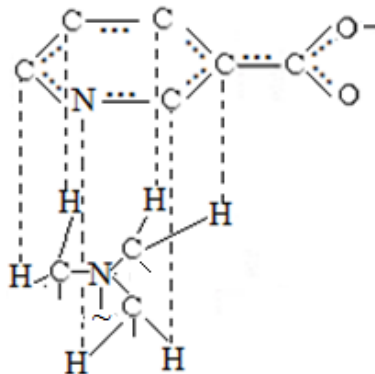
Рисунок - ИК спектры поглощения анионита АВ- 17- 8 в ОН-форме (1), никотиновой (2) , изоникотиновой (3) , бензойной (7) кислот и продуктов их взаимодействия с анионитом (4, 5, 6 соответственно)

В [21] происхождение полосы в области $1550 - 1600 \text{ см}^{-1}$ объясняется колебанием скелета кольца, а увеличение ее интенсивности – сопряжением. Что касается сопряжения, то можно согласиться с утверждением, поскольку сопряжение между группой  и бензольным и пиридиновыми кольцами должно быть сильным. Наблюдаемые изменения в спектрах продуктов взаимодействия кислот с анионитом говорят о перестройке структуры молекул: протон кислоты отрывается, нейтразуя группировки $\text{H}_{2n-1}\text{O}_n^-$ до воды.

Образовавшиеся анионы



становятся противоионами положительно заряженных фиксированных центров поверхности смолы. Отсутствие непрерывного поглощения в спектрах продуктов взаимодействия свидетельствует о том, что между молекулами воды и атомами кислорода карбоксилатных групп нет мостиковых водородных связей с переносом протона, т.е., в отличие от формиатного аниона ароматические карбоксилатные анионы не образуют карбоксилат – гидратных колец. Из этого вытекает, что отрицательный заряд на атомах кислорода карбоксилатных групп недостаточен для образования таких связей. Полученные результаты подтверждают наличие сопряжения между ароматическими кольцами и карбоксилатной группой в анионах и большой двоесвязанности С–С связи между этими группами, которая, вероятно, и ответственна за появление интенсивной полосы в области $1560 - 1600 \text{ см}^{-1}$. Наряду с этим в [19] указывается, что плоскость ароматического ядра адсорбированных молекул расположена параллельно поверхности адсорбента.



Поэтому можно предположить, что большая часть отрицательного заряда в указанных ионах находится в центре ароматического или гетероциклического ядра. Эти кольца, по – видимому, окружают фиксированный катион анионита подобно карбоксилат – гидратным кольцам, стабилизируясь за счет взаимодействий между π –электронами кольца и атомами водорода четвертичного аммония.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Lehn J. M . Supramolecular Chemistry. Concepts and Perspectives. Weinheim-New-York Basel-Cambridge-Tokyo: VCH, 1995. 271 p.
- [2] Little L. Infrared Spectra of Adsorbed Molecules. London: Academic, 1966. 180 p.
- [3] Киселев А.В., Лыгин В.И. Инфракрасные спектры поверхностных соединений и адсорбированных веществ. М.: Наука, 1972, 459 с.
- [4] Давыдов А.А. ИК спектроскопия в химии поверхности окислов. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1984, 245 с.
- [5] Парамонова, В.И., Никитина Г.Н., Акопов Г.А. Изучение сорбции ионов тяжёлых металлов методом инфракрасной спектроскопии. II. Спектры фосфорнокислых сорбентов, насыщенных ураном. // Радиохимия. – 1968. – Т.10.- №6. – С. 646-650.
- [6] Фирсова Л.А., Чувелева Э.А., Назаров К.В., Чмутов К.В., Казанцев Е.М., Леканов Л.П. Изучение механизма сорбции индия и железа (III) на фосфорнокислом катионите КФ-7. I. Исследования методом инфракрасной спектроскопии. // Журн. физ.химии. -1977. -Т.51. - № 7. - С. 1742-1745.
- [7] Чувелева Э.А., Юфрякова Н.К., Назаров П.П., Чмутов К.В. Механизм сорбции ионов металлов на комплексообразующих смолах. // Журн. физ.химии.-1972. - Т. 46, № 5. - С. 1147-1150.
- [8] Манк В.В., Гребенюк В.Д., Куриленко О.Д. Исследование чисел гидратации ионообменных смол методом ЯМР. // Докл. АН СССР. - 1972. -Т.203. - № 5. - С. 1115-1117.
- [9] Манк В.В., Куриленко О.Д. Исследование межмолекулярных взаимодействий в ионообменных смолах методом ЯМР. Киев: Науков Думка, 1976, 80 с.
- [10] Goldammer E., Conway B.E., Paskovich D.H., Reddoch A.H. Development of free radicals in sulfonated polystyrene ion-exchange resins upon drying. // J. Polymer. Sci. –1973. –V. 11. - № 11. - P. 2767-2776.
- [11] Тулупов П.Е. Стойкость ионообменных материалов. Л.: Химия. 1984, 241 с.
- [12] Полянский Н.Г. Катализ ионами. М.: Химия, 1973, 213 с.

[13] Джумакаев К.Х., Аяпбергенов К.А., Май И.И., Джумадуллаева С.А. К механизму катализа ионами. О роли полимерно - связанных аммониевых ионов // Кинетика и катализ. - 1989. - Т.30. - № 2. - С.495 - 497.

[14] Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул. М.: ИЛ, 1957, 444 с.

[15] Семушин А.М., Яковлев В.А., Иванова Е.В. Инфракрасные спектры поглощения ионообменных материалов. Л.: Химия, Ленинградское отделение, 1980, 96 с.

[16] Цундель Г. Гидратация и межмолекулярное взаимодействие. Исследование полиэлектролитов методом инфракрасной спектроскопии. М.: Мир, 1969, 310 с.

[17] Либрович Н.Б., Майоров В.Д., Савельев В.А. Ион H_5O_2^+ в колебательных спектрах водных растворов сильных кислот. // Докл. АН СССР. -1975. -Т.225. - № 6. -С. 1358-1360.

[18] Либрович Н.Б., Сакун В.П., Соколов Н.Д. Колебательный спектр гидратированного протона // Теорет. и экспер. химия. -1978. -Т.14. № 4. - С. 435-446.

[19] Химия цеолитов и катализ на цеолитах. Под ред. Дж. Рабо. М.: Мир, 1980. - Т.1. -506 с.

[20] Углянская В.А., Чикин Г.А., Селеменев В.Ф., Завьялова Т.А. Инфракрасная спектроскопия ионообменных материалов. Воронеж: Изд. ВГУ, 1989, 205 с.

[21] Dzhumadullaeva S. A., Altynbekova M. O. A Mechanism for the Hydrazinolysis of Benzoic Acid in the Presence of Ion_exchange Catalyst. // Russian Journal of Physical Chemistry A. - 2013. - V. 87. - № 11. - P. 1943-1945.

С.А. Жұмаділлаева¹, Ә.Б. Баешов², М.О. Алтынбекова¹, Б.С. Абжалов¹

¹Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан;

²Д.В.Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты, АҚ, Алматы, Қазақстан

ИОНИТТЕРДІҢ ОРГАНИКАЛЫҚ СУБСТРАТТАРМЕН СУПРАМОЛЕКУЛЯРЛЫ КОМПЛЕКСТЕРІ

Аннотация. Қарастырылып отырған жұмыста ИҚ- спектроскопия әдісімен аромтты және гетероциклді қышқылдардың АВ-17-8 анионитімен әрекеттесуінің жалпы заңдылықтары зерттелген. Адсорбцияны статикалық жағдайда жүргізеді. Әрекеттесудің сипаты жөнінде алдымен дайындалған және өңдеуден өткен ионит үлгілерінің спектрограммаларында жаңа жолақтардың пайда болуына, олардың максимумдарының ығысуына және интенсивтіліктің өзгерістеріне қарай талдайды. Аниониттің ОН-формасының және оны органикалық қышқылдармен араластырудан кейінгі ИҚ-спектрлері алынды. Анионит АВ-17-8 бетінде карбон қышқылдарының адсорбциясынан кейін алынған ИҚ-спектрлердің негізінде адсорбцияланған молекулалардың ионалмастырғыш шайырдың активті орталықтарымен түзілген әртүрлі агрегатты супрамолекулярлы комплекстері ұсынылған. Молекулаішілік резонанстың жоғары дәрежесі мен анионитте адсорбция кезінде аниондардың түзілуіне байланысты ең жақсы адсорбциялану бейімділігі пиридинді орынбасушылары бар молекулаларға тән екендігі көрсетілген. Қышқылдардың адсорбциясы адсорбент бетінде орналасқан гидроксил топтарымен сутектік байланыстар түзу есебінен жүзеге асатындығы анықталған. Органикалық қышқылдардың адсорбциясынан кейін аниониттің спектрлерінде симметриялы және антисимметриялы валенттік тербелістерге сәйкес карбоксилат аниондардың сіңіру жолақтары табылған.

Түйін сөздер: адсорбция, карбон қышқылдары, анионит.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 428 (2018), 85 – 89

A.K. Umbetova, G.O. Slan, A.T. Omarova, G.Sh. Burasheva, K.T. Abidkulova

Kazakh national university named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan

E-mail: slangulnur@gmail.com, guni_9645@mail.ru

THE STUDY OF CHEMICAL COMPOSITION OF *ATRAPHAXIS VIRGATA* FROM THE ALMATY REGION

Abstract: The qualitative composition (moisture, total ash content, extractive substance) of the *Atraphaxis virgata* plant, *Polygonaceae* family harvested in the ravine Aksay of the Almaty region was determined. Atomic-absorption spectroscopy studied the composition of macro- and microelements of the plant. The qualitative and quantitative composition of the basic biologically active substances groups was studied, as well as the basic technological parameters for obtaining the biologically active complex.

Keywords: *Atraphaxis virgata*, moisture, total ash content, extractive substance, macro- and microelements, biologically active substances.

А.К. Үмбетова, Г.О. Слан, А.Т. Омарова, Г.Ш. Бурашева, К.Т. Абидкулова

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

АЛМАТЫ Өңіріндегі *ATRAPHAXIS VIRGATA* Өсімдігінің Химиялық құрамын зерттеу

Аннотация: *Polygonaceae* тұқымдасына жататын 2016 жылы даярланған Алматы қаласы Ақсай шатқалынан жиналған *Atraphaxis virgata* өсімдігінің шынайылығы (ылғалдылық, жалпы күлділік, экстрактивті заттар) анықталды. Биологиялық белсенді заттардың негізгі сандық және сапалық құрамы белгілі болып, биологиялық белсенді кешен алу үшін негізгі технологиялық параметрлер өңделді. Атомды-абсорциялық спектроскопиялық әдісімен өсімдіктің макро- және микроэлементтерінің мөлшері анықталды.

Түйін сөздер: *Atraphaxis virgata*, ылғалдылық, күлділік, экстрактивті заттар, микро-, макроэлементтер, биологиялық белсенді заттар.

Жергілікті флора негізіндегі жаңа дәрілік препараттарды іздеуге және жетілдіруге бағытталған зерттеу жұмыстары қызығушылық тудырады. Синтетикалық дәрілік құралдарға қарағанда, фитопрепараттарда жанама әрекеттерді болмауы (немесе аз әсерлігі), адам ағзасымен биологиялық ұқсастығы, жеңілділігі, ұзақ және тұрақты әсері, өндірістің салыстырмалы қарапайымдылығы, жеткілікті жоғары сұраныс кезінде төмен құндылығы сияқты артықшылықтар тізбегінен тұрады.

Перспективті өсімдіктерді іздеу, халықтық және дәстүрлі медицинаның эмпирикалық дәлелдемелерін қолдану арқылы аз зерттелген таксондар арасынан және берілген таксондардың және олардың туыстық түрлерінің фотохимиялық зерттеулері нәтижесінде жүргізіледі.

Сонымен қатар, медицинада және өндірісте биологиялық белсенді қосылыстардың экстракттарын, жаңа шикізат көздерін табу, алу тәсілдерін жетілдіру, сақтау жағдайлары, қолданылуына бағытталған ғылыми зерттеулер өте маңызды және өзекті мәселе. Бұл мәселе бай және бірегей флорасы бар Қазақстан үшін өте маңызды. Осы орайда, *Polygonaceae* тұқымдасының *Atraphaxis* текті *Atraphaxis virgata* өсімдігі қызығушылық тудырады.

Жұмыстың мақсаты: Алматы қаласы Ақсай шатқалынан жиналған *Polygonaceae* тұқымдасына жататын *Atraphaxis virgata* өсімдігінің жер үсті бөлігінің құрамындағы биологиялық белсенді заттарды анықтау, сапалық және сандық сараптама жүргізу.

Зерттеу нысаны: Қазақстан Алматы облысы, Ақсай шатқалында жиналған *Polygonaceae* тұқымдасына жататын *Atraphaxis virgata* тегі өсімдігі.

Жұмыстың міндеті: Көзделген мақсатқа жету үшін мынадай міндеттер алға қойылды:

- *A. virgata* өсімдігінің жер беті бөлігінің шынайылығын анықтау (ылғалдылық, жалпы күлділік, экстрактивті заттар)
- Шикізатқа спектрофотометриялық және титрлеу әдістерімен сандық сараптау.
- Өсімдік шикізаты негізінде биологиялық белсенді кешен алу үшін негізгі технологиялық параметрлерді өңдеу.

Polygonaceae тұқымдасы – 55 тек және 1250 түрі бар екі бөлікті өсімдік тұқымдасы. Бұл түрге көпжылдық өсімдіктермен ағаш тектес, шырмауық және бұталар кіреді[1].

Atraphaxis текті өсімдіктер жапырақтары жиі тікенек келетін, қатты, көн тәрізді және тармақталған, бұталары биік немесе аласа болады. Гүлдері қос жынысты, гүлсерігі 4-5 бөліктен тұратын қарапайым болып келеді, жеміс беретін кезде 2 сыртқы жапырақшалары төмен қарай бүркеледі, ал ішкі жапырақшалары жайылып өсіп жеміспен қойындасады. Аталығы 6 немесе 8, жіпшелері ұлғайып сақинамен қосылып өскен. Тозандықтары сопақша және доғал, аналығы 2-3 қысқа, бос болады және бас тәрізді аналық аузы мен жуандаған бағананың жоғары жағына қосылып өседі. Жатын бір ұялы, жемісі – жаңғақ, үш қырлы немесе жалпифан жасымық тәрізді, ұрық бүгілмелі болып келеді[2].

Ғаламның көпшілік жерлерінде, сондай-ақ барлық шөлді жерлерде, балшық, ұсақ тасты аймақтарда, тау етегінде таралған. Оның СССР флорасында кездесетін 18-түрінен Қазақстан аумағында 14-түрі өседі[3].

Atraphaxis текті өсімдіктердің флавоноидтарға бай түрі анықталып, биологиялық белсенді дәрілік препараттар алынған[4,5]. Сонымен қатар, Қазақстанда өсетін *Atraphaxis* текті өсімдіктердің кейбір түрлерінің полифенолды қосылыстарына Т.К. Чумбалов, М.М. Мухамедьярова және ең алғаш В.Б. Омуркамзинова талдау жүргізген.

1978 жылы х.ғ.к. В.Б. Омуркамзинова диссертациялық жұмысында *Atraphaxis* текті өсімдіктердің химиялық құрамына зерттеу жүргізген. Нәтижесінде 21 фенолды заттар және әдебиетке енгізілмеген жаңа туындылар: 8-оксифлавонол мен О-ацилирленген флавоноидты гликозидтерді идентификациялаған[6,7].

Atraphaxis текті өсімдіктер халық медицинасында стоматит, қан тоқтатушы, асқазан-ішек ауруларын емдеуде қолданылады. Сонымен қатар, шөл далада өсімдіктің кейбір түрлері түйеге жем ретінде пайдаланылады[8].

Тәжірибелік бөлім және нәтижелері

Қазақстанның Мемлекеттік фармакопоеясының 1-ші басылымында қабылданған әдістемелер бойынша өсімдік шикізатына сапалық талдау жүргізілді. Алматы өңірінде өсетін *Atraphaxis virgata* өсімдігін кептіру кезінде үлгінің ылғалдылығы, жалпы күлділігі анықталды (1-кесте).

1 кесте - Шикізаттың шынайылығын анықтау нәтижелері

Өсімдік аты	Абсолютті құрғақ шикізатқа есептелген мөлшері.%	
	Ылғалдылық	Жалпы күлділік
<i>A. virgata</i>	8,02	8,94

Кестеде көрінгендей өсімдіктің ылғалдылығы 8,02% болған кезде жалпы күлділігі 8,94%-ды құрады.

Экстрактивті заттар дегеніміз - өсімдік шикізатын сәйкес келетін еріткіштерде ерітіп, одан алынған органикалық және бейорганикалық заттар кешені. Өсімдік шикізатында экстрактивті заттардың болуы оның шынайылығын анықтаудың негізгі сандық көрсеткіші болып табылады[9].

Өсімдік шикізаты мен қолданылған еріткіштің химиялық құрамына байланысты ондағы әсер етуші және қосымша заттар еріткішке өтуі мүмкін. Экстрактивті заттарды анықтау нәтижелері көрсетілген (2 – кесте)

2 кесте - *Atraphaxis virgata* өсімдігінің экстрактивті заттарын сандық анықтау нәтижелері

№	Экстрагент	X, экстрактивті заттардың мөлшері, %
1	Этил спирті (50%)	27,26
2	Этил спирті (70%)	21,27
3	Су	26,59

Кестеде берілген мәндерден 50% сулы-спиртпен алынған экстракттың құрамындағы экстрактивті заттардың мөлшері су және 70% сулы-спирт ерітіндісінен алынған экстракттан артық екенін байқаймыз.

Жалпы күлде атомды-абсорбциялы спектроскопиялық әдісімен макро- және микроэлементтердің мөлшері анықталды(3-кесте)

3 кесте - *A. virgata* өсімдігінің жер беті бөлігіндегі макро- және микроэлементтердің мөлшері.

Макро және микроэлементтер	Күлдегі мөлшері, %	Макро және микроэлементтер	Күлдегі мөлшері, %
Zn	0.025	Mn	0.078
Cd	0.0002	K	6.990
Cu	0.007	Na	1.396
Pb	0.0007	Mg	2.224
Fe	0.228	Ca	21.897
Ni	0.004		

Зерттеу нәтижесі бойынша *A. virgata* өсімдігі құрамында ең көп сандық үлес құрайтындар Ca, Na K, Mg, Fe элементтері, ал ең аз сандық мөлшерді Cd, Cu, Ni, Pb элементтері екендігін көруге болады. Улы элементтердің мөлшері зиянсыз деп белгіленген концентрациялардан аспайды, яғни бұл-аймақтардың ауыр металдармен ластанбағанның айқын белгісі болып табылады[10].

Айқындауыштарды пайдалана отырып, *A. virgata* өсімдігінің жер беті бөлігіне фитохимиялық талдау жасау барысында негізі ББЗ тобы анықталды.. Олар аминқышқылдары, органикалық қышқылдар, көмірсулар, тері илегіш заттар, фенол қосылыстары, флавоноидтар, алкалоидтар, (4-кесте)

4 кесте - *A. virgata* өсімдігіне фитохимиялық талдау

ББЗ	Айқындағыштар	<i>A. virgata</i>
Аминқышқылдары	Нингидрин	Күлгін
Көмірсулар	О-толуидин	Қоңыр, жасыл түс
Тері илегіш заттар	ЖАК	Көкшіл-жасыл түс
	ванилин	Қызғылт түс
Фенол қосылыстары	FeCl ₃	Көкшіл-жасыл түс
Флавоноидтар	NH ₃	ашық-сары түс
	AlCl ₃	Сары түс
Фенол қышқылдары	ДЗПНА	Қызыл-сары түс

Бұл кестеде *A. virgata* өсімдігінің құрамындағы биологиялық белсенді заттардың топтары көрсетілген.

A. virgata өсімдігінің құрамына ББЗ-ға жасалған сандық анализ спектрофотометриялық және титрлеу әдістерімен анықталды (5-кесте).

5 кесте - *A. virgata* өсімдігінің сандық сараптау нәтижелері

Өсімдік аты	Абсолютті құрғақ шикізатқа есептелген мөлшері.%			Флавоноидтар
	Көмірсулар	Органикалық қышқылдар	Тері илегіш заттар	
<i>A. virgata</i>	1,12	3,45	3,59	5,5

Кестеде көрсетілгендей, өсімдік құрамында флавоноидтар мен тері илегіш заттар мөлшері жоғары.

Кептірілген және ұсақталған шикізатты экстракциялау күрделі физика-химиялық үрдіс (диффузия) болып табылады. Диффузиялық үрдіс ретіндегі экстракциялау үрдісінің тиімділігі, экстракция шартын таңдау кезінде алынатын, көптеген ықпалдарға тәуелді болады. [11] Экстрагент түрі, шикізат-еріткіш қатынасы, уақыт шығынын анықтайтын ықпалдар зерттелді. Экстрагент таңдауда әртүрлі концентрациядағы этил спирті қолданылып, *Atraphaxis virgata* өсімдігінен биологиялық белсенді кешен шығыны анықталды (6-кесте).

6-кесте - Әртүрлі экстрагент қолданған кездегі *Atraphaxis virgata* тегінен алынған биологиялық белсенді кешен шығымы

Экстрагент	50% этанол	70% этанол	90% этанол
Кешен шығымы, %	25,74	20,27	12,83

ББЗ шығымына «шикізат-еріткіш» қатынасы да әсер етеді. Экстрагент мөлшері шикізаттағы биологиялық белсенді заттардың толықтай бөлінуін анықтайды (7-кесте).

7 кесте - «Шикізат-еріткіш» қатынасына тәуелді кешен шығымы

Шикізат (г) және экстрагент (мл) қатынасы	1:4	1:5	1:6	1:8
Кешен шығымы, %	4,19	15,71	25,74	19,35

Таңдалған экстрагентте «шикізат – экстрагент» қатынасында 1:6 оптималды екені анықталды. «Шикізат-экстрагент» параметрлерінің анықтау мақсаты ең алдымен экономикалық түсінікпен анықталады, өйткені өндірістік кәсіпорын үшін пайдаланылған экстрагент мөлшері маңызды болып табылады.

8-кесте - *A. virgata* тегінен экстракция үрдісінің уақытына тәуелді кешен шығымы

Уақыт, сағ	24	48	72
Кешен шығымы, г	0,5851	0,4903	0,4344

Осы алынған мәндер мен нәтижелерге негізделе отырып, экстракцияның келесі режимі– 25 °С температурада, 1:6 «шикізат-еріткіш» қатынасында, 24 сағ уақыт аралығында, 50% этанол ерітіндісі таңдалып алынды.

Қорытынды:

Қазақстан Республикасының Мемлекеттік Фармакопея нормасына сай Алматы облысы Ақсай шатқалынан жиналған *A. virgata* өсімдік шикізатына сандық талдау жүргізу нәтижесінде: ылғалдылығы, күлділігі, экстрактивті заттар анықталды.

Өсімдік күлінің құрамынан минералды заттар атомды-абсорбциялы спектрометр көмегімен 11 элемент анықталды, соның ішінде төртеуі макроэлементтер: натрий, калий, магний, кальций қалған жетеуі микроэлементтер: мыс, мырыш, темір, никель, марганец.

Шикізаттың құрамындағы ББЗ-ға сандық талдау жүргізе келе тері илегіш заттар, органикалық қышқылдар, флавоноидтар және полисахаридтер анықталды.

Зерттелініп жатқан өсімдік шикізатын алу технологиясы жасалды. Жүргізілген зерттеулер *A. virgata* өсімдігіндегі биологиялық белсенді заттарды экстракциялау үрдісіне әсер ететін

көрсеткіштердің (экстрагент түрлілігі, оның шикізатпен қатынасы, экстракция уақыты мен еселігі) оңтайлы мәнін алуға мүмкіндік берді. Шикізат қасиетіне және экстракциялау үрдісіне негізделі отырып, экстрагент – 50 % этил спирті, «шикізат-еріткіш» қатынасы – 1:6, 24-25⁰С температурада, екі еселік экстракция уақыты – 24 сағ жағдайы таңдалып алынды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Черепанов С.К. Свод дополнений и изменений к «Флора СССР» (т.т. 1-15), Ленинград, 1973г. 114-116 с.
- [2] Байтенов М.С. Флора Казахстана. Родовой комплекс флоры.- Алматы, 2001. - Т.2. – 280 с
- [3] Исламбеков Ш.Ю., Садыков А.С., Каримджанов А.К., Исмаилов А.И. Фенольные соединения некоторых растений семейства гречишных. “Тезисы второго Симпозиума по фенольным соедин.” А-Ата, 1970.-19-25 с.
- [4] Павлов Н.В. «Флора Центрального Казахстана». Алматы, 1936, том 3, - 110-118с
- [5] Омуркамзинова В.Б. Диссертационная работа. Алматы, 1978.44-45с.
- [6] Чумбалов Т.К., Мухамедьярова М.М., Омуркамзинова В.Б. Полифенолы некоторых видов курчавки Казахстана. Алматы, 1978.-3-8с
- [7] Чумбалов Т.К., Мухамедьярова М.М., Омуркамзинова В.Б. 3-рамнозид 7-О-метилгоссипетина из *Atraphaxis frutescens*. 1974.-793-794 с.
- [8] Чумбалов Т.К., Омуркамзинова В.Б. *Atraphaxis frutescens*. Химия природных соединений. Алматы, 1971. – 91-93с.
- [9] Государственная Фармакопея РК.– 2008. - Т. 1. – 591 с.
- [10] Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А. Качественный и количественный анализ основных групп БАВ в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах – Алматы: Қазақ Университеті, 2004. - 116- 117 с.
- [11] Государственная Фармакопея СССР. Вып.2: Общие методы анализа. - М.: Медицина, 1991. – 387 с.

А.К. Умбетова, Г.О. Слан, А.Т. Омарова, Г.Ш. Бурашева, К.Т. Абидкулова

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА *ATRAPHAXIS VIRGATA* АЛМАТИНСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. Определен доброкачественный состав (влажность, общая зольность, экстрактивная вещества) растения *Atraphaxis virgata* семейства *Polygonaceae* заготовленные в ущелье Аксай Алматинской области. Изучены качественный, количественный состав основных групп биологически активных веществ. Отработаны основные технологические параметры для получения биологически активного комплекса. Изучен методом атомно-абсорбционной спектроскопией состав макро- и микроэлементов растения

Ключевые слова: *Atraphaxis virgata*, влажность, общая зольность, экстрактивное вещество, макро- и микроэлементы, биологически активные вещества.

НАСИРОВ РАХМЕТОЛЛА

(К 70-Летию со дня рождения)



22 апреля 2018 года исполняется 70 лет профессору, доктору химических наук Насирову Рахметулли. Он родился в многодетной семье сельского учителя – фронтовика Нурмашева Насира в селе Ак-Арал Исатайского района Гурьевской (ныне Атырауской) области.

Маленькие дети степи, находили раковины двухстворчатых моллюсков в такырах или в грунте выкопанных колодцев, цепляли макушки этих раковин друг за друга и с силой тянули их в противоположные стороны, чтобы выбрать самые крепкие. В то время никто из них не думал о том, что у этих раковин морских моллюсков есть свои секреты, и если их узнать, то можно получить очень ценные факты и сведения. Узнать эти секреты было возможно спустя несколько десятков лет лишь после начала совместной научно-исследовательской работы с известным японским ученым Икея по изучению их парамагнитных свойств методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). В 2001 году на Международном симпозиуме «По новым применениям ЭПР – спектроскопии», который прошел в университете Осака, он сообщил экспериментальные результаты по датированию крупных наступлений (трансгрессий) и отступлений (регрессий) Каспийского моря в четвертичном периоде, а также данные, позволяющие более достоверно моделировать колебания уровня Каспия в будущем с помощью раковин двухстворчатых моллюсков, взятых из новокаспийского и хвалынского отложений прикаспийской впадины. В 1956 год, когда он учился в школе, снижение уровня моря, начатое во второй половине XIX века привело к массовому переселению жителей Исатайского района, которые занимались на побережье Каспийского моря рыбными промыслами, в другую сторону нижней части дельты реки Урала.

Р. Насиров в 1969г. закончил физико-математический факультет Гурьевского педагогического института (ныне Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова).

После окончания этого института он был направлен на двух годичную стажировку от Академии наук КазССР для освоения метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в Институт элементоорганических соединений Академии наук СССР. Здесь же он закончил очную

аспирантуру и защитил кандидатскую диссертацию под руководством академика М. И. Кабачника и профессора С. П. Солодовникова. Работа, которая легла в основу кандидатской диссертации (работа заключается в управлении движением неспаренного электрона в анион – радикалах полифенилметанов) принесла Насирову по – настоящему крупный успех; она была отмечена второй премией по институту, а Насиров был награжден Почетной грамотой основателя элементоорганической химии СССР академика Несмеянова А. Н.

По результатам многолетней исследовательской деятельности Р. Насиров в 1993 году в диссертационном совете РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина защитил докторскую диссертацию на тему «Исследование парамагнетизма нефтей и нефтеносных пород Прикаспийского региона» и стал первым доктором наук в Казахстане, по специальности «Нефтехимия и охрана окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов». В этой работе Р. Насировым заложены основы нового научного направления в нефтехимии и нефтегазовой геохимии - парамагнетизма нефтей и пород Казахстана, а также предлагаются пути практического использования этого явления и его носителей.

Результаты научных исследований Насирова Р. находят практическое применение в национальной нефтяной компании «Казмунайгаз», производственном объединении «Мангышлак-нефть», производственном геологоразведочном объединении «Атырау-нефтегазгеология», нефтедобывающем управлении «Жайыкнефть» и «Доссорнефть» и др. Его проект «Электронный парамагнитный резонанс как метод контроля за разработкой залежей нефти» хорошо зарекомендовал себя в многопластовых месторождениях междуречья Урал и Волга, Урал-Эмба, получил высокую оценку со стороны специалистов –нефтяников и тем самым подтвердил широкие возможности отечественной науки. В результате реализации проекта были получены новые практические результаты, имеющие значения в нефтепромысловой геологии. В процессе эксплуатации месторождения соединения парамагнитного ванадия и стабильных свободных радикалов в добываемых нефтях могут служить естественными индикаторами местоположения нефтей в поровом объеме залежи в течение всего срока эксплуатации залежи, так как их концентрация не зависит от способа эксплуатации скважин - диаметра штуцера, применения насосов и т.д. По этим индикаторам можно разделить многопластовые месторождения на отдельные объекты разработки, установить наличие гидродинамической связи по объему месторождения, оценить наличие перетоков нефти между пластами, определить дебиты нефти из совместно эксплуатируемых пластов, установить положение водонефтяных контактов и прогнозировать остаточные количества извлекаемых запасов нефтей.

Для решения перечисленных проблем разработана методика лабораторных исследований для определения парамагнитного ванадия и стабильных свободных радикалов непосредственно в нефтях, взятых из добывающей скважины, при температуре жидкого азота в сочетании с использованием в полевых условиях малогабаритных спектрометров ЭПР. Преимуществами данной технологии являются необходимость отбора малых проб флюидов, неdestructивность анализируемых проб и экспрессность измерений при высокой достоверности результатов исследований в сравнении с традиционными методами.

Р. Насировым разработан экспресс - метод определения содержания ванадия в нефтях и установлена закономерность распределения ванадия в недрах Прикаспийского региона, что является основой определения перспективных областей для промышленного выделения ванадия. Результаты определения ванадия в сырых нефтях с помощью ЭПР –радиоспектроскопии были использованы геологами Всесоюзного нефтяного научно-исследовательского геологоразведочного института (ВНИГРИ) как эталонные образцы при подсчете геологических запасов ванадия в нефтях Каражанбасского, Северо-Бузачинского, Каламжасского и Жалгызтубинского месторождений Мангышлакской области.

К его работе «Изучение геологического разреза нефтегазовых скважин методом ЭПР – радиоспектроскопии» проявил интерес председатель комитета по геологии и использованию недр Астраханской области, доктор геолого-минералогических наук Воронин Н. И. с целью использования ее для прогнозирования нефтегазоносности девонских отложений.

Новые поиски в этом направлении были поддержаны грантом областной администрации Астраханской области.

Методика ЭПР- каротажа прошла опытно-методическое апробирование по геологическим разрезам скв. 2 Володарского и скв. 1 Астраханского месторождений. В результате проведения опытно-методических работ новый разработанный геохимический метод хорошо зарекомендовал себя при выделении продуктивной части девонских отложений Астраханского и Володарского месторождений Юго-Западной части Прикаспийской впадины (Астраханская область) и получил положительную оценку специалистов, отметивших его более высокую эффективность и экономичность в поиске нефти и газа.

Установленная взаимосвязь повышенного содержания парамагнитного марганца с нефтегазонасностью девонских отложений является эффективным дополнением к выявлению новых и пропущенных залежей нефти известными геолого-геофизическими методами, особенно при прогнозировании нефтегазонасности геологического разреза нефтегазовых скважин в процессе бурения.

Результаты данных исследований как способ прогнозирования залежей нефти и газа в разрезах нефтегазовых скважин защищены двумя патентами Российской Федерации (№2068190, №2068188). В этих патентах показано, что данный способ удачно дополняет существующие традиционные геохимические методы поисков нефти и газа, однако отличается более высокой экспрессностью и оперативностью получения информации. Этот способ также позволяет оптимизировать место заложения последующих поисково-оценочных и разведочных скважин.

Приоритетность и конкурентоспособность проводимых Р. Насировым научных исследований также подтверждается предварительными патентами Республики Казахстан и его многочисленными выступлениями на Международных конференциях, симпозиумах и форумах, которые прошли во Флоренции (1991, Италия), в Казани (1991, 1992, 1994, Россия), Томске (1988, 1991, 1994, 2000, 2013, Россия), Новосибирске (1989, 2006, Россия) Москве (1991, 2006, Россия), Обнинске (1998, Россия), Тюмени (1991, Россия), Санкт-Петербурге (1992, 2007, Россия), Киеве (1990, Украина), Астрахани (1999, 2000, 2003, 2005, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 Россия), Кентербери (1996, Великобритания), Лейпциге (1997, Германия), Берлине (1998, Германия), Познани (1999, 2002, Польша), Софии (1999, Болгария), Лиссабоне (2000, Португалия), Кобе (2001, Япония), Осаке (2001, Япония), Кампус ду Жордан (2003, Бразилия), Лилль (2004, Франция), Йорке (2006, Великобритания), Брекенридже (2006, США), Мадриде (2006, Испания), Болоньи (2006, Италия), представлениями результатов в виде статей в Докладах НАН РК (30 раз) и в различных журналах России. В перечень русскоязычных журналов в базе данных Scopus входит «Нефтяное хозяйство» («Oil Industry») (сюда включены с 1991 года 11 статей). Также в базу данных Scopus с 2016 года входит республиканский журнал Известия НАН РК (Серия геологии и технических наук), в котором были опубликованы 2 статьи.

В 1995-96 гг. лауреат государственной научной стипендии для выдающихся исследователей Казахстана. Насиров Р. стал членом международного ЭПР общества по применению ЭПР-спектроскопии в области изучения геологических объектов (EPR Newsletter, Urbana, USA, 1993.V.5. №2.P.1-30).

Насиров Р. приказом №575 МОН РК от 23 декабря 2010 г. утвержден стипендиатом государственной научной стипендии для ученых и специалистов, внесших выдающийся вклад в развитие науки и техники в отрасли «Химия и науки о материалах».

Он внес существенный вклад в создание научной школы нефтехимиков и геохимиков и подготовку профессиональных кадров в Западном регионе нашей страны.

Под его руководством защищены 6 кандидатских диссертаций 25 магистерских диссертаций по нефтехимии и физической химии, экологии.

В педагогическом направлении им больше внимания уделяется региональной научно-исследовательской деятельности студентов – как средству профессиональной подготовки будущих специалистов. Насировым Р. внедрены собственные практические результаты в преподавании химии и занимательные опыты по химии, которые были опубликованы в журналах «Химия в школе» (Россия, Москва) и «Казахстан мектебі (Школа Казахстана)» в разные годы.

За высокие научные и педагогические достижения ему присужден 2006 г. государственный грант «Лучший преподаватель Вуза».

В рамках программы (Ф.03.52) фундаментальных исследований Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2006-2008 годы под руководством Р. Насирова выполняется государственный заказ по теме: «Исследование парамагнетизма пород и углеводородов при поиске месторождений нефти и газа».

По программе "Международное сотрудничество в области науки на 2007-2009 годы" между Республикой Казахстан и Правительством Китайской Народной Республики в направлении «добычи и переработки углеводородного сырья» он является научным руководителем проекта "Создание новых комплексных технологий прогнозирования состава и свойств нефтей и газоконденсатов при разведке, добыче и переработке углеводородного сырья".

По результатам научных исследований Р. Насириным опубликовано 370 научных работ, в том числе 2 монографии: 1. Парамагнетизм нефтей и пород Прикаспия. М.:Недра.1993. 2. «ЭПР-спектроскопическое исследование биологических отложений Каспия. Издат. Palmarium Academic Publishing, 2016. Saarbrücken, Германия. А также он автор многих учебников таких как: «Органическая химия», «Краткий курс по органической химии», «Жалпы және аорганикалық химия», «Органикалық еркін радикалдар», «Физико-химический анализ парамагнетизма нефтей и пород Прикаспийской впадины», «Ванадий и металлопорфириновые комплексы нефтей месторождений Прикаспия», «Термические процессы переработки нефти», «Основы метода ЭПР и его применение в химии и геологии» и др., которые широко используются в библиотеках ВУЗов и научных учреждений Республики, как учебное пособие для студентов химических, химико-технологических и нефтяных специальностей и для специалистов, работающих в области нефтехимии и исследования природных смесей.

Мы поздравляем Рахметулли Насирова с юбилеем и желаем ему новых творческих успехов в научных и педагогических деятельности, долгих лет счастья, семейного благополучия.

*Коллектив Атырауского государственного
университета им. Х. Досмухамедова*

МАЗМҰНЫ

<i>Аринова Д.Б., Аскаров Е.С., Попов Г.</i> Кулисті типті центрден текпіш – гирационды диірменнің конструкциясын зерттеу және сынау (ағылшын тілінде).....	6
<i>Торский А.О., Волненко А.А., Абжапбаров А.А., Левданский А.Э.</i> Гидродинамика закрученного потока в аппарате циклонно-вихревого действия (ағылшын тілінде).....	18
<i>Жұмаділлаева С.А., Баешов Ә.Б., Алтынбекова М.О., Абжалов Б.С.</i> Иониттердің органикалық субстраттармен супрамолекулярлы комплекстері (ағылшын тілінде).....	26
<i>Сейсенбаев А.Е., Устимов А.М., Аймбетова И.О.</i> Висмуттың қосылыстарын пирометаллургиялық және электролиз арқылы тазалауды зерттеу мен минералды қалдықты утильдеуге қорғасынның рафинациясынан бөлінетін висмутті дросстардан қайта өңдеудің жаңа технологияларын жасау (ағылшын тілінде)	31
<i>Нұрділлаева Р.Н., Баешов Ә.Б., Серік Г.С., Баешова А.Қ.</i> Айнымалы токпен поляризациялау арқылы мыс бромидін алу (ағылшын тілінде).....	36
<i>Тлеуов А.С., Арыстанова С.Д., Лавров Б.А., Шапалов Ш. К., Байысбай О.П., Досбаева А.М., Мадьярова Ж.Ж.</i> Фосфор шламынан фосфорды бөліп алу үшін қолданылатын табиғи алюмосиликатты сорбенттердің физика- химиялық құрамы (ағылшын тілінде).....	44
<i>Үмбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бұрашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Алматы өңіріндегі <i>Atraphaxis virgata</i> өсімдігінің химиялық құрамын зерттеу (ағылшын тілінде).....	52
<i>Шапалов Ш.К., Ходжаев Р.Р., Сулейменов Н.М., Наукенова А.С., Хуанган Н., Рахимберлина А. А., Алтыбаев Ж.М.</i> Көмір шахталарының оқшауланған аймағындағы өрт жағдайының бағасына ақпаратты қасиеттердің тұтастай әсер етуі (ағылшын тілінде).....	56

* * *

<i>Аринова Д.Б., Аскаров Е.С., Попов Г.</i> Кулисті типті центрден текпіш – гирационды диірменнің конструкциясын зерттеу және сынау (орыс тілінде).....	61
<i>Торский А.О., Волненко А.А., Абжапбаров А.А., Левданский А.Э.</i> Гидродинамика закрученного потока в аппарате циклонно-вихревого действия (орыс тілінде).....	72
<i>Жұмаділлаева С.А., Баешов Ә.Б., Алтынбекова М.О., Абжалов Б.С.</i> Иониттердің органикалық субстраттармен супрамолекулярлы комплекстері (орыс тілінде).....	80
<i>Үмбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бұрашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Алматы өңіріндегі <i>Atraphaxis virgata</i> өсімдігінің химиялық құрамын зерттеу (орыс тілінде).....	85

Мерейтой

Насиров Рахметолла (<i>70 жасқа толуына орай</i>).....	90
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Аринова Д.Б., Аскаргов Е.С., Попов Г.</i> Исследование и испытание конструкции центробежно-гирационной мельницы кулисного типа (на английском языке).....	6
<i>Торский А.О., Волненко А.А., Абжапбаров А.А., Левданский А.Э.</i> Гидродинамика закрученного потока в аппарате циклонно-вихревого действия (на английском языке).....	18
<i>Джумадуллаева С.А., Баешов А.Б., Алтынбекова М.О., Абжалов Б.С.</i> Супрамолекулярные комплексы ионитов с органическими субстратами (на английском языке).....	26
<i>Сейсенбаев А.Е., Устимов А.М., Аймбетова И.О.</i> Исследования пирометаллургической и электролитической схем очистки соединений висмута и изыскание новых технологий переработки висмутистых дроссов, полученных после рафинирования черного свинца с утилизацией минерального отхода (на английском языке)	31
<i>Нурдиллаева Р.Н., Баешов А.Б., Серик Г.С., Баешова А.К.</i> Получение бромида меди при поляризации переменным током (на английском языке).....	36
<i>Тлеуов А.С., Арыстанова С.Д., Лавров Б.А., Шапалов Ш. К., Байысбай О.П., Досбаева А.М., Мадьярова Ж.Ж.</i> Физико-химический состав природных алюмосиликатных сорбентов используемых для извлечения фосфора из фосфорного шлама (на английском языке).....	44
<i>Умбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Исследование химического состава <i>Atraphaxis virgata</i> алматинского региона (на английском языке).....	52
<i>Шапалов Ш.К., Ходжаев Р.Р., Сулейменов Н.М., Наукенова А.С., Хуанган Н., Рахимберлина А. А., Алтыбаев Ж.М.</i> Совокупное влияние информативных признаков на оценку состояния пожарной ситуации в изолированных участках угольных шахт (на английском языке).....	56

* * *

<i>Аринова Д.Б., Аскаргов Е.С., Попов Г.</i> Исследование и испытание конструкции центробежно-гирационной мельницы кулисного типа (на русском языке)	61
<i>Торский А.О., Волненко А.А., Абжапбаров А.А., Левданский А.Э.</i> Гидродинамика закрученного потока в аппарате циклонно-вихревого действия (на русском языке).....	72
<i>Джумадуллаева С.А., Баешов А.Б., Алтынбекова М.О., Абжалов Б.С.</i> Супрамолекулярные комплексы ионитов с органическими субстратами (на русском языке).....	80
<i>Умбетова А.К., Слан Г.О., Омарова А.Т., Бурашева Г.Ш., Абидкулова К.Т.</i> Исследование химического состава <i>Atraphaxis virgata</i> алматинского региона (на русском языке).....	85

Юбилейные даты

Насиров Рахметолла (<i>к70-Летию со дня рождения</i>).....	90
--	----

CONTENTS

<i>Arinova D.B., Askarov E.S., Popov G.</i> Investigation and design testing of the centrifugal gyratory mill of a coulisse type (in English).....	6
<i>Torskiy A.O., Volnenko A.A., Abzhapbarov A.A., Levanskiy A.E.</i> Hydrodynamics of a swirling flow in the cyclone-vortex apparatus (in English).....	18
<i>Dzhumadullayeva S.A., Bayeshov A.B., Altynbekova M.O., Abzhalov B.S.</i> Supramolecular complexes of ionites with organic substrates (in English).....	26
<i>Seisenbaev A.E., Ustimov A.M., Aimbetova I.O.</i> Investigations of pyrometallurgical and electrolytic cleaning processes of bismuth connections and survey of new technologies for processing of visible drosses received after raining of black lead with mineral waste disposal (in English).....	31
<i>Nurdillayeva R.N., Bayeshov A.B., Serik G.S., Bayeshova A.K.</i> Production of copper bromide at polarization by an alternating current (in English).....	36
<i>Tleuov A.S., Arystanova S.D., Lavrov B.A., Shapalov Sh. K., Baiysbay O.P., Dosbayeva A.M., Madyarova Zh.Zh.</i> The physico-chemical composition of the natural aluminosilicate sorbents used for the phosphorus extraction from phosphoric slime (in English).....	44
<i>Umbetova A.K., Slan G.O., Omarova A.T., Burasheva G.Sh., Abidkulova K. T.</i> The study of chemical composition of <i>Atraphaxis virgata</i> from the almaty region (in English)	52
<i>Shapalov Sh.K., Khodzhayev R.R., Suleimenov N.M., Naukenova A.S., Khuangan N., Rakhimberlina A.A., Altybaev Zh. M.</i> Cumulative influence of informative features on the assessment of the condition of the fire situation in the sealed areas of coal mines (in English)	56

* * *

<i>Arinova D.B., Askarov E.S., Popov G.</i> Investigation and design testing of the centrifugal gyratory mill of a coulisse type (in Russian)	61
<i>Torskiy A.O., Volnenko A.A., Abzhapbarov A.A., Levanskiy A.E.</i> Hydrodynamics of a swirling flow in the cyclone-vortex apparatus (in Russian).....	72
<i>Dzhumadullayeva S.A., Bayeshov A.B., Altynbekova M.O., Abzhalov B.S.</i> Supramolecular complexes of ionites with organic substrates (in Russian).....	80
<i>Umbetova A.K., Slan G.O., Omarova A.T., Burasheva G.Sh., Abidkulova K. T.</i> The study of chemical composition of <i>Atraphaxis virgata</i> from the almaty region (in English) (in Russian).....	85

Anniversary date

Nasirov Rahmetolla (to the 70 anniversary from the birthday).....	90
---	----

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации
в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

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

Подписано в печать 13.04.2018.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
7,8 п.л. Тираж 300. Заказ 2.