ISSN 2181-7383

O'zbekiston KONCHILIK XABARNOMASI

2
№ 81
Aprel - Iyun 2020

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQARISH JURNALI

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ГОРНЫЙ ВЕСТНИК УЗБЕКИСТАНА

O'zbekiston KONCHILIK XABARNOMASI ГОРНЫЙ ВЕСТНИК Узбекистана № 2 (81) Апрель- Июнь 2020

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnaliga
1997 yil Iyul oyida asos solingan bo'lib jurnal
uch oyda bir marta chiqadi

Ta'sischilar:
"Navoiy kon-metallurgiya kombinati" Davlat korxonasi, Navoiy davlat konchilik instituti, O'zbekiston geotexnologiya va rangli metallurgiya ilmiy-tadqiqot va qidiruv - loyihalashtirish instituti DUK «O'zGEORANGMETLITI»

Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:
«Navoiy KMK» DK, «Olmaliq KMK» OAJ,
«O'zGEORANGMETLITI» DUK

Bosh muharrir:
Norov Yu.D.

Bosh muharrir o'rinbosari:
Sharafutdinov U.Z.

Texnik va badiiy muharrir:
Sodikova Yu.Z.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot Agentligida 2006 yil 13 dekabr kuni ro'yxatga olingan bo'lib quid etish guvohnomasi № 0033. ISSN 2181-7383, 2013 yil 9 iyul kuni qayta ro'yxatga olingan bo'lib qayd etish guvohnomasi № 01-22/37 S.

Tahririyat manzili:
210100, Navoiy shahri, Navoiy ko'chasi, 27
Innovatsion markaz NKMK.
Tel. +99893 521-78-39

E-mail: U.Sharafutdinov@ngmk.uz, I.Sodikov@ngmk.uz

Sayt: http://www.gorniyvestnik.uz; http://uzjournals.edu.uz/gorvest

Muqova, dizayn, kompyuter saxifasi:
Sodikova Yu.Z.

Jurnalning chop etilishi va elektron shaklini yangilab boruvchi mas'ul:
Sharafutdinov U.Z.

Chop qilindi:
NKMK bosmaxonasida
210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi, 25
Тел. +99879 227-75-56

Nashr etishga 05.05.2020 y. imzolandi

A3 formatda. Adadi 250 nusxa

Научно-технический и производственный
журнал издаётся с июля 1997 года,
выходит один раз в три месяца

Учредители:
Государственное предприятие «Навоийский горно-металлургический комбинат», Навоийский государственный горный институт, Узбекский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт геотехнологии и цветной металлургии ГУП «O'zGEORANGMETLITI»

При финансовой поддержке:
ГП «Навоийский ГМК», ОАО «Алмалыкский ГМК»,
ГУП «O'zGEORANGMETLITI»

Главный редактор:
Норов Ю.Д.

Зам. главного редактора:
Шарафутдинов У.З.

Технический и художественный редактор:
Содикова Ю.З.

Журнал зарегистрирован в Узбекском Агентстве по печати и информации. Регистрационное свидетельство за № 0033 от 13 декабря 2006 г. ISSN 2181-7383 рег. № 01-22/37 S от 09.07.2013 г.

Адрес редакции:
210100, г. Навои, ул. Навои, 27
Инновационный центр НГМК.
Тел. +99893 521-78-39

E-mail: U.Sharafutdinov@ngmk.uz, I.Sodikov@ngmk.uz

Сайт: http://www.gorniyvestnik.uz; http://uzjournals.edu.uz/gorvest

Обложка, дизайн, компьютерная вёрстка:
Содикова Ю.З.

Ответственный за публикацию и обновление электронной формы журнала:
Шарафутдинов У.З.

Отпечатано:
в типографии НГМК
210100, г. Навои, ул. Южная, 25
Тел. +99879 227-75-56

Подписано в печать 05.05.2020 г.

Формат А3. Тираж 250 экз.

ISSN 2181-7383
4 780010 201678

MUNDARIJA / ОГЛАВЛЕНИЕ

На обложке:

«Normet international LTD»

«Epiroc»

Центральное рудоуправление НГМК

В тексте ПО «НМЗ» НГМК

Scientific, technical and industrial journal

The journal has been published since July 1997
comes out once every three months

Founders: State Enterprise "Navoi Mining and Metallurgical Combine ”, Navoi State Mining Institute, Uzbek Research and Design and Survey Institute of Geotechnology and Nonferrous Metallurgy of the State Unitary Enterprise “ UzGEORANGMETLITI ”

Chief Editor: **Norov Yu.D.**
Deputy Chief Editor: **Sharafutdinov U.Z.**
Technical and art editor: **Sodikova Yu.Z.**

The journal is registered in the Uzbek Agency for Press and Information. Registration certificate number 0033 from December 13, 2006 ISSN 2181-7383 reg. No. 01-22 / 37 S dated July 09, 2013

Editorial address: 210100, Navoi, st.Navoi 27, Innovation center NMMC.
Tel. +99893 521-78-39
E-mail: U.Sharafutdinov@ngmk.uz, I.Sodikov@ngmk.uz
Website: http://www.gorniyvestnik.uz; http://uzjournals.edu.uz/gorvest
Printed: in the printing house NMMC 210100, Navoi, st.Yujnaya, 25
Tel. +99879 227-75-56

CONTENTS

УДК 622.276.3

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБВОДНЕНИЯ ГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ




Мирбобоев Ш.Ж.,
ассистент кафедры ГиНГД горно-металлургического института Таджикистана

Разыков З.А.,
академик международной инженерной академии. Горно-металлургический институт Таджикистана, д.т.н., профессор

Султонов Ю.,
доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» горно-металлургического института Таджикистана, к.т.н.

Сохошко С. К.,
академик РАЕН, кафедра РЭНГМ Тюменского индустриального университета, д.т.н., профессор, Россия

Ushbu maqolada NKMK Yamburg kuzatuv quduqlarining haqiqiy ma'lumotlari misolida universal regressiya modelidan foydalangan holda gaz konlarini suv bilan to'ldirish darajasini taxmin qilishning matematik usullari ko'rib chiqiladi .

Tayanch iboralar: *bashorat qilish, gaz kondensati, suvning paydo bo'lishi, sug'orish joylari, baholash, o'rtacha og'irlik bosimi.*

В данной статье рассмотрены математические методы прогнозирования степени обводнения газовых залежей с использованием Универсальной регрессионной модели, на примере фактических данных наблюдательных скважин Ямбургского НГКМ.

Ключевые слова: *прогнозирование, газоконденсатная, водопроявление, обводнение залежи, оценка, средневзвешенное давление.*

Эффективность выработки запасов газа, сосредоточенных в массивных залежах, напрямую зависит от эффективности контроля изменения положения газоводяного контакта (ГВК). Оперативный контроль положения флюидального контакта позволяет продлить безводный период работы газовых скважин, увеличивая срок их бесперебойной эксплуатации, повысит экономическую эффективность проектов.

В 1954 г. А.А Козлов, В.Н. Корценштейн и В.П. Савченко [1] опубликовали результаты гидрогеологических исследований, где впервые дали приближенную формулу для определения высотного положения ГВК по данным замеров пластового давления газа в газовой шапке месторождения и воды в законтурных скважинах.

Правильное определение высотного положения ГВК имеет важное значение при разведке и разработке месторождения. Если в скважине вскрыт ГВК, то его положение устанавливается с помощью геофизических методов исследования (электрический и радиоактивный каротаж). В ряде случаев, геофизические методы при их применении в скважинах, заполненных глинистым раствором (при наличии трещиноватых коллекторов), не дают возможности провести четкую интерпретацию полученных результатов и определить истинное положение ГВК.

В данной статье рассмотрены результаты обработки фактических данных наблюдательных скважин Ямбургского НГКМ, полученных при разработке сеноманской газовой залежи [2], с использованием Универсальной регрессионной модели (УРМ) [3]. Согласно этой модели, уровень исследуемого параметра в переходных процессах P (t) могут быть описаны и исследованы с помощью следующей функции переходных процессов (ФПП):

$$P(t) = P_o + D\int_o^t \frac{1}{\Gamma(n+1)} \left(\frac{t}{\tau}\right)^{n+1_e - \frac{t}{\tau}} dt = P_o + D\Gamma Гам\left(\frac{t}{\tau}\right); n+1;1;1 \tag{1}$$

Где: P_0 - уровень исследуемого параметра непосредственно перед ее дестабилизацией, т.е., к моменту времени t = 0

D = βт – максимальный уровень исследуемого параметра к концу процесса, т.е., к моменту времени t = ∞, β-максимальная сила процесса за 1 времени.

$\left(\frac{t}{\tau}; n+1;1;1\right)$ – неполное Гамма – распределение в интерпретации Microsoft Office Excel;

n-порядок процесса, τ- постоянная, указывающая на состояние процесса;

Если известен массив i, в количестве 4≤ i ≤k пар фактических значений функции f_i=P_i+1-P_i к соответствующим моментам времени t_i=t_i+1-t_i , то параметры n, т и коэффициента β, оцениваются следующим образом:

$$n = \frac{(kS_2 - kS_1^2)S_8 + (S_1S_4 - S_2S_3)S_5 + (S_1S_3 - kS_4)S_6}{(kS_2 - kS_1^2)S_7 + (S_1S_4 - S_2S_3)S_3 + (S_1S_3 - kS_4)S_4} \tag{2}$$

$$\tau = \frac{kS_2 - S_1^2}{S_1S_5 - kS_6 - n(S_1S_3 - kS_4)} \tag{3}$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{i=k}\sum_{i=1}^{i=k_i} f_i}{\sum_{i=1}^{i=k}\int_o^t \frac{1}{\Gamma(n+1)}\left(\frac{t}{\tau}\right)n+1_e - \frac{t}{\tau}dt} \tag{4}$$

Где: k- общее количество пар исходных данных, k_i- текущее количество пар исходных данных, i- индекс исходных пар данных.

$$S_1 = \sum_{i=1}^{i=k} t \qquad S_2 = \sum_{i=1}^{i=k} t^2 \qquad S_3 = \sum_{i=1}^{i=k} \ln t \qquad S_4 = \sum_{i=1}^{i=k} t \ln t$$

$$S_5 = \sum_{i=1}^{i=k} \ln f \qquad S_6 = \sum_{i=1}^{i=k} t \ln f \qquad S_7 = \sum_{i=1}^{i=k} (\ln t)^2 \qquad S_8 = \sum_{i=1}^{i=k} \ln t \ln f$$

На рис. 1 и 2 приведены зависимость суммарного количества внедрившейся в залежь воды от времени $V_{вр}$ и от порового объема и их прогноз по данным [3] предлагаемым и существующим методами (композиционных гидродинамических моделей).

Таблица 1

Значения параметров ФПП (1) для расчета показателей отработки месторождения (Ямбургского НГКМ)

Показатель	P_o	n	τ	D	От. ош. модели, Δ, %
Суммарное количество внедрившейся в залежь воды, Vвр, млн. тонн	0,36	1,2727	45,6501	63549,178	0,8008
Суммарное количество внедрившейся в залежь воды, Vпвр, % от порового объёма	0	1,2930	41,7448	142,7756	0,7436
Суммарное количество отобранного газа, Vгр, млрд. *м³*	4,37	0,8747	9,1459	4268,2942	0,6271
Суммарное количество отобранного газа, Vгр, % от начальных запасов	0,08	0,8761	9,1339	78,2556	0,6335
Средневзвешенное давление по воде, *кг/см²*, $P_{вр}$	117,6	0,8907	8,9504	-81,6841	0,4481
Средневзвешенное давление по газу, *кг/см²* $P_{гр}$	117,6	0,8819	9,3369	-98,5172	0,2727

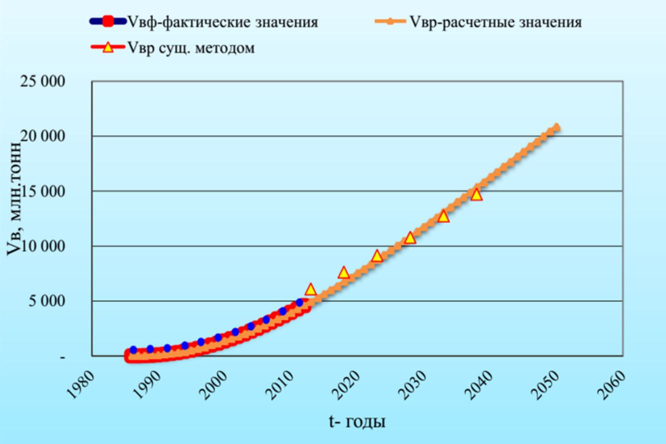


Рис. 1. Зависимость суммарного количества внедрившейся в залежь воды Vв от времени t

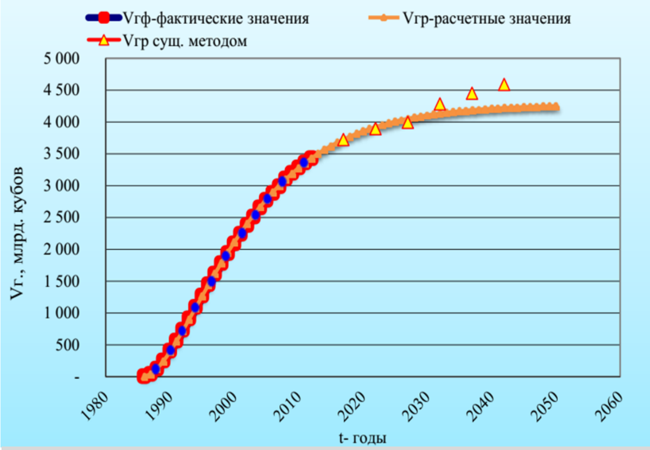


Рис. 3. Зависимость суммарного количества отобранного газа Vг в млрд. *м³* от времени t

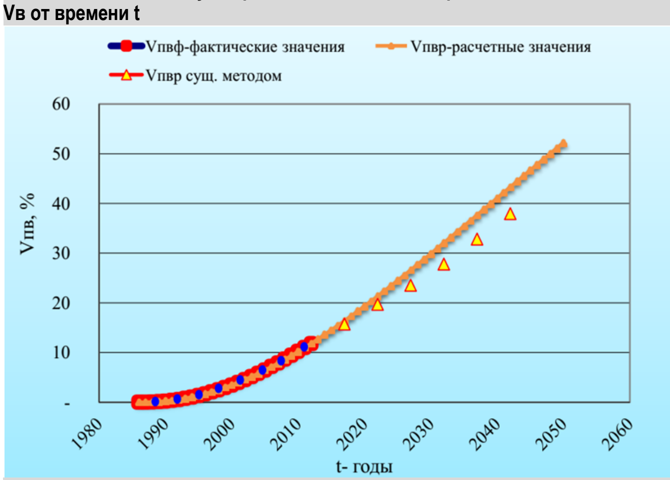


Рис. 2. Зависимость суммарного количества внедрившейся в залежь воды от порового объема Vпв в % от времени t

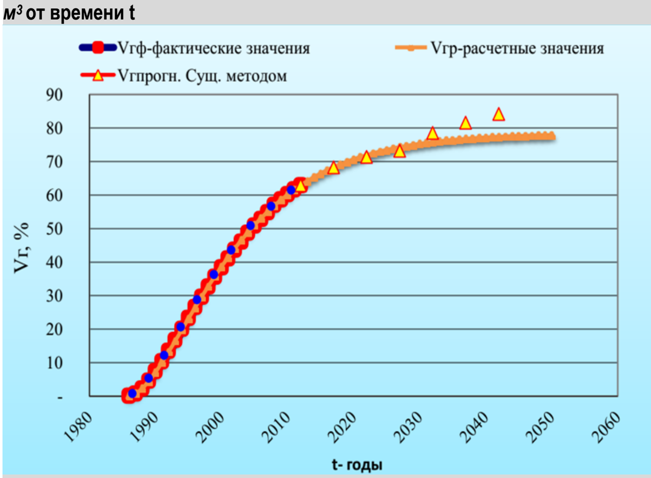


Рис. 4. Зависимость суммарного количества отобранного газа от начальных запасов Vгв % от времени t

На рис. 3 и 4 приведены зависимости суммарного количества отобранного газа Vг в млрд. *м³* и количества отобранного газа от начальных запасов Vг в % от времени t.

Предлагаемый метод исследования и прогнозирования процесса обводнения газовых залежей на базе УРМ обладает некоторыми достоинствами. Применение предлагаемого метода обработки фактических данных по изменению уровня ГВК сделает процесс разработки месторождения более управляемым. Данная модель дает точную информацию об изменении положения ГВК в тех случаях, когда $4 \le i \le k$., поскольку суммы фактических значений полностью совпадают с их расчетными значениями, т.е., всегда соблюдается условие $\sum P_{вф}, = \sum P_{вр}$ и $\sum P_{гф}, = \sum P_{гр}$. (табл. 2). В ряде случаев, способ может использоваться как альтернатива дорогим технологиям геофизических исследований скважин (ГИС). Кроме того, максимальная относительная ошибка модели не превышает 2% (табл.1). Такой подход дает возможность регулирования технологических режимов разработки газового пласта, и дополнительные прогнозные данные для принятия соответствующих решений по технологическим режимам разработки газового пласта и

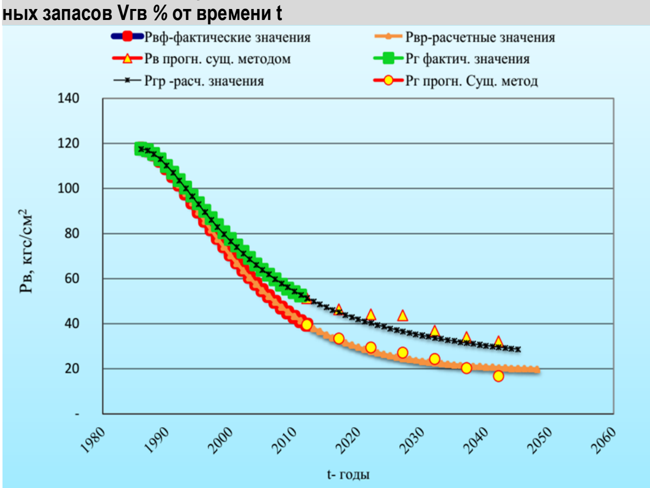


Рис. 5. Зависимость средневзвешенного давления воды Рв и газа Рг в *кгс/см²* от времени t

Таблица 2

Результаты расчета продвижения воды в процессе разработки Ямбургского НГКМ

Время разработки t, годы	Средневзвешенное давление, *кг/см²*			
	По воде		По газу	
	Фактическое, $P_{вф}$	Расчетное, $P_{вр}$	Фактическое, $P_{гф}$	Расчетное, $P_{гр}$
1986	117,6	117,6	117,6	117,6
1987	116,9	116,94	116,8	116,84
1988	115,3	115,31	115,0	114,98
1989	112,9	113,0	112,2	112,34
1990	109,9	110,22	108,9	109,15
1991	106,9	107,1	105,4	105,58
1992	103,6	103,77	101,6	101,74
1993	100,3	100,31	97,7	97,745
1994	96,8	96,793	93,7	93,672
1995	93,4	93,277	89,7	89,585
1996	90,0	89,805	85,6	85,534
1997	86,8	86,41	81,8	81,558
1998	83,6	83,118	78,0	77,687
1999	80,5	79,947	74,3	73,944
2000	77,5	76,909	70,7	70,345
2001	74,6	74,014	67,2	66,901
2002	71,8	71,266	63,8	63,619
2003	69,1	68,668	60,7	60,503
2004	66,2	66,22	57,6	57,554
2005	63,8	63,919	54,8	54,772
2006	61,7	61,762	52,2	52,153
2007	59,6	59,746	49,6	49,695
2008	57,2	57,865	47,1	47,391
2009	55,5	56,112	44,9	45,236
2010	53,9	54,484	42,9	43,225
2011	52,4	52,972	41,0	41,35
2012	51,3	51,571	39,5	39,605
Итоги	**2229,1**	**2229,1**	**2070,3**	**2070,3**
Прогнозные значения средневзвешенного давления, *кг/см²*				
2013	-	50,274	-	37,983
2014	-	49,076	-	36,478
2015	-	47,97	-	35,082
2016	-	46,949	-	33,789
2017	-	46,009	-	32,593
2018	-	45,144	-	31,487
2019	-	44,349	-	30,466
2020	-	43,618	-	29,523
2021	-	42,947	-	28,655
2022	-	42,332	-	27,854
2023	-	41,767	-	27,117
2024	-	41,25	-	26,439
2025	-	40,777	-	25,815
2026	-	40,344	-	25,242
2027	-	39,948	-	24,715
2028	-	39,587	-	24,232
2029	-	39,256	-	23,789
2030	-	38,954	-	23,382
2031	-	38,679	-	23,01
2032	-	38,428	-	22,668
2033	-	38,199	-	22,355
2034	-	37,99	-	22,069
2035	-	37,8	-	21,807
2036	-	37,626	-	21,568
2037	-	37,469	-	21,348
2038	-	37,325	-	21,148
2039	-	37,195	-	20,965
2040	-	37,076	-	20,798
2041	-	36,968	-	20,645
2042	-	36,87	-	20,506
2044	-	36,781	-	20,378
2045	-	36,7	-	20,262
2046	-	36,626	-	20,156
2047	-	36,56	-	20,06

осуществлять стратегическое планирование ввода в эксплуатацию производственных мощностей на месторождении в целом.

Вместе с тем, в предложенной методике имеется неудобство в том, что исходные данные необходимо измерять строго через постоянный интервал времени.

Впервые показано, что, основные параметры процесса обводнения газовых залежей в целом, и скважин в частности могут быть адекватно описаны математической моделью, разработанной на базе функции переходных процессов.

Результаты прогноза обводнения месторождения описанным методом, могут быть полезны с точки зрения оперативного контроля процесса на эксплуатационных скважинах и самой залежи.

Также, универсальную регрессионную математическую модель, использованную для прогнозирования уровня подъёма ГВК, в дальнейшем можно применить для расчета динамики добычи газа, дебитов скважин, изменений пластовых давлений в других газовых и газоконденсатных месторождениях.

Библиографический список:

1.Коротаев Ю.П. Определение газоводяного контакта в газовых залежах // Газовая промышленность. - 1962. - № 11. С. 12-15.

2.Усачев В.Д. Математическое моделирование внедрения пластовой воды в газовую залежь на примере эксплуатации Ямбургского НГКМ / М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Тезисы докладов внутренней молодежной научнопрактической конференции ООО «Газпром ВНИИГАЗ». 2016.– 22 с.

3.Султонов Ю., «Универсальная регрессионная модель для прогнозирования рыночной цены», https://www.mql5.com/ru/articles/250, 7. 02. 2011.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 4-7

FORECASTING THE GAS FLUIDING PROCESS DEPOSITS WITH APPLICATION OF THE UNIVERSAL REGRESSION MODEL

*[1]**Mirboboev Sh.Zh.,** Assistant, Department of Geology and Oil and Gas, mirboboev88@mail.ru*

*[1]**Razykov Z.A.,** Director of IK, Academician of the International Academy of Engineering, Doctor of Technical Sciences Professor, zafarrazykov@mail.ru*

*[1]**Sultonov Yu.,** docent of the Department of Mineral Deposits Development, yousufchodja@mail.ru*

*[2]**Sokhoshko S.K.,** Doctor of technical sciences, associate professor, academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Department of development and exploitation of oil and gas fields, sohoshkosk@tyuiu.ru*

[1]Mining and Metallurgical Institute of Tajikistan, Buston, Tajikistan

[2]Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Abstract:

This article discusses mathematical methods for predicting the degree of flooding of gas deposits using the Universal regression model, using the example of actual data from observation wells of the Yamburgskoye oil and gas condensate field.

***Keywords:** forecasting, gas condensate, water occurrences, reservoir watering, assessment, weighted average pressure.*

References

1.Korotaev Yu.P. Determination of gas-water contact in gas deposits // Gas industry. - 1962. - No. 11. pp 12-15.

2.Usachev V.D. Mathematical modeling of the introduction of formation water into a gas reservoir using the example of the operation of the Yamburgskoye oil and gas condensate field / M .: Gazprom VNIIGAZ LLC. Abstracts of the internal youth scientific and practical conference of Gazprom VNIIGAZ LLC. 2016. p. 22.

3.Sultonov Yu., "Universal regression model for forecasting market prices", https://www.mql5.com/en/articles/250, 7. 02. 2011.

УДК 622.775

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ, ГИДРОРАЗРЫВА И КОЛЬМАТАЦИИ

Халимов И.У.,
зав. кафедры
«РРМ», НГГИ,
к. т. н., доцент

Шарафутдинов У.З.,
зам. начальника
инновационного центра НГМК,
к. т. н., доцент

Йулдошев А.С.,
магистрант кафедры
«РРМ», НГГИ

Авезова Д.А.,
магистрант кафедры
«РРМ», НГГИ

Maqolada sun'iy suv to'sinlarining gidrodinamik oqimga va qatlamga ta'sirini modellashtirish, sun'iy suv to'sinli tajriba yacheykasi ishini kuzatish materiallarini tahlil qilish, shuningdek, eksperimental stendlarda gidroportlah va kolmatizatsiya jarayonlarini modellashtirish bo'yicha natijalar keltirilgan. Modellashtirish jarayonida sun'iy suv to'sinlari quvvatining, yagona gidrodinamik yacheykasi asosiy geotexnologik ko'rsatkichlariga ta'siri o'rganildi. Sun'iy suv to'sini parametrlarining quyidagi qiymatlari qabul qilindi: Filtrtsiya koeffitsienti 4,5 dan 0,1 m/sutka, quvvati, 5 dan 0,1 m gacha.

Tayanch iboralar: *uran, er osti tanlab eritishi, gidrolizatsiya, kolmatatsiya, jarayonlarni modellashtirish, suvga chidamlilik.*

В статье представлены результаты по моделированию влияния искусственных водоупоров на гидродинамический поток и на пласт, анализ материалов наблюдений за работой опытной ячейки с искусственным водоупором, а также моделирование процессов гидроразрыва и кольматации на экспериментальных стендах. В процессе моделирования изучалось влияние мощности искусственных водоупоров на основные геотехнологические показатели отработки единичной гидродинамической ячейки. Были приняты следующие значения параметров искусственного водоупора: коэффициент фильтрации от 4,5 до 0,1 м/сут, мощность от 5 до 0,1 м.

Ключевые слова: *уран, подземное выщелачивание, гидроразрыв, кольматация, моделирование процессов, водоупор.*

В процессе моделирования изучалось влияние мощности искусственных водоупоров на основные геотехнологические показатели отработки единичной гидродинамической ячейки.

В ходе экспериментальных работ по гидроразрыву в качестве материала-заполнителя полостей использовались глинистые и глиноцементные растворы. Основанием для их выбора являлась дешевизна и простота приготовления. В дальнейшем на стадиях опытно-промышленного и промышленного освоения систем подземного выщелачивания (ПВ) с искусственным водоупорами диапазон применяемых материалов и их композиций расширится. Исследования по выбору составов материалов-заполнителей и моделированию образования экранов и зон кольматации и на основе использования экспериментальных стендов.

Анализ композиций растворов для химической кольматации песчано-глинистых руд, выполненные в работах [1-3], показал, что наиболее приемлемыми для создания химических завес являются:

Водный раствор гипана и гелеобразователя – сополимер метакриламида и диэтиламиноэтилметакрилата амилированного диметилсульфатом;

Водный раствор жидкого мыла;

Попеременная закачка с перемешиванием в призабойной зоне скважины гипана и водного раствора хлорного или хлористого кальция;

Последовательная закачка водного раствора акрилтриметиламмония хлорида и гидролизованного полиакрилнитрила в соотношении 4,5:1;

Водный раствор гипса;

Водный раствор жидкого стекла.

Основными недостатками кольматационных композиций на основе гипана и полиакриламида являются: 1. Сложность технологии приготовления; 2. Высокая стоимость.

Более простым являются водные растворы жидкого мыла и гипса, но и они имеют ряд недостатков, которые снижают эффективность их применения в условиях ПВ. Так, образующийся в результате взаимодействия сернокислых выщелачивающих растворов со слабощелочными растворами жидкого мыла или гипса осадок не создает свободной гелеобразной массы, что снижает гидроизоляционные свойства химической завесы. Кроме того гипсовая кольматация в ходе процесса ПВ может быть нарушена за счет выноса кальция. Определенную сложность при гипсовой кольматации пласта вызывает также незначительная (до 0,05 *г/л*) растворимость $CaCO_3$ в воде [4].

В связи с вышеизложенным на первом этапе лабораторных и стендовых исследований химической кольматации песчано-глинистых пород использовались кольматирующие смеси на основе водного раствора жидкого стекла как наиболее перспективного для применения на предприятиях ПВ.

Выбор оптимального состава химического кольматанта на основе жидкого стекла проводился в соответствии с требованиями:

Физические свойства кольматирующего раствора (вязкость, плотность) должны соответствовать свойствам реагента, используемого при ПВ;

При взаимодействии кольматирующих растворов с выщелачивающим реагентом должна происходить надежная кольматация порового пространства песчано-глинистых пород;

Образующийся кольматирующий материал должен обладать кислотостойкими свойствами;

Скорость гелеобразования должна быть больше вертикальной составляющей скорости фильтрации выщелачивающих растворов;

Кольматирующие растворы должны быть дешевы и легкодоступны.

В лабораторных исследованиях химической кольматации пород изучалась способность гелеобразования различных концентраций (от 25 до 30%) водного раствора жидкого стекла при реакции с 2%-м водным раствором серной кислоты. Растворы жидкого стекла с концентрацией более 30% не исследовались, поскольку их плотность и вязкость существенно отличаются от 2%-го раствора серной кислоты, что не удовлетворяет требованию к кольматирующему раствору. Опыты проводились путем смешивания растворов жидкого стекла и серной кислоты в стакане. При этом фиксировалось время, затраченное на образование гелеобразного осадка, его изменение при добавлении хлористого натрия, а также кислотность среды (табл. 1).

При реакции растворов серной кислоты с жидкого стекла образуется гель кремниевой кислоты, которая, заполняя поровое пространство песчано-глинистых пород, может служить надежным кольматантом.

Таблица 1

Результаты лабораторных работ по гелеобразованию растворов жидкого стекла

Гелеобразователь – 2%-й водный раствор серной кислоты									
Водный раствор жидкого стекла, %	30	25	20	15	10	5	2,5	2,0	1,25
Время гелеобразования, с	50	80	120	180	нет	нет	нет	нет	нет
Гелеобразователь – 2%-й водный раствор серной кислоты с содержанием хлористого натрия 178,6 *г/л*									
Время гелеобразования, с	10	15	23	40	80	600	нет	нет	нет
Гелеобразователь – 2%-й водный раствор серной кислоты, насыщенный хлористым натрием 357,2 *г/л*									
Время гелеобразования, с	32	4	8	15	20	60	300	600	3000

Таблица 2

Кольматанты и гелеобразователи, использовавшиеся в опытах на фильтрационном лотке

Тип композиции	Кольматант	Гелеобразователь
I	5%-й раствор жидкого стекла	2% H_2SO_4; 17,9 NaCl; 81,1 H_2O
II	10%-й раствор жидкого стекла	2% H_2SO_4; 17,9 NaCl; 81,1 H_2O
III	2%-й раствор жидкого стекла	2% H_2SO_4; 36 NaCl; 62 H_2O

Ниже приведена реакция осадкообразования при взаимодействии растворов серной кислоты и жидкого стекла:

$H_2SO_4 + Na_2SiO_3 = H_2SiO_3\downarrow + Na_2SO_4$

Выпадение геля кремниевой кислоты происходит в слабощелочной среде (pH=8);

Использование в качестве гелеобразователя водного раствора 2% серной кислоты, насыщенного хлористым натрием, позволяет существенно (в 3-4 раза) сократить время гелеобразования и снизить в 2,5 раза необходимую для гелеобразования концентрацию жидкого стекла.

Для исследования химической кольматации пород в фильтрационных потоках на стендах использовались кольматанты и гелеобразователи, приведенные в табл. 2.

Для получения качественной характеристики процесса кольматации пород растворами жидкого стекла были спроектированы и изготовлены два фильтрационных лотка. Один из них (рис. 1.) представляет собой металлический короб с размерами 500*400*210 *мм* и является моделью продуктивного водоносного горизонта, составленной из реального грунта, в котором осуществляется фильтрация растворов. Для подачи и извлечения растворов стенд оборудован моделями скважин, которые обеспечивают подачу растворов в заданный интервал «пласта». Кольматирующие растворы поступают к скважинам из напорных емкостей по шлангам [5, 6]. Контроль за изменением напора и отбор проб растворов осуществляется с помощью пьезометрических «скважин». Для удобства работы пьезометрические трубки выведены и установлены на доске, снабженной измерительной шкалой. В верхней части лотка для регистрации растворов предусмотрено отверстие дегазации. Конструкция лотка предусматривает возможность снятия верхней и доковой крышки для свободного доступа к модели.

Второй лоток имеет аналогичную конструкцию, но для визуального наблюдения за процессом кольматации изготовлен из оргстекла. Размеры модели – 480*170*80 *мм*.

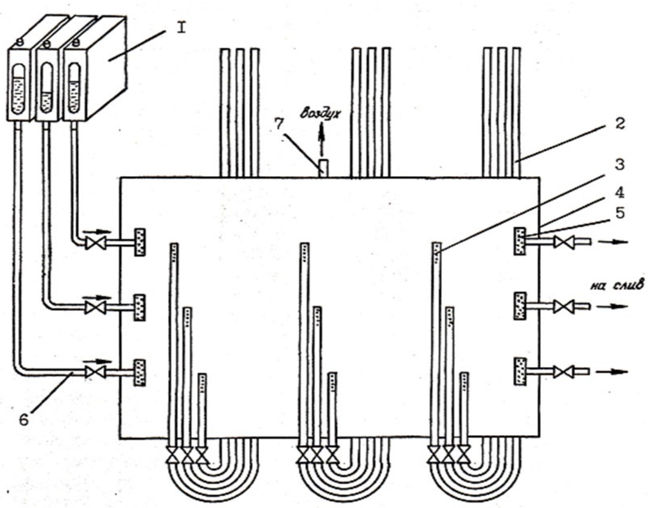


Рис.1. Фильтрационный лоток: *1-Напорные бочки; 2-Пьезометрические трубки; 3-Пьезометрические скважины; 4-Корпус стенда; 5-Фильтры скважины; 6-Соединительные шланги; 7-Отверстие для дегазации*

Перед началом моделирования в соответствии с особенностями предстоящего опыта производились сборка всех устройств. Рабочая часть лотка заполнялось песком, который укладывался послойно и равномерно утрамбовывался. Для избежания защемления воздуха, загрузка песка производилась под водой, при этом он тщательно перемешивался. Заполнение лотка рабочей водой производилось обязательно снизу и медленно, чтобы уменьшить количество защемленного воздуха. После этого вода подвергалась предварительному отстою, не менее 24 *ч* для дегазации.

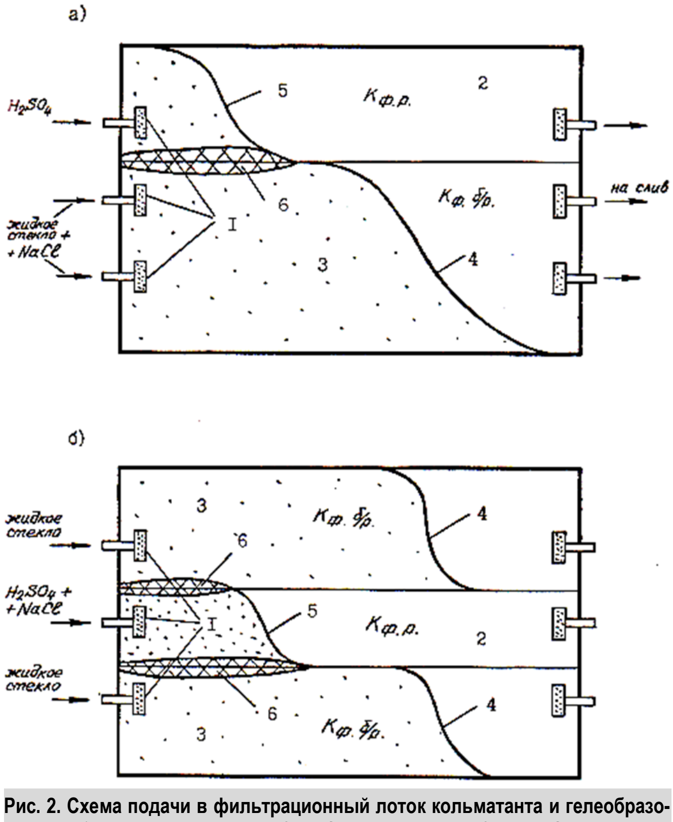


Рис. 2. Схема подачи в фильтрационный лоток кольматанта и гелеобразователя: *1-Фильтры «скважин»; 2-«Рудный» интервал; 3-«Безрудный» интервал; 4-Фронт продвижения кольматирующего раствора; 5-Фронт продвижения гелеобразователя; 6-Зона кольматации*

В процессе работы на фильтрационных лотках моделировалась химическая кольматация безрудных пород при следующих соотношениях коэффициентов фильтрации рудных и вмещающих безрудных пород: 0,25; 0,3; 0,5; 0,7; 0,75; 1,0.

В качестве кольматанта и гелеобразователя использовались композиции, приведенные в табл. 3. подача кольматирующего раствора осуществлялась в «безрудную» часть пласта с опережением по отношению к гелеобразователю, который поступал через «скважину» в рудный интервал. Схема подачи растворов в фильтрационный лоток показана на рис. 2.

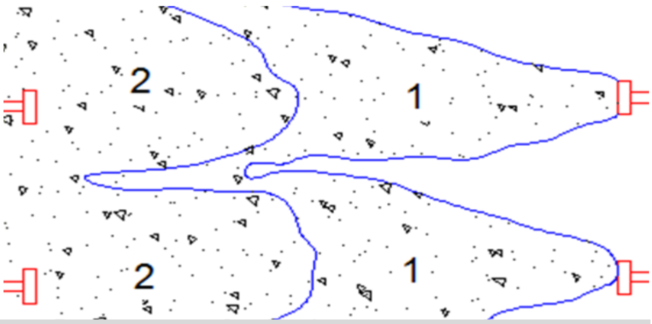


Рис. 3. Горизонтальный разрез кольматации: 1-Зона кольматации; 2-Зона интенсивной кольматации

Всего в фильтрационном лотке для условий двухслойного и трехслойного пласта было выполнено 24 опыта по созданию горизонтальной химической завесы. При этом установлено, что скорость образования химической завесы и ее надежность зависит от скорости диффузии на границе раздела кольматирующего раствора и гелеобразователя. Мощность закольматированного слоя во всех случаях составила 20-50 *мм* (рис. 3).

Таблица 3

Типы кольматантов и гелеобразователей, снижающие фильтрационные свойства

Соотношение коэффициентов фильтрации рудных и безрудных интервалов в опытах	0,25	0,30	0,50	0,70	0,75	1,0
Тип композиции кольматанта и гелеобразователя	II	II	I, II	I, II	I-III	I-III

В табл. 3 для различных соотношений коэффициентов фильтрации рудных и безрудных интервалов приведены типы кольматанта и гелеобразователя, при использовании которых происходила надежная кольматация пласта, снижение фильтрационных свойств в 4-10 раз.

Таким образом, выполненные исследования по изучению кольматационных свойств растворов жидкого стекла позволяют рекомендовать их опробование на опытном участке ПВ. Этому должно предшествовать тщательное изучение горно-геологических и гидрогеологических условий опытного участка, результаты которого во многом определяют выбор эффективного типа кольматанта и гелеобразователя.

Библиографический список:

1. Lax P.D., Wendorff B. Systems of conservation laws. / Comm. Pure Appl. Math 13 1960, pp. 217-237.

2. Lockett M.J., Al-Habbooby H.M. Differential settling by size of two particle species in a liquid. / Trans. Instn Chem. Engrs 51, 1973, pp. 281-292.

3. Mader D.Hydrualic proppant fracturing and gravel packing. Development in petroleum science. / Elsevier Science Publishers, 26, 1989, p. 1240.

4. Сапаров А.Б., Икрамов Д.З., Нарзиев А.С., Шарафутдинов У.З. Влияние гидрогеологических параметров рудоносных горизонтов при разработке месторождений песчаникового (фильтрационного) типа методом подземного выщелачивания // Республиканская научно-техническая конференция «Проблемы, развитие и инновационные направления геологических наук в Узбекистане». – Ташкент, 17 декабря 2013г. – С. 256-257.

5. Шарафутдинов У.З., Сапаров А.Б., Ахадов Х.Р. Оценка влияния искусственных водоупоров на основные геотехнологические показатели отработки // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2016. – №3. – С. 11-16.

6. Шарафутдинов У.З., Аликулов Ш.Ш., Курбанов М.А., Халимов И.У. Исследования гидродинамических параметров при подземном выщелачивании путем физического моделирования // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2019. – №1. – С. 23-25.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 8-10

MODELING OF UNDERGROUND LEACHING PROCESSES, HYDRAULIC FRACTURING AND COLMATION

[2]***Xalimov I.U.,*** *Head of department, Ph.D. associate professor,*
[1]***Sharafutdinov U.Z.,*** *Head of the Innovation Center, Ph.D., associate professor, u.sharafutdinov@ngmk.uz*
[2]***Yuldoshev A.S.,*** *graduate student*
[2]***Avezova D.A.,*** *graduate student*

[1]*Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Navoi, Uzbekistan*
[2]*Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan*

Abstract:
The article presents the results of modeling the effect of artificial water barriers on the hydrodynamic flow and on the formation, the analysis of materials from observations of the work of the experimental cell with an artificial water barrier, as well as modeling of hydraulic fracturing and colmatation processes on experimental stands. In the course of modeling, the influence of the power of artificial water barriers on the main geotechnical indicators of working out a single hydrodynamic cell was studied. The following values of the parameters of the artificial water barrier were adopted: filtration coefficient from 4.5 to 0.1 m/day, power from 5 to 0.1 m.

Keywords: *uranium, underground leaching, hydraulic fracturing, colmatation, modeling of processes, water repellent.*

References

1. Lax P.D., Wendorff B. Systems of conservation laws. / Comm. Pure Appl. Math 13 1960, pp. 217-237.

2. Lockett M.J., Al-Habbooby H.M. Differential settling by size of two particle species in a liquid. / Trans. Instn Chem. Engrs 51, 1973, pp. 281-292.

3. Mader D.Hydrualic proppant fracturing and gravel packing. Development in petroleum science. / Elsevier Science Publishers, 26, 1989, p. 1240.

4. Saparov A.B., Ikramov D.Z., Narziev A.S., Sharafutdinov U.Z. The influence of the hydrogeological parameters of ore-bearing horizons in the development of sandstone (filtration) deposits by underground leaching // Republican Scientific and Technical Conference "Problems, Development and Innovative Directions of Geological Sciences in Uzbekistan". - Tashkent, December 17, 2013. - pp. 256-257.

5. Sharafutdinov U.Z., Saparov A.B., Akhadov H.R. Evaluation of the effect of artificial confines on the main geotechnological indicators of mining // Gorniy vestnik Uzbekistana - Navoi, 2016. - No. 3. - pp. 11-16.

6. Sharafutdinov U.Z., Alikulov Sh.Sh., Kurbanov MA, Halimov I.U. Investigations of hydrodynamic parameters during underground leaching by physical modeling // Gorniy vestnik Uzbekistana 2019 .- No. 1. - pp. 23-25.

УДК 549(575.16)

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАУШАН (КУЛЬДЖУКТАУ)




Джурабаев А.Б., Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, докторант

Карабаев М.С., начальник отдела минералогии и геохимии, Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, д.г-м.н., профессор

Амиров Э.М., Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, докторант

Оролов А.К., инженер, Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева

Quljuqtov tog'laridagi Taushon koni oltin ma'danlashuvining mineral tarkibi, joylashuvi, asosiy va hamroh elementlarning tarqalish xususiyatlari o'rganilgan. Oltinning margimush, molibden, tellur, vismut, volfram bilan kuchli korrelyasiyaviy bogliqlikga ega ekanligini aniqlanganligi Taushon koni oltin ma'danlashuvining hosil bo'lishida nisbatan yuqori haroratli mineral-geokimyoviy assosiasiyalarning namoyon bo'lganligidan xabar beradi.

Tayanch iboralar: *Taushon, Quljuqtov, oltin ma'danlashuv, joylashuvi, mineral tarkib, elementlar tarqalishi, korrelyasion bog'liqlik, hosil bulish sharoitlari, qidiruv belgilari.*

Проанализированы данные по условиям локализации, минеральному составу и особенностям распределения главных и сопутствующих элементов золотого оруденения месторождения Таушан в горах Кульджуктау. Установлено, что золото образует сильную корреляционную связь с мышьяком, молибденом, теллуром, вольфрамом, свидетельствующий о проявлении более высокотемпературных минерально-геохимических ассоциаций при формировании золотого оруденения.

Ключевые слова: *Таушан, Кульджуктау, золотое оруденение, локализация, минеральный состав, распределение элементов, корреляционные связи, условия формирования, поисковые признаки.*

Изучение особенностей минерального состава и характера распределения основных и сопутствующих элементов несут важную информацию об условиях рудообразования и могут быть использованы как поисковые признаки [8].

Месторождение Таушан находятся на северных склонах центральной части гор Кульджуктау Южно-Тяньшанской структурно-фациальной зоны, размещающейся в Южно-Тяньшанском орогеническом поясе, представляющую региональную зону смятия и дробления субширотного простирания [6, 15-16]. Это определяет общее сходство черт магматизма и металлогении района с другими горными возвышенностями Центральных Кызылкумов. Вместе с тем краевая позиция этих гор в общем плане зоны обусловливает и некоторые их особенности: появление в значительных масштабах габброидных формаций, широкий размах постмагматической графитизации и наличие среди гранитоидов щелочных эгиринсодержащих пород. По этим особенностям Кульджуктау резко отличается от близлежащих горных массивов - Ауминзатау и Нуратау и тяготеет к Султанувайсу и Зирабулакской группе [2].

В геологическом строении описываемого района принимают участие осадочно-метаморфические и изверженные породы палеозойского возраста, образующие складчатый фундамент, а также отложения меловой, палеогеновой, неогеновой систем, развитые в основном на предгорных равнинах и относящиеся к покрову (рис.1) [3].

В тектоническом отношении Кульджуктау представляет собой сложное складчатое сооружение, состоящее из серии узких, сильно сжатых асимметричных складок с резко подчеркнутой линейной ориентировкой их осей в северо-западном направлении. Крылья складок нарушены разломами, большая часть которых является сбросами и лишь часть - крутопадающими надвигами [13].

Магматические породы в этом районе имеют большое распространение и характеризуются значительным разнообразием и могут быть объединены в следующие комплексы: верхнесилурийский вулканогенный; габброидов (условно С2); гранитоидных интрузивов (условно С3–Р) [9]. Интрузивные образования занимают около 15% палеозойских выходов гор Кульджуктау. По петрохимическим признакам всё многообразие интрузивных пород района можно объединить в три основные формации: габбро-диоритовую, сиенит-диоритовую и гранодиорит-гранитовую [1].

Месторождение Таушан расположено в центральной части поднятия Кульджуктау в 2,5 *км* восточнее Актостинского интрузива (рис.1). Участок месторождения сложен терригенными отложениями таушанской свиты. Подстилающие и перекрывающие мраморизованные известняки девона прослеживаются на севере площади и в виде тектонических линз в южной и западной части месторождения [14]. Литологический состав свиты довольно пестрый, и представлен чередованием песчаников, алевролитов, кремнистых сланцев [11].

Кремнистые сланцы серого, светло - серого цвета тонкоплитчатые, местами чередуются с рассланцованными алевролитами и углистыми сланцами, и известняками. Эти породы прослеживаются в виде линз субширотного простирания и ограничивают с юга минерализованную зону [5].

Терригенно - осадочные отложения прорваны дайками лампрофиров. Наиболее широко проявлены дайки спессартитов, имеющих субширотное простирание (300 - 340°), мощность от одного до десятка метров и протяженностью до 200 *м*. Углы падения крутые (60 - 80°) на север.

Основными структурами, вмещающими месторождение золота является складки и сопровождающие их разломы различной ориентировки. В структурном плане месторождение Таушан представляет собой систему сближенных субпараллельных складок, разделенных разрывами субширотного и северо-восточного простирания. Важным стержневым элементом, влияющим на локализацию золотого оруденения, являются крутопадающие разломы субширотного простирания (300-340°СЗ) представленные зонами смятия, дробления и сопровождающиеся гидротермально - метасоматическими изменениями. Разломы этого типа располагаются кулисообразно и субпараллельно осевым поверхностям складок, разграничивая и смещая их. Мощность зон разломов изменяется от первых метров до 100 и более метров в раздувах по простиранию они достигают первых километров. С этими разрывами связано внедрение даек микродиоритов и диоритовых порфиритов, размещение зон березит-лиственитовых метасоматитов, к которым приурочены интервалы с относительно высоким содержанием золота.

На площади месторождения наблюдаются две полосы развития субширотных тектонических зон, контролирующих золотое оруденение (минерализованные зоны). Приосевая в центральной части площади, вмещающая основные рудные залежи месторождения и многочислен-

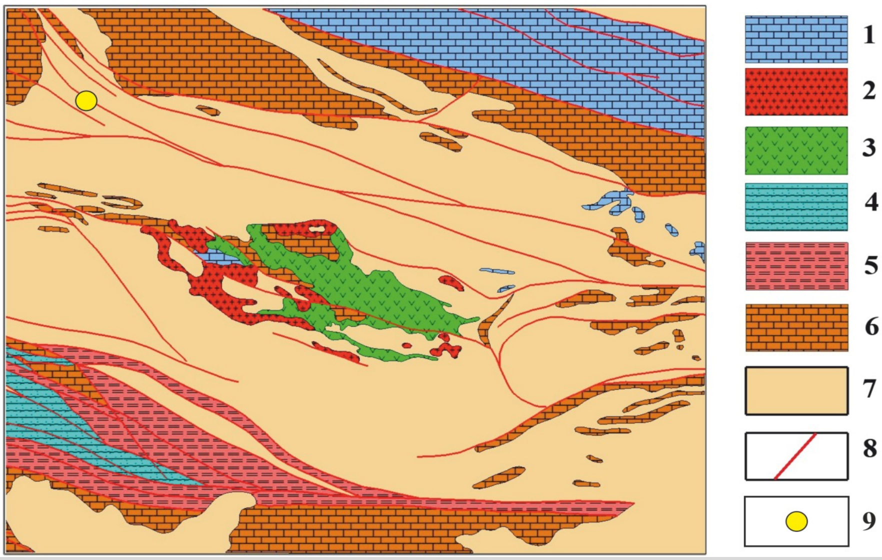


Рис.1. Схематическая геологическая карта Таушанской площади (по материалам А.В. Толоконникова и др., 1996). *1) известняки D_3-C_1; 2) гранит- гранодиориты gd P_1; 3) габбро диориты nd C_3; 4) вулканогенно-карбонатно-терригеновые породы S_1 C_{n-w}; 5) кремнисто-карбонатные породы D_2; 6) известняково-доломитовые породы S_1-D_2; 7) нерасчлененные четвертичные отложения; 8) разрывные нарушения; 9) месторождение Таушан*

ные точки минерализации на протяжении 2 *км*, и рудопроявление Перевальное в 200 - 400 *м* севернее.

Разломы севере-восточного направления (30-40°) представлены разобщенными маломощными (1-5 *м*) зонами дробленых и брекчированных пород. Иногда к разломам этого простирания приурочено проявление даек диабазовых порфиритов. Дайки не несут явных следов гидротермальной проработки и золоторудной минерализации. Разломы северо-восточного направлений являются пострудными и они повсеместно блокируют и смещают продуктивные на золото разрывно-складчатые структуры, проявленные на более ранних этапах рудообразования. В результате последовательного проявления этих структур сформировался линейно-ориентированный штокверк [5].

С поверхности минерализованные зоны и рудные залежи имеют значительный горизонтальный размах - 50 - 200 *м*. В вертикальном разрезе, с глубиной они закономерно уменьшаются и объединяются в крутопадающие зоны (рудные столбы), образуя структуру типа так называемого «конского хвоста».

Зоны сульфидной минерализации месторождения Таушан приурочены к участкам дробления и метасоматического окварцевания углеродисто-кремнистых, углеродисто-кремнисто-слюдистых (серицитовых) сланцев. Рудная минерализация в кернах скважин представлена, главным образом, пиритом, арсенопиритом, пирротином, реже халькопиритом и другими сульфидами. Они преимущественно размещаются во вмещающих сланцах или по зальбандам участков окварцевания, реже – в самой массе кварца [4]. Образуют гнездообразные, линзообразные скопления различной формы, иногда размещаясь по напластованию пород, реже по различным направлениям.

Наиболее распространенным является пирит, основная часть которого приурочена к гнездам, линзам и прожилкам зоны окварцевания и серицитизации пород, где представлен мелкими идиоморфными кристалликами размером в 0,00n – 0,0n *мм* [7]. Величина его отдельных зерен до 1,5-2 *мм*. В некоторых случаях скопления пирита (до 0,5-0,8 *см*) в виде гнезд и метазерен отмечается по тончайшим трещинам, что отчетливо наблюдается в сколах по ним. В кварц-слюдистых сланцах пирит иногда образует скопления по напластованию пород (рис. 2 а). В зонах метасоматического окварцевания и сульфидизации отмечаются укрупнение листочек слюд. Пирротин представлен единичными зернами размером в 0,00n-0,0n *мм*. Форма их более или менее изометричная с ровными ограничениями.

Арсенопирит образует гипидиоморфные зерна, ромбовидные, копьевидные, часто встречаются лучистые, звездчатые агрегаты (рис.2 б). Нередко внутреннее строение кавернозное, иногда с включениями нерудных минералов. Зерна неправильной полигональной формы часто имеют удлиненную форму, расположенную по сланцеватости породы. В таких зернах часто встречаются включения нерудных минералов в центральных частях. Размер зерен арсенопирита до 0,1 *мм*.

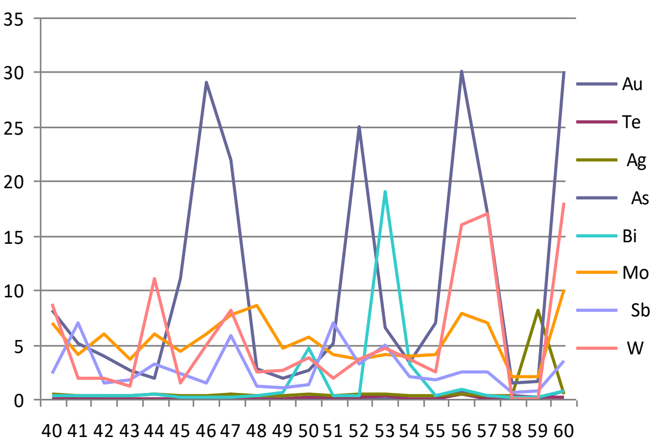
Халькопирит образует очень редкие мелкие, изометричные зерна (до 0,0n *мм*). Эти же образования пересекаются тонкими халькопирит-карбонатными просечками.

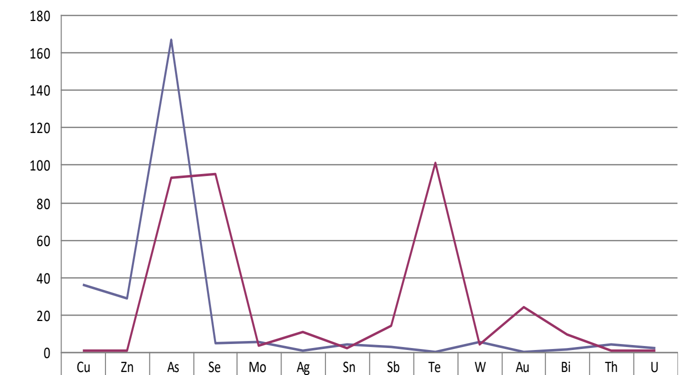
Текстура руд – вкрапленная, структура – гипидиоморфнозернистая.

Рудные зоны на поверхности локализованы в параллельно ориентированных разломах крутого падения и субширотного простирания, представленные дроблением, ожелезнением и выщелачиванием первичных сульфидов. Зона окисленной рудной минерализации представлена массой лимонита с неравномерно распределенными в ней корродированными и реликтовыми остатками зерен породообразующих минералов, составляющих 55-60% от массы породы.

Гидроокислы железа (гетит и гидрогетит) наиболее широко распространенные рудные минералы зоны окисления. Встречается в виде охр, псевдоморфоз по сульфидам и редко в виде почковидных натечных образований. Цвет их бурый различных оттенков. Чаще кварц окварцованных пород сцементируется гетитом и гидрогетитом, с натечными образованиями (рис.3).

По массе пород неравномерно распределены сильно катаклазированные гнездовидные выделения окислов марганца, размер которых не превышает 0,02 *мм*. На фоне повсеместно присутствующих окислов марганца изредка различаются гидроокислы железа, активно окраши-





	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Sn	Sb	Te	W	Au	Bi	Th	U
Средн.	35,68	28,6	167	4,72	5,34	0,74	3,96	2,72	0,1	5,49	0,1	1,56	4,27	2,26
Кларк	0,65	0,41	93	95	3,6	10,5	2	14	101	3,7	24	9,2	0,4	0,8

Рис.2. Характер распределения элементов (а), их средние значения и кларки концентрации (б) в минерализованных зонах месторождения Таушан

Таблица 1

Характер распределения золота и сопутствующих элементов в рудах месторождения Таушан, по данным масс-спектрометрического анализа; в *г/т*

	№ пр	Au	Te	W	Bi	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Sn	Sb	Th	U
1	40	0,0001	0,051	8,7	0,22	29	16	81	5,1	6,9	0,39	2	2,3	1,1	0,62
2	41	0,0001	0,086	1,9	0,35	49	66	51	4,7	4	0,35	1,2	6,9	5,1	1,6
3	42	0,0001	0,031	1,9	0,25	11	24	39	4,7	6	0,31	1,3	1,5	5	2,4
4	43	0,0001	0,031	1,2	0,27	22	24	26	4,4	3,7	0,29	1	1,7	3,6	1,3
5	44	0,0001	0,062	11	0,39	21	16	19	4,2	6	0,4	1,3	3,2	2,5	1,1
6	45	0,0001	0,049	1,4	0,2	16	22	110	4,7	4,4	0,36	0,78	2,3	4,3	2,7
7	46	0,0001	0,037	4,9	0,18	14	17	290	4,4	6	0,34	0,85	1,4	4	2,5
8	47	0,45	0,062	8,2	0,15	17	14	220	4,9	7,7	0,45	0,6	5,8	2,2	1,9
9	48	0,0001	0,055	2,4	0,22	22	8,1	27	4,6	8,6	0,28	1,8	1,1	1,7	0,49
10	49	0,0001	0,012	2,6	0,58	35	28	19	4,6	4,6	0,3	8,6	1	10	2
11	50	0,0001	0,1	3,8	4,7	110	15	26	4,9	5,7	0,39	12	1,3	10	5,6
12	51	0,0001	0,086	1,9	0,35	49	66	51	4,7	4	0,35	1,2	6,9	5,1	1,6
13	52	0,0001	0,077	3,7	0,25	27	14	250	5	3,6	0,41	9,5	3,2	7,5	0,49
14	53	0,0001	0,28	4,6	19	110	31	65	4,7	4	0,44	24	4,9	2,5	2,6
15	54	0,0001	0,045	3,7	3,2	96	99	33	5	3,9	0,34	12	2	6,3	2,4
16	55	0,0001	0,051	2,4	0,28	9,1	6,5	69	4,8	4	0,32	0,42	1,8	0,17	0,31
17	56	0,75	0,41	16	0,82	18	30	1000	5	7,9	0,47	2	2,5	6,4	3,3
18	57	0,12	0,064	17	0,32	74	55	170	4,6	6,9	0,34	1,2	2,4	4,8	2,7
19	58	0,0001	0,25	0,01	0,11	2	4,3	15	4,6	2,1	0,24	0,11	0,61	0,06	5,6
20	59	0,0001	0,1	0,02	0,13	3,1	7,4	16	4,7	2,1	8,2	0,18	0,72	0,36	1,8
21	60	0,7	0,19	18	0,72	15	38	940	4,9	10	0,47	1,2	3,5	7	4,5
Среднее содержание		0,10	35,68	0,10	5,49	1,56	28,6	167	4,72	5,34	0,74	3,96	2,72	4,27	2,26
Кларк		0,004	55,00	0,00	1,50	0,17	70,0	1,80	0,05	1,50	0,07	2,00	0,20	9,60	2,70
Кларк концентр.		24	0,65	101	3,7	9,2	0,41	93	95	3,6	10,5	2	14	0,4	0,8
Геохимический ряд степени накопления: **Te-Se-As-Au-Sb-Ag-Bi-W-Mo-Sn-U-Cu-Th-Zn**															

вающие прилегающие минералы в буроватый цвет. Их выделения колломорфные, землистые, размером до 0,2 *мм*. Структура руд катакластическая, текстура брекчиевая.

Характер распределения элементов в рудных зонах месторождения Таушан изучен по результатам ISP-масс-спектрометрии. Содержания золота в изученных пробах до 0,75 *г/т* (табл.1), наиболее высокие средние содержания приурочены к зонам дробления, окварцевания и сульфидизации углеродисто-кремнистых сланцев и метаалевролитов с кварц-полевошпатовыми (альбит, микроклин) и березит-лиственитовыми метасоматитами. Более высокие степени концентрации характерны для теллура (101), селена (95), мышьяка (93), золота (24), менее – сурьмы (13), серебра (10), висмута (9) и вольфрама и молибдена (4), что отражается на степени накопления элементов. Значения других элементов низкие (рис.2).

Известно, что кларки концентрации и взаимосвязи главных и сопутствующих элементов в рудных зонах могут указывать на условия формирования оруденения [10]. На месторождении Таушан золото образует значимую корреляционную связь (табл.2, рис. 3) с мышьяком (0,9), вольфрамом (0,75), молибденом (0,7), теллуром (0,6) и висмутом (0,5). Эти связи свидетельствуют о проявлении более высокотемпературных минерально-геохимических ассоциаций при формировании золотого оруденения на данном объекте.

1. Рудные зоны месторождения Таушан представлены дроблением, окварцеванием и сульфидизацией углеродисто-кремнистых сланцев и метаалевролитов с кварц-полевошпатовыми (альбит, микроклин) и березит-лиственитовыми метасоматитами и сложены, главным обра-

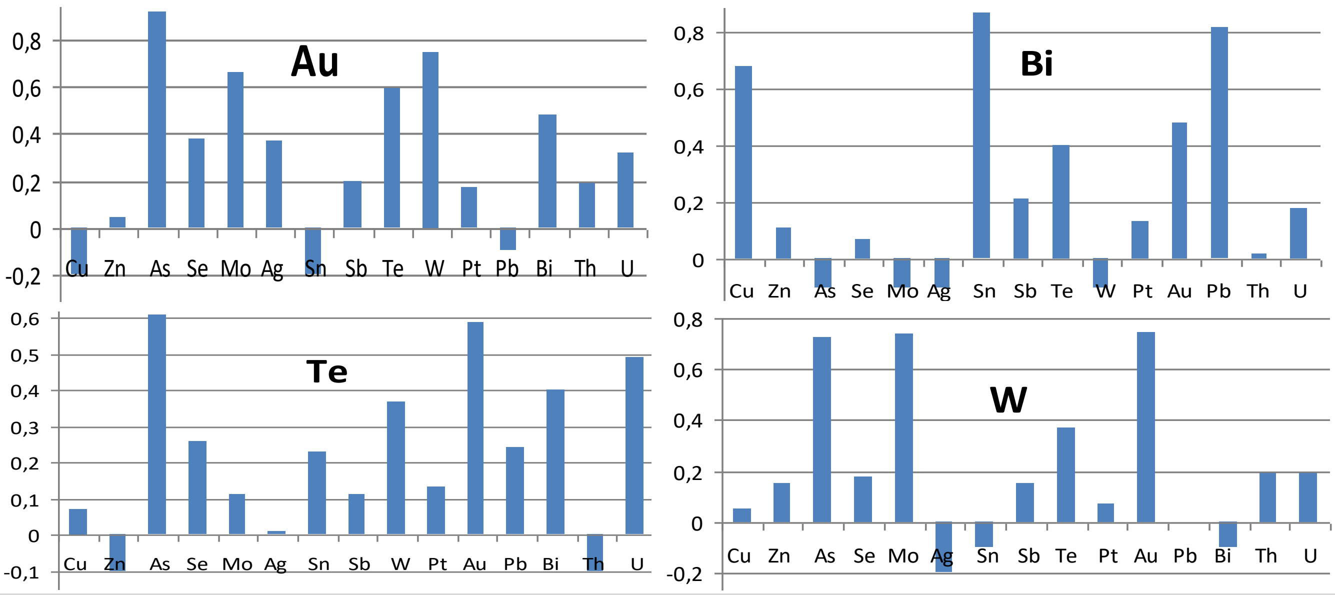


Рис.3. Корреляционные связи элементов в минерализованных зонах месторождения Таушан

Таблица 2

Корреляционные связи главных и сопутствующих элементов в рудах месторождения Таушан

	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Sn	Sb	Te	W	Pt	Au	Pb	Bi	Th	U
Cu		0,54	-0,2	0,20	-0,1	-0,21	0,78	0,23	0,07	0,05	0,38	-0,2	0,81	0,68	0,42	0,24
Zn	0,54		0,04	0,18	-0,1	-0,20	0,21	0,45	-0,1	0,15	0,60	0,04	0,36	0,11	0,38	0,03
As	-0,2	0,04		0,36	0,61	-0,10	-0,2	0,10	0,61	0,73	0,23	0,92	-0,1	-0,1	0,28	0,30
Se	0,20	0,18	0,36		0,18	-0,01	0,23	0,13	0,26	0,18	0,25	0,38	0,10	0,07	0,23	0,09
Mo	-0,1	-0,1	0,61	0,18		-0,34	-0,2	0,08	0,11	0,74	-0,1	0,66	-0,1	-0,1	0,18	0,07
Ag	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,3		-0,1	-0,2	0,01	-0,2	-0,4	0,37	-0,19	-0,1	-0,3	-0,07
Sn	0,78	0,21	-0,2	0,23	-0,2	-0,13		0,09	0,23	-0,1	0,31	-0,2	0,89	0,87	0,35	0,14
Sb	0,23	0,45	0,10	0,13	0,08	-0,22	0,09		0,11	0,15	0,48	0,20	0,24	0,21	0,05	-0,19
Te	0,07	-0,1	0,61	0,26	0,11	0,01	0,23	0,11		0,37	0,13	0,59	0,24	0,40	-0,1	0,49
W	0,05	0,15	0,73	0,18	0,74	-0,20	-0,1	0,15	0,37		0,07	0,75	0,00	-0,1	0,19	0,19
Pt	0,38	0,60	0,23	0,25	-0,1	-0,35	0,31	0,48	0,13	0,07		0,17	0,38	0,13	0,67	-0,01
Au	-0,2	0,04	0,92	0,38	0,66	0,37	-0,2	0,20	0,59	0,75	0,17		-0,1	0,48	0,19	0,32
Pb	0,81	0,36	-0,1	0,10	-0,1	-0,19	0,89	0,24	0,24	0,00	0,38	-0,1		0,82	0,48	0,23
Bi	0,68	0,11	-0,1	0,07	-0,1	-0,07	0,87	0,21	0,40	-0,1	0,13	0,48	0,82		0,02	0,18
Th	0,42	0,38	0,28	0,23	0,18	-0,30	0,35	0,05	-0,1	0,19	0,67	0,19	0,48	0,02		0,32
U	0,24	0,03	0,30	0,09	0,07	-0,07	0,14	-0,2	0,49	0,19	-0,1	0,32	0,23	0,18	0,32	

зом, пиритом, арсенопиритом, пирротином, реже халькопиритом и другими сульфидами, размещенные в зонах дробления и окварцевания пород и приурочены к крутопадающим тектоническим нарушениям северо-запад-субширотного направления.

2. Золото в своем распределении образует сильную корреляционную связь с мышьяком, молибденом, теллуром, вольфрамом, свидетельствующая о проявлении более высокотемпературных минерально-геохимических ассоциаций при формировании золотого оруденения месторождения Таушан.

3. Особенности распределения указанных элементов могут быть использованы как действенные критерии поиска при проведении поисковых работ на золото на данной площади.

Библиографический список:

1. *Айсанов Я.Б. Новые данные по стратиграфии ордовикских и нижнесилурий-ских отложений Кульджуктау //Узб. геол.журнал, №3, 1966. -45 с.*
2. *Айсанов Я.Б. К истории геологического развития Кульджуктау в палеозое. //Узб. геол.журнал, №1, 1969. 22 с.*
3. *Айсанов Я.Б. Тектоническое строение палеозоя гор Кульджуктау //Узб. геол. журнал, №5. 1969. С. 62-71.*
4. *Бадалов С.Т., Шувалов В.Б. Минералого-геохимические и некоторые генетические особенности пирит-арсенопирит-золоторудного месторождения Кокпатас (УзССР) / Зап. Узб. отд-ния ВМО. Вып. 25. // Ташкент, 1972. С. 12-18.*
5. *Бискэ Ю.С. Палеозойская структура и история южного Тянь-Шаня //Санкт-Петербург: С.Петербургский ун-т, 1996. - 171 с.*
6. *Бухарин А.К., Брежнев В.Д., Масленникова И.А. Тектоника Западного Тянь-Шаня. // Москва.: Наука, 1989. 164 с.*
7. *Генкин А.Д. Золотоносный арсенопирит из золоторудных месторождений: внутреннее строение зерен, состав, механизм роста и состояние золота // Геология рудных месторождений. №6. 1998. 124 с.*
8. *Гранитоидные формации Узбекистана. Под редакцией И.М. Исамухамедова. // Ташкент, 1970 г. С. 15-19.*
9. *Изох Э.П. Формационный анализ гранитоидов западного Узбекистана// Новосибирск, 1975 г. 144 с.*
10. *Карабаев М.С. Геохимические данные как основа прогноза и решения генетических вопросов золото-редкометального оруденения (горы Восточный Букантау) // Геология и минеральные ресурсы.- 2015. - №3.- С. 16-20.*

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 11-14

FEATURES OF LOCALIZATION AND MATERIAL COMPOSITION OF GOLD MINING OF THE TAUSHAN DEPOSIT (KULJUKTAU)

Djurabayev A.B., *PhD student of the Institute of Geology and Geophysics named after H.M.Abdullaev , alisher.djurabayev@gmail.com*
Karabaev M.S., *Head of the Department of Mineralogy and Geochemistry, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, karabayev-61@ mail.ru*
Amirov E.M., *PhD student of the Institute of Geology and Geophysics named after H.M.Abdullaev , amirov.7992@ gmail.com*
Orolov A.K., *Intern - researcher, Kh.M.Abdullayev Institute of Geology and Geophysics , orolov92@ gmail.com.*

Institute of Geology and Geophysics named after N.M. Abdullaev, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The data on the conditions of localization, mineral composition and distribution features of the main and accompanying elements of gold mineralization of the Taushan deposit in the Kuldzhuktau mountains are analyzed. It was found that gold forms a strong correlation with arsenic, molybdenum, tellurium, tungsten, indicating the manifestation of higher-temperature mineral-geochemical associations during the formation of gold mineralization.

Keywords: *Taushan, Kuldzhuktau, gold mineralization, localization, mineral composition, distribution of elements, correlation relationships, formation conditions, search features.*

References

1. *Aisanov Ya.B. New data on the stratigraphy of the Ordovician and Lower Silurian deposits of Kuldzhuktau // Uzb. geol. journal, No. 3, 1966. 45 p.*
2. *Aisanov Ya.B. On the history of the geological development of Kuldzhuktau in the Paleozoic. // Uzbek. geol. journal, No. 1, 1969. 22 p.*
3. *Aisanov Ya. B. The tectonic structure of the Paleozoic of the Kuldzhuktau mountains // Uzb. geol. Journal No. 5. 1969. pp. 62-71.*
4. *Badalov S.T., Shuvalov V.B. Mineralogical and geochemical and some genetic features of the pyrite-arsenopyrite-gold ore deposit Kokpatas (UzSSR) / Zap. Uzb. WMO Departments. Vol. 25. // Tashkent, 1972. pp. 12-18.*
5. *Bise Yu.S. The Paleozoic structure and history of the southern Tien Shan // St. Petersburg: S. Petersburg University, 1996. 171 p.*
6. *Bukharin A.K., Brezhnev V.D., Maslennikova I.A. Tectonics of the Western Tien Shan. // Moscow .: Nauka, 1989 . 164 p.*
7. *Genkin A.D. Gold-bearing arsenopyrite from gold deposits: the internal structure of grains, composition, growth mechanism and condition of gold // Geology of ore deposits. No. 6. 1998. 124 p.*
8. *Granitoid formations of Uzbekistan. Edited by I.M. Isamuhamedova. // Tashkent, 1970. pp. 15-19.*
9. *Izoh EP Formational analysis of granitoids in western Uzbekistan // Novosibirsk, 1975. 144 p.*
10. *Karabaev M.S. Geochemical data as the basis for forecasting and solving genetic issues of gold-rare-metal mineralization (mountains of East Bukantau) // Geology and Mineral Resources.- 2015. - No. 3.– pp. 16-20.*

УДК 550.343.6:550.37(575.1)

О ВЗАИМООТНОШЕНИИ ДАЕК С ОРУДЕНЕНИЕМ В КОЙТАШСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ (СЕВЕРНЫЙ НУРАТАУ)




Ишбаев Х.Д.,
ведущий научный сотрудник Института геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева, д. г-м.н., профессор

Туляганова Н.Ш.,
зав. кафедры Геология, минералогия и петрография факультета Геологии-разведки ТашГТУ им. Ислама Каримова, д. г-м.н., доцент

Шукуров А.Х.,
преподаватель факультета Геологии и информационных систем НУУз им. Мирзо Улугбека

Косбергенов К.М.,
стажер-исследователь Института геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева

Maqolada Qo'ytosh ma'danli maydonidagi melanokratli daykalar haqida ma'lumotlar keltirilgan, ularning orasida dioritli porfrit, motsonit-porfir, granodiorit-porfir, granit-porfir va ba'zan diabazlar bilan birga uchraydigan speesartitlar keng tarqalgan. Nordon daykalarning yoshi qadimgi, lamprofirlar esa eng yosh hosilalar bo'lib, ularning orasida ham granitgacha bo'lgan lamprofirlar mavjud. Qo'ytosh-Ugat yo'nalishi bo'yicha melanokrat daykalari bilan Qo'ytosh intruzivi granodioritlari bilan o'zaro aloqasi tariflangan va ularning sulfid-nodir metalli va kumush-polimetalli ma'danlashuv hosil bo'lishidagi petrografik va ma'dan generatsiyalovchi roli aniqlangan.

***Tayanch iboralar**: ma'danli maydon, sulfide-nodir metalli ma'danlashuv, skarnli ma'dan, daykalar, kristallanish differentsiatsiya, magmatic kamera, Koytash, Janubiy Tyan-Shan.*

В статье приведены сведения о меланократовых дайках Койташского рудного поля, среди которых преобладают спессартиты над остальными дайками ассоциирующиеся диоритовыми порфиритами, монцонит-порфирами, гранодиорит-порфирами, гранит-порфирами и редко диабазами. В возрастном отношении кислые дайки являются более древними, лампрофиры самими молодыми, хотя среди последних существуют догранитные лампрофиры. Охарактеризовано взаимоотношение лампрофировых даек с гранодиоритами Койташского интрузива на полосе Койташ-Угат и выявлена петро- и рудогенерирующая роль их в формировании сульфидно-редкометального и серебро-полиметаллического оруденения.

***Ключевые слова**: рудное поле, сульфидно-редкометаллическая минерализация, скарновые руды, дайки, кристаллизационная дифференциация, магматический очаг, Койташ, Южный Тянь-Шань.*

В последние десятилетия особое значение приобретает изучение вещественного состава дайковых образований Западного Тянь-Шаня. Этому свидетельствуют выполнение многочисленных специализированных фундаментальных, прикладных и инновационных проектов и ряда защит докторских диссертаций (DSc, PhD) по изучению дайковых образований.

Изучение отношений даек и оруденения способствуют решению основополагающих вопросов генезиса месторождений, последовательности формирования оруденения, его связи с магматическими процессами и др. [1, 2].

Практически во всех проявлениях эндогенного оруденения принимают участие дайки пестрого состава, которые образуют пучки и пояса различного направления. Однако, вопросы генезиса этих дайковых образований до сих пор остаются открытыми и на сей счет существуют противоположные точки зрения: согласно одним представлениям, они генетически связываются с теми гранитоидными интрузиями, с которыми ассоциируются [3-6 и др.], согласно другим - рассматриваемые образования являются генетически самостоятельными, связанными с глубинными очагами щелочно-базальтоидной магмы [7-15].

Одним из таких районов, являющихся базовым объектом для решения различных рудно-петрологических задач является площадь Койташского месторождения Северного Нуратау, в котором вплоть до раннего мезозоя формировались меланократовые дайки, с которыми ассоциируют сульфидно-редкометальные и серебро-полиметаллические типы оруденения [6, 14, 16].

В южной, восточной и юго-западной контактовых зонах Койташского интрузива наблюдаются три типа оруденения – скарновые образования с вольфрам-молибденовой минерализацией, сульфидно-редкометальное (W, Mo, Au, Cu) и кварц-полиметаллическое, которые образовались в приведенной последовательности. Вопрос о генезисе сульфидно-редкометального и серебро-полиметаллического оруденения полосы Койташ-Угат (Северное Нуратау) до сих пор не нашел должного ответа. Одни считают, что оруденение образовалось за счёт карбонатных пород при воздействии гранитоидов Койташского интрузива [16], другие – за счёт роговиков [17].

Сульфидно-редкометальные руды полосы Койташ-Угат в юго-западной и южной экзоконтактовых частях гранитоидного интрузива образуют приконтактовые тела мощностью от 5 до 30 *м*, иногда до 90 *м*, протяженностью более 1,5 *км*. Они вскрыты от шахт «Разведочная» и «Главная» на западе до Шуркунды (Дунётепа) – на востоке. Имеют общую протяженность 3700 *м* при ширине 900 *м*. Рудные тела формировались на контакте метаморфизованной карбонатно-терригенной толщи среднего карбона с Койташским гранитоидным интрузивом, форма их разная: линзо- и пластообразная, секущая, сложно-сетчатая и жильная [17].

Руды состоят из пирротина (54%), шеелита (0,70%), халькопирита (2,15%), молибденита (0,01%), пирита (0,1%), золота 0,97 *г/т*, серебра 13 *г/т*, меди 0,68% , висмута 0,02% и др., которые не характерны для серебро-полиметаллических руд [16].

Серебро - полиметаллическое оруденение на Полосе Койташ - Угат накладывается на приконтактовые сульфидно – редкометальные руды, а также образует линейный жильный штокверк, более густой в экзоконтактовой ороговикованной терригенной толще и менее интенсивный в эндоконтактовой зоне. Серебро-полиметаллическое с золотом оруденение представляет собой (на дневной поверхности) маломощные (от 0,2 до 1,5 -3 *м*), протяженные (до 800 *м*) кварц-карбонатные жилы и прожилки с галенитом, сфалеритом, халькопиритом, арсенопиритом. В эндоконтактовой части интрузива они представлены кварцевыми жилами (0,8-1,5 *м*) с халькопиритом, арсенопиритом, пиритом и меньшим количеством сфалерита, галенита. В них, среднее содержание серебра -120 *г/т*, а отдельные пробы содержат до 16 *г/т* золота, 310 *г/т* серебра, иногда до 3 – 4 *кг/т* серебра. Наиболее часто эта минерализация встречается на площади к югу и юго-западу от контактовой зоны Полосы Койташ-Угат [16].

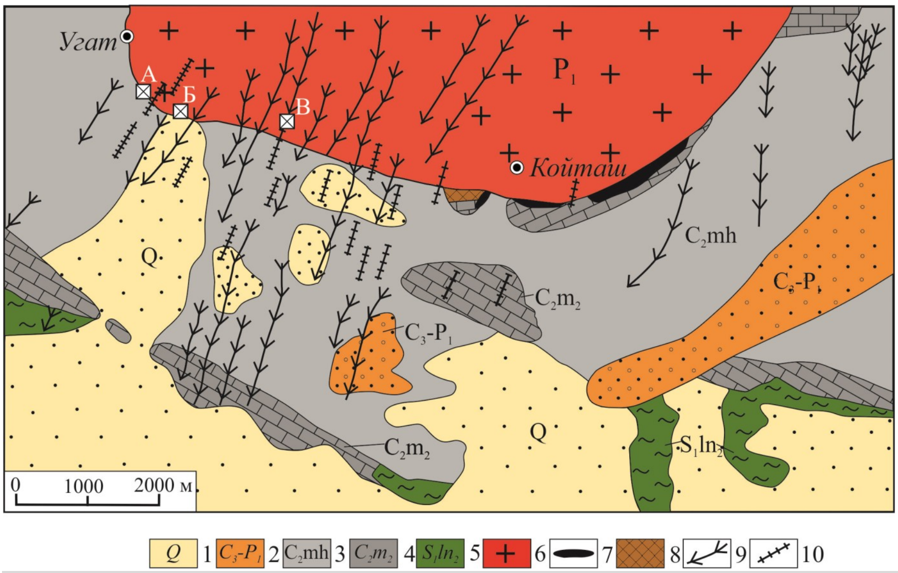


Рис.1. Схема размещений оловосодержащей серебро-полиметаллической с золотом минерализации на полосе Койташ-Угат (по Хамрабаеву и др., 1991) с некоторыми изменениями авторов.
1-четвертичные образования, 2- гравелиты, конгломераты, песчаники и алевролиты фаришской свиты, 3- известковые сланцы, алевролиты, печасники, конгломераты и прослои известняков михинской свиты, 4- доломитизирванные известняки, доломиты, известковые алевролиты и песчаники кельвасайской свиты, 5-сланцы, алевролиты и песчаники караташской свиты, 6-монцогранодиориты и граниты Койташского интрузива, 7-скарновые тела с редкометальным оруденением, 8- выходы сульфидно-редкометальных руд «железные шляпы» в виде бурых железняков (Шуркунды), 9-дайки лампрофиров и диоритовых порфиритов, 10-кварц-карбонатные жилы с золото-серебро-полиметаллическим оруденением.
Шахты: А - Капитальная, Б - Разведочная, В - Главная

Койташский массив расположен на юго-восточном склоне Северного Нуратау и относится к герцинским постколлизионным интрузиям. Он образует шток площадью 47 *кв.км*, в плане имеет овальную форму (10,5 х 6 *км*) и падание контакта на севере 70-800, а на юге 20-400 под вмещающими породами. Основная часть интрузива сложена роговообманково-биотитовыми гранодиоритами (главная фаза, 85%), гранитами (10%). Жильная серия (5%) представлена гранит-порфирами, аляскитами, лейкократовыми гранитами, аплитами и пегматитами. Среди пород главной фазы наблюдаются включения габбро-диоритов, микрогаббро и плагиогранитов, размер которых достигают до 3 *м* в поперечнике. Возможно, включения габбро-диоритов, микрогаббро и плагиогранитов являются продуктами ранней фазы магматизма на подобии, например, каттаичского габбро-гранодиоритового комплекса гор Нуратау, представленные многофазовой гомодромной ассоциацией интрузивных пород – габбро, монцонит-диориты, сиенито-диориты, сиенито-гранодиориты, граниты. Геологический возраст гранитоидов определяется прорыванием ими фаунистически охарактеризованной верхи среднего карбона. По данным [6, 18, 19] абсолютный возраст пород Койташского интрузива (по Rb-Sr) соответствует поздней перми (264±2 млн. лет, 87Sr/86Sr=0,7055), по K-Ar 267±8 млн.лет. В эндоконтактовых частях с мраморами породы приобретают состав гибридного габбро и кварцевого диорита мощностью до 40 м. Иногда в южной эндоконтактовой зоне в незначительных масштабах наблюдаются переходы гранитов в гранодиориты. В экзоконтактовой зоне широко развиты роговики с андалузитом, плагиоклазом, биотитом в ассоциации с кордиеритом, диопсидом, гроссуляром, волластонитом и др.

Койташский гранитоидный интрузив рассечен многочисленными дайками лампрофиров, диоритовых порфиритов, диабазов, кварцевых монцонит-порфиров, гранит- и гранодиорит-порфиров субмеридионального направления, количество которых превышает 45 (рис.1). Мощность их от 0,5 до 20 *м*, протяженность от нескольких сот метров до 3-5,5 *км*. Они прорывают Койташский гранитоидный интрузив (P1) и вмещающие его кембрий-ордовикские песчано-сланцевые отложения. По данным [6] абсолютный возраст даек диоритовых порфиритов равен – 247±2 млн. лет (по Rb-Sr методу, T1). Первичные отношения изотопов стронция (87Sr/86Sr=0,7054) указывают на возможный подкоровый источник расплава даек.

Среди лампрофировых даек на Койташском рудном поле преобладают спессартиты над остальными лампрофирами и ассоциируются с диоритовыми порфиритами, монцонит-порфирами, гранодиорит-порфирами, гранит-порфирами и редко диабазами. В возрастном отношении исследователи считают, что кислые дайки являются более древними, лампрофиры самими молодыми, хотя по данным [20] среди лампрофиров существуют догранитные лампрофиры.

По данным [21] в северо-западной части пос.Угат наблюдаются взаимоотношения даек гранодиорит-порфира с диоритовым порфиритом, где со стороны диорит порфирита наблюдается зона закаливания, что указывает на более ранний возраст диорит-порфиритов.

В шахте «Главная» дайки лампрофиров прорывают не только сульфидно-редкометальные тела полосы Койташ-Угат (рис.2), но и скарновые и карбонатные породы, в свою очередь, сами пронизаны кварц-полиметаллическими рудоносными жилами с типоморфными элементами – свинец, цинк, медь, железо, сера, а также элементами-спутниками – серебро, кадмий, висмут и индий. Это свидетельствует о том, что эти дайки являются межрудными образованиями.

Последующими исследованиями авторов впервые выявлено, что контакт между породами даек лампрофирового состава и гранодиоритами четкий и спаянный (рис.2, б). В последних отмечается зона покраснения (калишпатизации) мощностью до 1,5 - 2 *см.* Из контактовой зоны этих образований был изготовлен полированный шлиф и их вещественный состав изучен на электронном микроанализаторе, результаты которых приведены в табл.1, 2.

Дайка, прорывающая гранодиориты представляет собой черную и темно-серую породу с редкими крупными вкрапленниками удлиненно-пластинчатого плагиоклаза и удлиненного хлоритизированного биотита среди тонкозернистой основной массы, амфибол очень редок, по нему развиты хлориты и биотит. Состав плагиоклаза сильно изменчив - колеблется от андезина до битовнита. В основной массе встречаются мелкие микролиты плагиоклаза, биотита, роговой обманки, ортоклаза, рудные и акцессорные минералы с высокими содержаниями РЗЭ. Здесь амфибол представлен керсутитом (табл.2).

Сульфидные минералы, представленные, в основном, пиритом, халькопиритом и галенитом (табл.2), образуют рассеянные кристаллы и тонкие прожилки на контакте лампрофира с гранодиоритом (рис.2).

Состав пирита характеризуется присутствуем примеси кобальта, цинка, сурьмы и золота, соотношение S/Fe=2. Содержание меди в халькопиритах умеренное, галенит характеризуется высоким содержанием серебра (табл.2).

Как мы видим, температурное влияние даек на гранодиориты однозначно, что выражено калишпатизацией и образованием сульфидных минералов. Это происходило в условиях увеличения активности калия за счет кислотно-основного взаимодействия основной магмы даек с гранодиоритом. При этом, биотит и особенно преобладающая роговая обманка стали неустойчивыми и из них начало экстрагироваться железо. Выщелоченное (вынесенное) железо, соединяясь с серой, обычно имеющейся в избытке в основной магме, возможно, привело к формированию сульфидной минерализации небольшого масштаба.

Лампрофировые дайки на полосе Койташ-Угат играют важную роль в качестве источника тепла и флюидов, которые привели к мобилизации сульфидных залежей с полиметаллом, РЗЭ и некоторых благородных металлов (Ag, Bi, Au и Cu).

Выделены четыре группы жильных пород, различных по минералогическим особенностям, структурно-рудно-петрологической принадлеж-

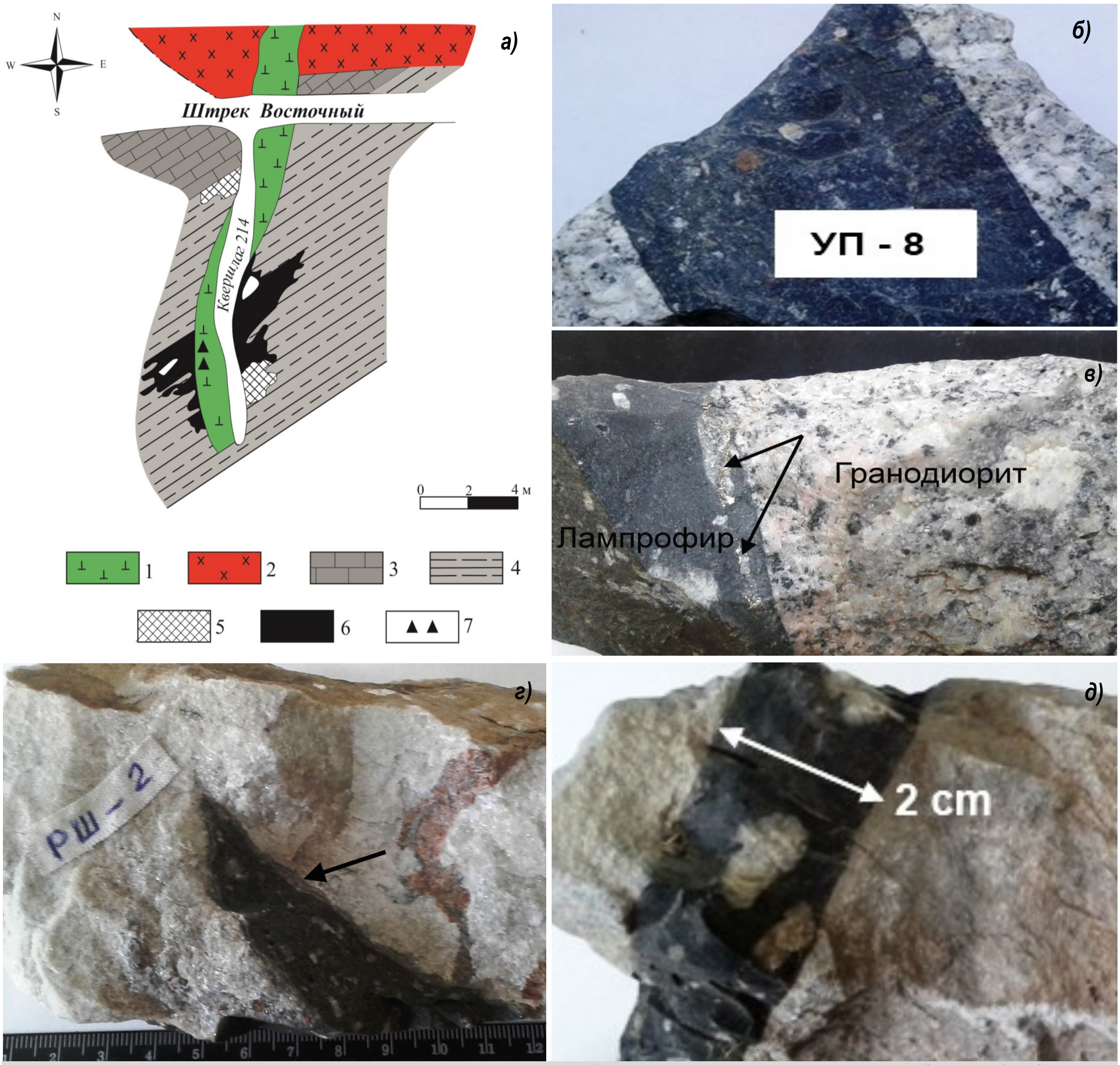


Рис.2. Фрагменты взаимоотношения даек с вмещающими породами на полосе Койташ-Угат: *а- схема взаимоотношения гранодиоритов, даек диоритовых порфиритов и сульфидно-редкометальных руд полосы Койташ-Угат, горизонт 700 м [Хамрабаев и др., 1993]. 1-диоритовый порфирит (T_1), 2-гранодиорит (P_1), 3-мраморизованный известняк (C_2), 4-роговик (C_2), 5-скарны и скарнированные породы убогосуль-фидные, 6-скарново-сульфидные (пирротин-халькопирит-пирит) залежи, 7-ксенолиты руд в диоритовом порфирите; б-контакт гранодиорита Койташского интрузива с дайкой лампрофира, в- образования сульфидного прожилка на контакте; г- прорывание лампрофировой дайки на мраморизованные известняки, где скарнируется (тонкая полоса указан стрелкой, шахта «Главная»); д- контакт лампрофировой дайки с терригенно-карбонатными породами (шахта «Главная»)*

ности, месту в общей эволюции сульфидно-редкометального и золото-серебро-полиметаллического рудообразования: а) дорудные штокообразные и дайкообразные тела (основные мафические дайки – долериты, габбро-диориты, микрогаббро, монцогаббро и др.) подводящие каналы сульфидных магматических расплавов, которые образуют самостоятельные сульфидно-редкометальных руд; б) дайки-апофизы интрузивных эквивалентов (лейкократовые граниты, аплиты, пегматиты) РМС в гранитоидах, наследующие рудно-петрологические особенности продуктов конечной камеры; в) внутри-интрузивные (внутрикамерные) жильные отщепления (гранодиорит-, гранит-порфиры), г) продукты самостоятельных автономно кристаллизующихся лампрофировых, неоднократно поступающих и прорывающих конечную камеру гранитоидной магмы. Для каждой из выделенных характерно индивидуальные специализации на определенные микроэлементы, связанных с ними оруденения (табл.3), что указывает на длительный многоэтапный характер становления РМС и определенный вклад даек в рудообразование на месторождение Койташ.

Золото-серебро-полиметаллическое оруденение на Койташском месторождении представлено в основном дайками (лампрофирами), в которых локализуются сульфидно-кварцевые жилы. Последние простираются в субмеридиональном направлении, т.е. по простиранию даек.

Дайки внедрялись по зоне повышенной проницаемости и дробления в близповерхностных условиях (гипабиссальных), их вещество отличалось высокой подвижностью за счет повышенного содержания летучих компонентов (фтор, фосфор хлор), что способствовало локальному перераспределению первичных концентраций серебра, полиметаллов и золота в жильной массе.

Главной особенностью лампрофиров являются их обогащенность барием, фосфором, ниобием, молибденом, вольфрамом, рением, гафнием, иттербием, серебром, золотом, селеном, мишьяком, теллуром, висмутом и др.

Интрузивные образования Койташского рудного поля имеют полихронный характер, последовательность формирования которых, по

Таблица 1

Химический состав минералов из дайки лампрофира (шахта «Главная»)

№	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO*	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Сумма
1	43,38	-	25,27	4,54	-	20,41	2,22	-	95,81
2	51,25	-	26,47	0,42	-	11,67	3,99	0,98	94,77
3	54,95	-	24,60	0,58	-	7,07	4,94	3,86	96,01
4	52,11	-	28,01	-	-	12,39	4,21	-	96,73
5	37,82	3,63	14,09	18,67	8,91	11,16	-	1,12	95,40
6	38,39	4,73	12,48	13,03	11,55	12,50	-	1,10	93,78
7	37,81	3,52	14,16	18,78	8,92	10,99	-	1,18	95,35
8	38,15	3,67	14,42	19,86	8,48	11,18	-	1,17	96,93
9	40,81	4,11	12,94	13,25	11,15	12,89	-	0,99	96,13
10	32,89	47,73	0,55	4,35		14,48	-	-	100,0
11	19,64	13,50	14,15	32,53	9,96	MnO=0,73	-	-	90,51
12	66,42	1,00	17,71	3,35	-	2,29	6,12	3,11	100,0
13	63,94	-	17,24	-	-	-	-	18,82	100,0
14*	62,94	-	17,55	-	-	-	-	18,22	100,0
15*	62,93	-	17,64	-	-	-	-	17,76	99,51

***Примечание**: 1-4 – плагиоклаз (1- лабрадор-битовнит, 2-лабрадор, 3-андезин, 4-лабрадор) , 5-9-керсутит; Образец УП-5: 10-сфен, 11-ортит, 12-плагиоклаз, 13-15-барийсодержаший ортоклаз (14*-барий =1,19, 15*-барий=1,29)*

Таблица 2

Химический состав сульфидных минералов из контакта дайки с гранодиоритом (шахта "Главная")

№	Fe	S	Cu	Co	Ni	Zn	As	Ag	Au
1	32,25	66,23	0,83	0,45	0,15	0,21	0,06		
2	32,56	66,86		0,16	0,10	0,21			0,08
3	32,60	66,59		0,27		0,27	0,15		
4	32,63	66,61		0,29		0,27			0,09
5	32,88	66,64		0,23		0,25			
6	32,93	66,44		0,30		0,17			0,08
7	32,93	66,49		0,13		0,30	0,10		
8	33,10	66,17	0,18	0,22		0,29			
9	33,12	66,07		0,13	0,35	0,31			
10	33,23	66,44							0,06
11	33,25	66,21		0,17		0,13	0,11	0,10	0,03
12	33,36	66,34	0,08	0,09		0,11			0,02
13	33,49	66,00				0.28	0,10	0,02	0,03
14	33,42	65,75		0,21		0,27	0,22		0,08
15	30,58	61,93	7,50						
16	27,05	47,54	25,42						
17	27,50	55,61	16,89						
18	8,88	55,44		Pb=34,25				1,43	

Примечание: 1-14-пирит, 15-17-халькопирит, 18-галенит

Таблица 3

Формационно-генетические типы даек и оруденения Койташского рудного поля и последовательность их образования

Типы дайково-жильных образований	Текстура руд	Основные рудные минеральные типы	Главные рудообразующие элементы	Примеры участков рудопроявления
I-тип ассоциирующие с телами габброидов, монцогаббро, габбро-норитов и дайками дорудных диабазов, диоритовых порфиритов и др., предшествующих образованию сульфидно-редкометальных оруденений в экзоконтактовой зоне Койташского гранитоидного интрузива				
Штокобразные тела габбро-норитов, плагиогранитов, дайки диабазов, диоритовых порфиритов (C_3-P_1)	Гнездово-прожилковые, линообразные и массивные	Пентландит-пирротин, троилит, арсенопирит, халькопирит, пирит, титано-магнетит, магнетит, ильменит	Ni, Co, Cu, Pt, As, Te, S, Au, Te, As, Se и др.	Полоса Угат-Койташ (Шахты «Разведочная» и «Главная»
II-тип ассоциирующие с дайками-апофизы интрузивных эквивалентов (лейкократовые граниты, аплиты, пегматиты) РМС в гранитоидах, наследующие рудно-петрологические особенности продуктов конечной камеры, предшествующие образованию редкоземельной минерализации				
Дайки и жильные образования лейкоратовых гранитов и аплитов (P_{1-2})	Вкрапленные	Ортит, сфен, рутил, моноцит, циркон	La, Ce, Gd, Sm, Au, Te, As, Se и др.	Участки северной и северо-восточной контактовой зоны интрузива
III-тип - внутриинтрузивные (внутрикамерные) жильные отщепления (гранодиорит-, гранит-порфиры), приводящие к образованию скарново-редкометального орудения в эндокотактовой зоне Койташского гранитоидного интрузива				
Дайки гранодиорит-, и гранит-порфиров (P_2)	Вкрапленные	Шеелит, молибденит, ортит, пирит	Mo, W, Re, Au, Te, As, Se, Th, U, и др.	Участки «Западный» и «Центральный»
IV-тип ассоциирующие с дайками диоритовых порфиритов и лампрофиров, предшествующих образованию золото-серебро-полиметаллических и РЗЭ оруденений в контактовой зоне Койташского гранитоидного интрузива				
Дайки лампрофиров и диоритовых порфиритов (T_{1-2})	Вкрапленные	Пирит, халько-пирит, галенит, сфалерит, ортит, моноцит, ильменит, апатит и др.	Sr, Ba, S, Ni, Co, Cu, Au, Bi, Re, Hf, Pb, Zn, Ag, As, Te, S, La, Ce, Gd, Sm, Th, U и др	Средняя теч. Маклыбайсай и шахта «Главная»

видимому, соответствуют эволюции долгоживущего постколлизионного очага магматизма, с проявлением основных интрузивных пород начальной стадии (габбро, габбро-диориты), наиболее масштабных кислых пород средней стадии (гранит-гранодиорит-монцониты) и основных дайковых образований (лампрофиры) заключительной стадии его развития.

Дайковые комплексы кислого состава, главным образом, являются предрудными по отношению к редкометалльному оруденению, лампрофировые дайки проявляются после формирования редкометального, но до образования серебро-полиметаллического (с золотом и серебром) оруденения, что указывает на их внутрирудный (синрудный) характер.

Полученные данные указывают на многостадийный характер формирования сульфидно-редкометалльного оруденения (золотом и серебром) Койташского рудного поля и их не однозначные взаимоотношения с дайковыми образованиями, которые являются объектами детального изучения, а результаты исследований имеют важное теоретическое и практическое значение для отраслевой науки.

Библиографический список:

1. Вольфсон Ф.И. и др. Основные вопросы и методы изучения структур рудных полей и месторождений. М.: Изд-во литературы по геологии и охране недр, 1960. – 622 с.
2. Ефремова С.В. Дайки и эндогенное оруденение. М., Недра, 1983. 224 с.
3. Полквой О.С. Образование жильных пород кислых интрузий (Центральный Казахстан) //Труды Ин-та геологических наук АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1950. -Вып. 107. С. 53-63.
4. Абдуллаев Х.М. К вопросу о металлогеническом значении дайковых образований //Зап. Узб. Отд. ВМО, 1954. Вып. 6. С. 3-16.
5. Абдуллаев Х.М. Дайки и оруденение. М.: Госгеолтехиздат, 1957. – 232 с.
6. Хамрабаев И.Х., Сайдыганиев С.С., Аскаров Ф.А., Азимов П.Т. Геохронология магматических и рудных образований в Койташском рудном поле (Северный Нуратау, Западный Узбекистан). Узбекский геологический журнал, 1993,№4. С. 13-18.
7. Мушкин И.В. Петрология верхней мантии Южного Тянь-Шаня. Т: Фан, 1979. 136 с.Оболенская Р.В. Чуйский комплекс щелочных базальтоидов Горного Алтая. Новосибирск, Наука,1971, 147 с.
8. Михалева Л.А. Мезозойская лампрофир-диабазовая формация юга Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. - 167 с.
9. Rock N.M.S. Lamprophyres. Blackie and Sons Ltd.,Glasgow and London, Blackie, Glassgow, 1991. 285 p.
10. Прибавкин С.В., Пушкарев Е.В. Щелочно-ультраосновной, кимберлитовый, лампроитовый и лампрофировый магматизм Урала (обзор) / Плюмы и проблема глубинных источников щелочного магматизма. Труды международного семинара. Иркутск. Изд-во Института географии СО РАН, 2003. С. 228-243.
11. Абушкевич В.С., Сырицо Л.Ф. Внутриплитный базитовый магматизм Хангилайского редкометального рудного узла (Восточное Забайкалье): глубины магмагенерации и субстраты плавления //Материалы III Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. Россия, Республика Бурятия, г.Улан-Удэ. -2006, С.-15.
12. Scarrow, J. H., Molina J.F., Bea F., Montero P., Vaughan A.P.M. Lamprophyre dikes as tectonic markers of late orogenic transtension timing and kinematics: A case study from the Central Iberian Zone, Tectonics, 2011, 30, TC4007. pp.1-22.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 15-19

ABOUT THE RELATIONSHIP OF DYKES WITH MINERALIZATION IN KOYTASH ORE FIELD (NORTHERN NURATAU)

[1]**Ishbaev H.D.,** *Leading Researcher, Doctor of Medical Sciences, Professor, halbay@mail.ru*
[2]**Tulyaganova N.Sh.,** *Head Department of Geology, Mineralogy and Petrography, Faculty of Geology-Intelligence, Associate Professor, Nargiza.Tulyaganova @mail.ru*
[3]**Shukurov A.Kh.,** *Lecturer, Faculty of Geology and Information Systems, buxarist.best@mail.ru*
[1]**Kosbergenov K.M.,** *research intern, qosbergenov93@mail.ru*

[1]*Institute of Geology and Geophysics named after H.M. Abdullaev, Tashkent, Uzbekistan*
[2]*Tashkent State Technical University Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan*
[3]*National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan*

Abstract

The article provides information about the melanocratic dykes of the Koytash ore field, among which spessartites dominate over the other dikes associated with diorite porphyrites, monzonite porphyries, granodiorite porphyries, granite porphyries, and rarely diabases. In terms of age, acidic dykes are more ancient, the lamprophyres themselves are young, although among the latter there are premature lamprophyres. The relationship between lamprophyres dykes and granodiorites of the Koytash intrusion on the Koytash-Ugat band is characterized and their petro-and ore-generating role in the formation of sulphide-rare metal and silver-polymetallic mineralization is revealed.

Keywords: *ore field, sulfide-rare metal mineralization, skarn ores, dikes, crystallization differentiation, magma chamber, Koytash, Southern Tien Shan*

References:

1. Wolfson F.I. et al. Main questions and methods for studying the structure of ore fields and deposits. M .: Publishing house of literature on geology and mineral protection, 1960. 622 p.
2. Efremova C.B. Dykes and endogenous mineralization. M., Nedra, 1983. 224 p.
3. Polkvoy O.S. The formation of vein rocks of acidic intrusions (Central Kazakhstan) //Transactions of the Institute of Geological Sciences of the USSR Academy of Sciences. M: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1950. -V. 107, - pp. 53-63.
4. Abdullaev H.M. On the metallogenic significance of dike formations //Zap. Uzb. Sep. WMO, 1954. V. 6. - pp. 3-16.
5. Abdullaev H.M. Dykes and mineralization. M .: Gosgeoltekhizdat, 1957.- 232 p.
6. Khamrabaev I.Kh., Saydyganiev S.S., Askarov F.A., Azimov P.T. Geochronology of igneous and ore formations in the Koytash ore field (Northern Nuratau, Western Uzbekistan). Uzbek Geological Journal, 1993, No. 4, -pp. 13-18.
7. Mushkin I.V. Petrology of the upper mantle of the South Tien Shan. T.: Fan, 1979. 136 p.
8. Obolenskaya R.V. Chuy complex of alkaline basaltoids of the Altai Mountains. Novosibirsk, Nauka, 1971, 147 p.
8. Mikhaleva L.A. Mesozoic lamprophyre-diabase formation in the south of Siberia. Novosibirsk: Science. Sib. Department, 1989 .-167 p.
9. Rock N.M.S. Lamprophyres. Blackie and Sons Ltd., Glasgow and London, Blackie, Glassgow, 1991.285 p.
10. Pribavkin S.V., Pushkarev E.V. Alkaline-ultrabasic, kimberlite, lamproite and lamprophyric magmatism of the Urals (review) / Plumes and the problem of deep sources of alkaline magmatism. Proceedings of the international seminar. Irkutsk Publishing House of the Institute of Geography SB RAS, 2003. pp. 228-243.
11. Abushkevich V.S., Syritso L.F. Intraplate basic magmatism of the Khangilai rare-metal ore cluster (East Transbaikalia): depths of magma generation and melting substrates // Materials of the III All-Russian Symposium on Volcanology and Paleovolcanology. Russia, Republic of Buryatia, Ulan-Ude. -2006. -15 p.
12. Scarrow, J. H., Molina J.F., Bea F., Montero P., Vaughan A.P.M. Lamprophyre dikes as tectonic markers of late orogenic transtension timing and kinematics: A case study from the Central Iberian Zone, Tectonics, 2011, 30, TC4007. pp. 1-22.

УДК 622.235

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ШПУРОВЫМИ ЗАРЯДАМИ ВВ НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУМУЛЯТИВНОГО ЭФФЕКТА




Умаров Ф.Я.,
директор Алмалыкского филиала НИТУ «МИСиС»
д.т.н., профессор

Насиров У.Ф.,
зам. директора по научной работе и инновациям
АФ НИТУ «МИСиС»,
д.т.н., профессор

Нутфуллоев Г.С.,
начальник отдела контроля качества образования
Алмалыкского филиала
НИТУ «МИСиС»

Назаров З.С.,
доцент кафедры «Горное дело» НГГИ,
к.т.н.

Shpurlarning portlamay qolgan tag qismini bartaraf etadigan, kon lahimlarining loyihaviy chegaralarini aniq ta'minlab beruvchi, burg`ulash hajmini kamaytiruvchi va shpurlardan foydalanish koeffitsientini oshirishni ta'minlovchi kumulyativ effektli shpurli portlovchi modda zaryadi konstruktsiyasi ishlab chiqilgan. Kumulyativ effektli shpurli portlovchi modda zaryadi ta'sirining nazariy tadqiqoti o'tkazilgan va kumulyatsiyaning gidrodinamik nazariyasi o'rganilgan. Kumulyativ oqimning boshlang`ich va oxirgi tezligi, konus balandligi va kumulyativ qoplamaning yopilish burchagining konus radiusiga bog`liqligi yaxlit muxit mexanikasi tenglamalari yordamida yechilgan.

Tayanch iboralar: *shpur, chegaradosh, tuzilishi, portlovchi modda, kumulyativ effekti, pastki shpur, burg`ulash chuqurligi, kumulyativ tasir balandligi, portlash tezligi.*

Разработан кумулятивный дизайн заряда взрывчатых веществ, который исключает взрывную обратную сторону пузырьков, обеспечивает точные проектные границы, уменьшает объем бурения и увеличивает коэффициент использования. Изучено теоретическое исследование влияния заряда взрывчатого вещества с кумулятивным эффектом и гидродинамической теории кумуляции. Начальная и конечная скорость совокупного потока, высота конуса и радиус конуса угла закрытия накопительного покрытия решаются с использованием уравнений механики среды.

Ключевые слова: *шпур, забойка, конструкция, заряд ВВ, кумулятивный эффект, забой, глубина пробития, высота кумулятивной облицовки,детонационная волна.*

Повышение эффективности горных работ за счет совершенствования взрывных технологий позволяет обеспечить увеличение темпов и эффективности развития экономики горнодобывающих стран.

Современный этап развития буровзрывных работ при проходке подземных горных выработок характеризуется применением высокопроизводительной буровой техники и инструмента, внедрением новых методов и технологий проектирования горных работ и процессов, а также применением безопасных эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) и средств инициирования зарядов ВВ. Повышение безопасности горных и взрывных работ несомненно вносит свой вклад в развитие горнодобывающих отраслей промышленности. Однако, совершенствование горных работ неразрывно связано с повышением эффективности буровзрывного комплекса горнодобывающих предприятий, внедрением современных конструкций скважинных и шпуровых зарядов ВВ. Это очень важно для увеличения длины заходки, повышения коэффициента использования шпуров (КИШ) и других параметров проходки. Отсутствие существенного совершенствования конструкций шпуровых зарядов ВВ снижает эффективность буровзрывного комплекса, который является основой большинства применяемых горных технологий. Необходимо отметить, что ассортимент ВВ, применяемый для подземных горных работ, не обновляется длительное время, а предлагаемые технические решения, как правило, являются сложными в реализации или, требуют дополнительных затрат. Традиционная отбойка пород и руд шпуровыми зарядами, изготавливаемыми из порошкообразных ВВ, в значительной степени исчерпала свои возможности.

Теоретические исследования и современные экспериментальные методы позволили получить достаточно полное представление о процессе образования кумулятивной струи. Кумулятивный эффект есть существенное повышение местного действия взрыва в одном направлении. Этот эффект получается при использовании зарядов, имеющих на одном из концов полость – кумулятивную выемку. Если такой заряд инициировать с противоположного конца, то эффект действия в направлении оси выемки оказывается значительно большим, чем при действии обычных зарядов. Если же к тому же поверхность кумулятивной выемки покрыть сравнительно тонкой металлической облицовкой, то пробивное действие такого заряда во много раз увеличится.

Использование явления кумуляции позволяет распределить энергию взрыва в пространстве и максимально сконцентрировать ее в направлении глубины разрушаемого массива.

На основе теоретических и экспериментальных исследований по выбору метода эффективного управления энергией взрыва и интенфикации разрушения горных пород определены оптимальные параметры кумулятивных шпуровых зарядов. Рассмотрены различные варианты размещения кумулятивных выемок, включая применение конических облицовок и внутренних осевых цилиндрических каналов. Создание кумулятивных зарядов ВВ обеспечивает увеличение скорости детонации зарядов ВВ, повышение интенсивности дробления горных пород и эффективности управления энергией взрыва в заданном направлении.

Использование кумулятивных зарядов ВВ с разрушением горных пород при проведении горных выработок неразрывно связано с решением проблемы ресурсосберегающих технологий.

Для реализации вышеперечисленных задач проведены опытно-промышленные испытания с применением зарядов ВВ с поперечной кумулятивной конической выемкой для врубовых и отбойных шпуров (рис.1), а по контуру были использованы заряды ВВ уменьшенного диаметра (28 *мм*).

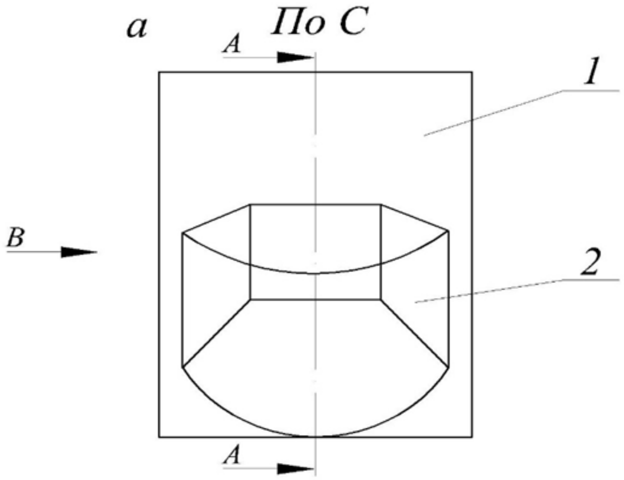


Рис.1. Схема заряда ВВ с поперечной кумулятивной конической выемкой: *1 – заряд взрывчатого вещества; 2 – поперечная кумулятивная коническая выемка*

В результате использования технологии проходки горных выработок зарядами с поперечно-кумулятивной конической выемкой установлено, что в связи с невозможностью формирования кумулятивной струи с эффективными параметрами в ограниченном пространстве эффект разрушения применяемых конических кумулятивных зарядов весьма низок. Также область применения ограничивается за счет снижения технологических возможностей их применения.

Впервые в практике проведения горных выработок кумулятивно-канальные заряды использованы при проведении восточного коренного штрека шахтоуправления «Алмазное» АО «Гуковуголь». Крепость пород достигала 14-16 по шкале проф. М.М.Протодьяконова. В качестве ВВ, в соответствии с паспортом буровзрывных работ, применялся детонит М, а в качестве средств инициирования – электродетонаторы марки ЭДЗД.

Для формирования внутренних асимметрических цилиндрических каналов использовались запаенные с обеих сторон стеклянные трубки (рис. 2), которые устанавливались строго по оси ВВ. Диаметр внутренних каналов был в пределах 4-6 *мм*, а длина – 200 *мм*.

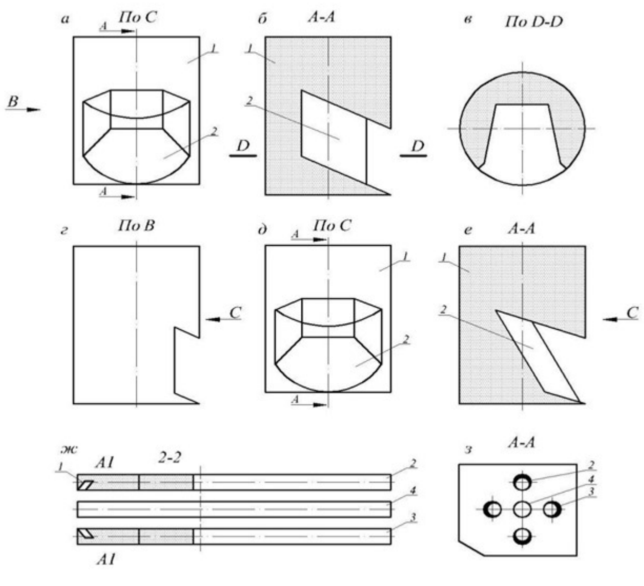


Рис.2. Схемы асимметрических цилиндрических кумулятивно-канальных зарядов: *1 – патрон прессованного аммонита (литого тротила или россыпного ВВ); 2 – кумулятивная выемка; 3 – врубовые шпуры; 4 – сориентированная выемка в сторону компенсационного шпура или обнаженного пространства*

В результате взрыва зарядов ВВ установлено незначительное увеличение КИШ, уменьшение развала и разброса пород и улучшение гранулометрического состава взорванной горной массы.

Анализ результатов экспериментов показал, что рассмотренные конструкции шпуровых зарядов ВВ с кумулятивным эффектом и способы ведения взрывных работ дают незначительное повышение эффективности взрывания, отличаются сложностью конструкции и технологии ведения взрывных работ.

Известны заряды ВВ, в которых выполняются конические кумулятивные выемки для концентрации энергии взрыва в определенных направлениях и предназначенные для взрывного разрушения горных пород [1-9]. Однако, характер разрушения горных пород применяемыми коническими кумулятивными зарядами не отличается от результатов взрыва обычными зарядами. По этой причине применение конических кумулятивных зарядов не имеет широкого распространения при горных работах.

Для направленного действия взрыва шпуровых зарядов разработаны различные конструкции зарядов ВВ с боковыми выемками, имеющими разнообразные формы и направленность. Основная цель применения таких зарядов – увеличение КИШ при проходке выработок. Существуют конструкции зарядов [10-16], в которых наклонно к продольной оси заряда выполняется трапециевидная выемка, размещенная у среза образующей и торца заряда ВВ. Во взрывном шпуре выемка должна быть направлена в сторону дополнительной обнаженной поверхности или незаряжаемого шпура. Создание таких полостей существенно усложняет технологию зарядки шпуров, а их эффективность не позволяет рекомендовать их применение в промышленных масштабах.

В работе [2] предложен способ бурения шпуров с размещением в них зарядов с продольными кумулятивными выемками, которые направлены в сторону последующего заряда. Шпуровые заряды ВВ располагают по окружности, а в центре размещается компенсационный шпуровой заряд с равным количеством отбойных шпуров и числом продольных кумулятивных выемок. Отбойные шпуры располагают перпендикулярно линии, соединяющей их центры. При этом заряд, расположенный в центре взрывают с опережением, а отбойные шпуровые заряды – мгновенно.

Установлено, что при взрывании эффект от применения таких продольных кумулятивных выемок не высок, а сам шпуровой заряд не концентрирует энергию взрыва в донной части шпура. В связи с этим КИШ при использовании зарядов с продольными кумулятивными выемками практически не отличается от обычных зарядов.

Изучение действующих паспортов БВР и достигнутых результатов проходческих работ горных выработок буровзрывным способом ряда подземных рудников Навоийского горно-металлургического комбината установлено, что при небольших площадях сечения выработок взрывные работы сопровождаются наличием невзорвавшейся части шпуров, образуя «стаканы». Установлено, что эффективность ведения взрывных работ зависит как от схемы расположения шпура, так и от конструкции заряда ВВ.

Исследованиями [1, 16] установлено, что существенное влияние на состояние поверхности и уровня забоя после взрыва оказывает форма донной части заряда.

С учетом имеющихся результатов исследований [1, 2, 6, 7, 9, 11] разработана новая конструкция шпурового заряда с кумулятивным эффектом [16], позволяющая увеличить КИШ, достичь более четких проектных контуров горных выработок и исключить невзорвавшиеся части шпуров («стаканов»). Данная конструкция обеспечивает направленное действие взрыва и повышает эффективность использования энергии взрыва на дробление горного массива за счет использования кумулятивного эффекта.

Опыт использования данной конструкции заряда подтвердил основной технический результат – получение заданной степени дробления, более четких проектных контуров горных выработок, а также увеличение КИШ.

В результате решения уравнений механики сплошной среды и изучения гидродинамической теории кумуляции заряда установлена зависимость изменения угла схлопывания кумулятивной облицовки от высоты и радиуса конуса, начальной скорости и скорости самой кумулятивной струи, толщины облицовки и времени схлопывания [5]:

$$\alpha = arctg\left[\frac{r_{шп}}{h_k} + \frac{v_н}{v_{kc}h_k}(V_н \cdot t + h_{об})\right] \qquad (1)$$

Где $r_{шп}$ – радиус шпура, *мм*; $V_н$– начальная скорость кумулятивной струи, *км/с*; h_k – высота конуса, *мм*; V_{kc} – скорость кумулятивной струи, *км/с*; t – время схлопывания, *мс*; $h_{об}$– толщины облицовки, *мм*.

Известно, что для кумулятивных зарядов необходимо оптимальное фокусное расстояние *F* от заряда до преграды (рис.3). При взрывании заряда с подбором наиболее оптимального фокусного расстояния пробитие кумулятивной струи максимально по сравнению с другими вариантами. При использовании конических зарядов *F*=(2–3)*d* (где *d* – диаметр заряда ВВ), прецизионных зарядов – *F*=(6–10)*d*.

На рис.3 показана зависимость глубины пробития горных пород от фокусного расстояния. Для прецизионных зарядов *L/d* =10-12.

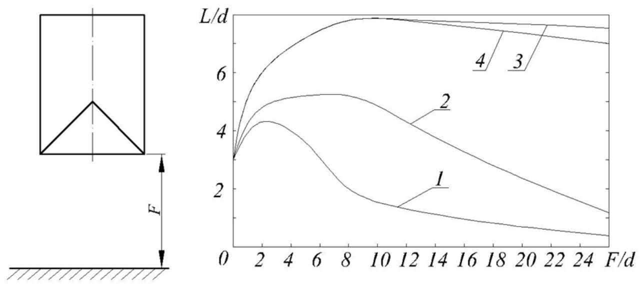


Рис.3. Зависимость глубины пробития от фокусного расстояния F: *1 – кумулятивный заряд конической формы; 2 – с прецизионной технологией; 3 – идеальная технология (с нулевыми допусками); 4 – идеальная технология с учётом торможения струи в воздухе*

Высота кумулятивной облицовки определяется по формуле:

$$h = \frac{d}{2tg\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \qquad (2)$$

где α – угол между стенками облицовки.

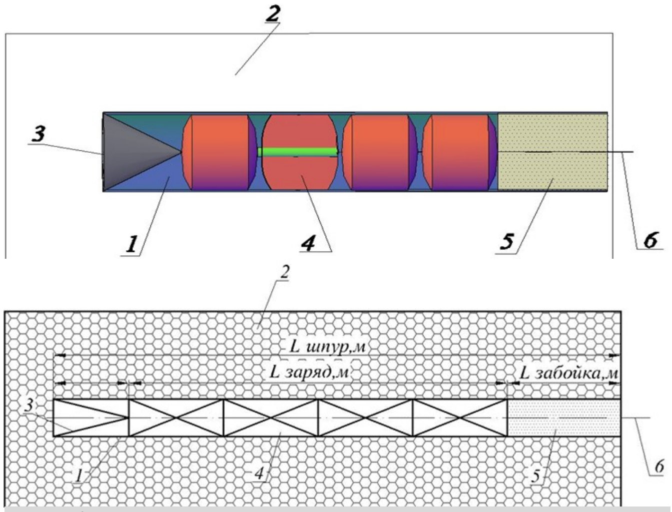


Рис.4. Конструкция шпуровых зарядов с кумулятивным эффектом: *1 – шпур; 2 –массив горных пород; 3 – конус из металлической облицовки; 4 – заряд ВВ; 5 – забойка; 6 – источник инициирования*

Используя полученные аналитические зависимости и результаты многочисленных экспериментальных данных, рекомендована конструкция шпурового заряда, основное отличие которого от известных заключается в направленности кумулятивной выемки с металлизированной облицовкой на дно шпура. Предлагаемая конструкция заряда (рис.4) обеспечивает повышение КПД взрыва, его строгую направленность и повышение КИШ в различных горно-геологических условиях взрывания.

Анализ проведенных исследований показал, что коэффициент использования шпуров (КИШ) является одним из основных критериев качества проведенного взрыва. Взрыв считается неудовлетворительным при КИШ менее 0,65-0,75%, нормальным – 0,80-0,85% и хорошим - 0,90% и выше.

Разработана конструкция шпурового заряда ВВ с конической металлической облицовкой с кумулятивным эффектом, позволяющая повысить КИШ, шаг подвигания забоя за взрыв при проходке подземных горных выработок и увеличить объем горной массы, оторванный за один цикл взрыва.

Библиографический список:

1. Франтов А. Е. Конверсионные взрывчатые вещества – условия рационального применения в геотехнологиях. – LAP Lambert Academic Publishing, Германия, 2014. – 136 с.

2. Франтов А.Е., Бригадин И.В., Тучков Е.Н., Дорошенко С.И. О связи энергетических и взрывчатых характеристик при оценке действия взрыва в сложных горнотехнических условиях// Взрывное дело. – 2015. №113/70. – С. 204-216.

3. Тюпин В.Н., Святецкий В.С. Методика определения параметров БВР при отработке маломощных урановых рудных тел с целью снижения разубоживания // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - ИрГУПС, 2013. -№3(39). С.89-94.

4. Тюпин В.Н., Лизункин М.В., Лизункин В.М. Определение размера зоны разрушения, напряженного трещиноватого горного массива при одновременном взрывании нескольких параллельно сближенных зарядов/Л Горный информационно-аналитический бюллетень (научно- технический журнал). - М.: Изд. «Горная книга», 2015. №12. С.46-51.

5. М.Н. Оверченко, С.П. Мозер., Ф.И. Галушко., А.Г. Луньков. Развитие схем контурного взрывания для проходки подземных горных выработок // Сборник «Взрывное дело» №115/72, 2016 г., С. 202–214.

6. Бунин Ж.В., Норов Ю.Д., Нутфуллаев Г.С., Заиров Ш.Ш. Определение глубины разрушения крепкого пропластка в массиве разнопрочных горных пород зарядом взрывчатых веществ с кумулятивным эффектом // Взрывное дело – Москва, - №113/70, 2015 С.133-140.

7. Сакерин А. С., Константинов Д.О., Козырев С. А., Оверченко М. Н. Эмульсионные взрывчатые вещества, зарядное оборудование и взрывные технологии для подземных горных работ // Горный журнал, №10, 2014. С. 112-114.

8. Кутузов Б.Н., Старшинов А.В., Жамьян Ж. Некоторые проблемы и их решение при использовании смесевых взрывчатых веществ на горных предприятиях Монголии // Горный журнал. – 2017. – №1. – С. 80–84.

9. Трубецкой К.Н., Захаров В.Н., Викторов С.Д., Жариков И.Ф., Закалинский В.М. Взрывное разрушение горных пород при освоении недр // Проблемы недропользования. – 2014. – № 3. – С. 80–95.

10. Взрывчатые вещества. Химия. Составы. Безопасность // А.А. Добрынин. –М.: ИД Академия Жуковского, 2017. 528с.

11. Введение в технологию взрывчатых веществ. Пол Купер и Стэнли Куровски. Твердый переплет, . 2015. С. 204.

12. Пропелленты и взрывчатые вещества: термохимические аспекты горения. Наминосукэ Кубота. Твердый переплет, 2015. pp. 260.

13. Rock Fall Engineering. Дункан С. Уилли. 270 p.

14. Роторное бурение и взрывные работы в шахтах с большой поверхностью. Бальчандра В. Гохале. 2016.748 с.

15. Взрывчатка и расследование поджога. Жан Отто Форд. Твердый переплет, 112 с.

16. Умаров Ф.Я., Нутфуллоев Г.С., Назаров З.С., Шарипов Л.О. Повышение эффективности проходки подземных горных выработок с исползованием шпуровых зарядов с кумулятивным эффектом // Горный вестник Узбекистана. 2019. – №1. – С. 82-85.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 20-23

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE TECHNOLOGY OF DRILLING AND BLASTING BY AND BLASTHOLE CHARGES OF EXPLOSIVE SUBSTANCES WITH DIRECTED ACTION OF DETONATION PRODUCTS USING CUMULATIVE EFFECT

[1]**Umarov F.J.,** *Director, Doctor of technical sciences, professor, farkhodbek.umarov@yandex.ru*
[1]**Nasirov U.F.,** *Vice Rector for Science, Doctor of Technical Sciences, Professor, u_nosirov@mail.ru*
[1]**Nutfulloev G.S.,** *Head of the Department of education quality control, PhD in Technical Sciences, gafurcom@mail.ru*
[2]**Nazarov Z.S.,** *Associate professor of the department «Mining», PhD in Technical Sciences, gafurcom@mail.ru*

[1]*Almalik branch National University of Science and Technology "MISIS, Almalik, Uzbekistan*
[2]*Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan*

Abstract:
Based on theoretical studies, it is recommended to design a drill hole explosive charge using a cumulative effect, which allows to increase the utilization rate of the hole, reduce the amount of drilling work, achieve clearer design contours of mine workings and exclude the formation of an unbroken part of the hole. The effect of borehole explosive charges with a cumulative effect is theoretically investigated, the hydrodynamic theory of cumulation is considered, and the dependences of the change in the angle of collapse of the cumulative lining on the radius of the cone, its height, initial velocity and velocity of the cumulative jet are determined. The developed design of a blast hole charge of explosives with a cumulative effect allows to increase the utilization rate of the hole, the magnitude of the face movement per cycle and increase the volume of broken rock mass.

Keywords: *borehole, bordering, structure, explosive charge, cumulative effect, bottom hole, perforation depth, height of cumulative lining, blast wave.*

References

1. Frantov A. E. Konversionnye vzryvchatye veshhestva – uslovija racional'nogo primenenija v geotehnologijah. – LAP Lambert Academic Publishing, Germany, 2014. – p.136.

2. Frantov A.E., Brigadin I.V., Tuchkov E.N., Doroshenko S.I. O svjazi jenergeticheskih i vzryvchatyh harakteristik pri ocenke dejstvija vzryva v slozhnyh gornotehnicheskih uslovijah// Vzryvnoe delo. – 2015. №113/70. – pp. 204-216.

3. Tjupin V.N., Svjateckij V.S. Metodika opredelenija parametrov BVR pri otrabotke malomoshhnyh uranovyh rudnyh tel s cel'ju snizhenija razubozhivanija // Sovremennye tehnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie. - IrGUPS, 2013. -№3(39). pp. 89-94.

4. Tjupin V.N., Lizunkin M.V., Lizunkin V.M. Opredelenie razmera zony razrushenija, naprjazhennogo treshhinovatogo gornogo massiva pri odnovremennom vzryvanii neskol'kih parallel'no sblizhennyh zarjadov/LGornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' (nauchno- tehnicheskij zhurnal). - M.: Izd. «Gornaja kniga», 2015. №12. pp. 46-51.

5. M.N. Overchenko, S.P. Mozer, F.I. Galushko, A.G. Lun'kov. Razvitie shem konturnogo vzryvanija dlja prohodki podzemnyh gornyh vyrabotok // Sbornik «Vzryvnoe delo» №115/72, 2016, pp. 202–214.

6. Bunin Zh.V., Norov Ju.D., Nutfullaev G.S., Zairov Sh.Sh. Opredelenie glubiny razrushenija krepkogo proplastka v massive raznoprochnyh gornyh porod zarjadom vzryvchatyh veshhestv s kumuljativnym jeffektom // Vzryvnoe delo– Moscow, - №113/70, 2015. pp. 133-140.

7. Sakerin A. S., Konstantinov D.O., Kozyrev S. A., Overchenko M. N. Jemul'sionnye vzryvchatye veshhestva, zarjadnoe oborudovanie i vzryvnye tehnologii dlja podzemnyh gornyh rabot // Gornyj zhurnal, №10, 2014. pp. 112-114.

8. Kutuzov B.N., Starshinov A.V., Zham'jan Zh. Nekotorye problemy i ih reshenie pri ispol'zovanii smesevyh vzryvchatyh veshhestv na gornyh predprijatijah Mongolii // Gornyj zhurnal. – 2017. – №1. – pp. 80–84.

9. Trubeckoj K.N., Zaharov V.N., Viktorov S.D., Zharikov I.F., Zakalinskij V.M. Vzryvnoe razrushenie gornyh porod pri osvoenii nedr // Problemy nedropol'zovanija. – 2014. – № 3. – pp. 80–95.

10. Vzryvchatye veshhestva. Himija. Sostavy. Bezopasnost' // A.A. Dobrynin. –M.: ID Akademija Zhukovskogo, 2017. 528 p.

11. Introduction to the Technology of Explosives. By Paul Cooper and Stanley Kurowski. Hardcover. 2015. pp. 204.

12. Propellants and Explosives: Thermochemical Aspects of Combustion. By Naminosuke Kubota. Hardcover. 2015. ISBN: 9783527331789. 260 p.

13. Rock Fall Engineering. By Duncan C. Wyllie. 2014. pp. 270.

14. Rotary Drilling and Blasting in Large Surface Mines. By Bhalchandra V. Gokhale. 2016. 748 p.

15. Explosives and Arson Investigation. By Jean Otto Ford. Hardcover. 2014. 112 p.

16. Umarov F.Ya., Nutfulloev G.S., Nazarov Z.S., Sharipov L.O. Povyshenie ehffektivnosti prohodki podzemnyh gornyh vyrabotok ispol'zovaniem shpurovyh zaryadov s kumulyativnym ehffektom. Gornyj vestnik Uzbekistana. – Navoi, 2019. – №1. – pp. 82-85.

УДК 553.411(575.1)

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ РУДНЫХ ПОЛЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ АУМИНЗАТАУ-БЕЛЬТАУСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Markaziy Qizilqumning Auminzatau-Beltau ma'danli maydonidagi oltin konlarining geologik tuzilish holatini o'rganish natijalari ko'rib chiqiladi.

Barcha konlar strukturaviy pozitsiyalar asosida shakllangan bo'lib, ular shimoli-sharqiy, shimoli-g'arbiy quyi kengliklari tizimidagi yoriqlar bilan kesishgan. Tadqiqot natijalaridan kelib chiqib, oltin zaxiralarini qidirish uchun mezon sifatida foydalanish tavsiya etiladi.

Tayanch iboralar: *foydali qazilmalar, region, oltin, strukturaviy pozitsiyalar, darzliklar, oltin ma'danlashuvini joylashishi.*

Фатхуллаева З.М.,
преподаватель
Национального
Университета Узбекистана
имени Мирзо Улугбека,
доктор PhD

Рассматриваются результаты изучения геолого-структурных позиций золоторудных месторождений Ауминзатау-Бельтауского рудного района Центральных Кызылкумов.

Все месторождения размещаются на основе структурных позиций, сформированных северо-восточными, северо-западными, субширотными системами разломов и их сочетаний. Результаты исследований рекомендуются использовать, как критерии поисков золоторудных проявлений.

Ключевые слова: *полезные ископаемые, регион, золото, структурные позиции, разломы, размещения золотого оруденения.*

Турапов М.К.,
ГП «Институт минеральных ресурсов» Госкомгеологии РУз, д. г-м. н., профессор

Проблема изучения позиций эндогенных рудных полей и месторождений возникла в 80 годах прошлого столетия. Этот период характеризуется большими успехами в деле изучения геолого-структурных условий размещения гидротермальных месторождений Тянь-Шаня. Полученный в ходе исследования огромный геологический материал позволил установить широкий диапазон признаков и факторов контроля оруденения, являющийся основой по определению позиций и систематики рудных полей и месторождений. Вопрос геолого-структурных позиций по существу – это систематика рудных полей и месторождений по особенностям их расположения в геологическом пространстве с учетом в природной среды, структурно-тектонических элементов и магматических образований и т.д.

Рудные месторождения характеризуются различными группами признаков: прямыми и косвенными признаками обусловленные "до-", "во время" и "после" процесса рудообразования. Это отражено в многочисленных группировках рудных объектов, но отличающихся по принципу их группировки. Так, первая группировка (А.В. Королев, В.М. Крейтер, В.И. Смирнов), основывалась на типы тектонической деформации вмещающих пород. В большинствах классификаций (В.А. Королев, Н.А. Никифоров, В.Н. Федорчук, Ф.И. Вольфсон, И.А. Некрасов, Х.А. Акбаров, М.У. Умарходжаев, Ю. Шихин) [1], основное внимание уделяется ранжированию рудных объектов по типам структур: складчатые, разрывные, контактовые, комбинированные, где в основе их лежат структурно-тектонические факторы контроля формирования рудного поля и месторождения.

Вопрос о геолого-структурных позициях рудных полей и месторождений возник в конце XX века, когда лимит поверхностных и близповерхностных месторождении был исчерпан и возникла необходимость поиска и разведки флангов, глубоких горизонтов известных и отрабатываемых месторождений.

Первые работы, посвященные изучению геолого-структурных позиций рудных полей и месторождений Средней Азии, принадлежат В.А. Королеву (1983) [2], и Х.А. Акбарову (1975, 2006), [3], где позиции рудных объектов в Средней Азии определялись с учетом следующих признаков:

1. Вмещающие породы. Структурно-морфологические особенности позиции зависят от состава и строения пород, их физико-механических свойств пород.

2. Принадлежность к структурным этажам. Палеозойский этаж Средней Азии сложен: нижнепалеозойский ярус – сланцами и терригенными породами, в среднепалеозойском ярусе – карбонатными и карбонатно-терригенными породами; верхнепалеозойский ярус – вулканогенными и терригенными породами. Мезозойский этап – это терригенные и карбонатно-терригенные образования. Допалеозойский структурный этаж включает: метаморфизованные терригенные, карбонатные породы, кислые интрузивные комплексы.

3. Принадлежность с складчатым структурам. Большинство рудных полей и месторождений приурочены к складчатым структурам, в их апикальных частях, к зонам продольных разломов, к участкам сопряжения продольных и поперечных разрывных структур осложнившие структурно-тектоническое строение складки.

4. Принадлежность к разрывным структурам. Рудные поля и месторождения формируются в одиночных разломах, в участках их изгиба, в зонах сопряжений и пересечений разломов, в структурных оперениях разломов, в блоках между парными разломами, в зонах осложнения складчатых структур продольными и поперечными разломами.

5. Отношение к интрузивым образованиям. Гидротермальные рудные поля и месторождения обычно приурочены: к контактевой и экзоконтактевой зонам. Интрузивные структуры формируются внутри интрузивов под влиянием разрывных структур; сформированы в надинтрузивном пространстве; в некотором удалении от интрузива при участии разломов.

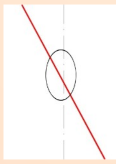
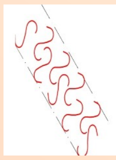
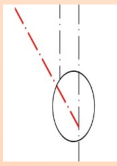
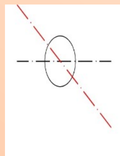
На основе этих принципов Х.А. Акбаров (2006, 2011) [4], определил структурные позиции свинцово-цинковых месторождений Средней Азии, по их геолого-структурной принадлежности, т.е. основное внимание уделено позиции в геолого-структурных типах рудных полей месторождений – это в складчатых, разрывных, контактовых и комбинированных типах.

Однако дальнейшее изучение геолого-структурных условий формирования и размещения оруденения показывает, что в процессах формирования рудных объектов в подавляющем большинстве случаев играют складчатые и разрывные структуры, в особенности разрывные, которые и определяют позиции объектов в геологическом пространстве. Вопросу изучения структурных позиции золоторудных объектов Западного Узбекистана, в частности Ауминзатау-Бельтауского рудного района до настоящего времени не уделено достаточного внимания.

К настоящему времени существуют ряд работ (Т.Ш. Шаякубова, А.Д. Швецова, М.У. Умарходжаева, Б.О. Жонибекова и др)., где в очень краткой форме отражаются геолого-структурные позиции золоторудных месторождений Западного Узбекистана, в частности Ауминзатау-Бельтауского рудного поля. Эти работы отличаются, как по методике изучения геолого-структурных условий размещения оруденения, так и результатами исследований несмотря на то, что при определении позиций основное внимание было уделено складчато-разрывным

Таблица 1

Систематика золоторудных месторождений центрально-кызылкумского региона (при составлении использованы материалы «атлас» рудных полей и месторождений западного Узбекистана [5])

№	Название объекта	Полез.комп. главные и второстепенные	Рудноформационная принадлежность	Минеральный тип руд	Морфология проявления оруденения	Геолого-структурная позиция объекта	
1	Высоковольтное	Серебро (золото, теллур)	Золото-серебро-рудная	Серебро-сульфасольный	Минерализованные зоны, зоны развития кварцевых прожилков, рудные тела крестовидной, серповидной и линзообразной формы	Узлы пересечения разломов север-северо-восточного и субширотного направлений в терригенных породах бесапанской свиты (R_3)	
2	Даугызтау	Золото	Пирит-арсенопирит-золото-рудная	Золото-арсено-пирит-пиритовый	Минерализованные зоны, рудные тела в виде линзообразных, лентообразных и крутопадающих залежей	Зоны смятия и разрывов север-северо-восточного направления в пределах площади развития бесапанскойсвиты (R_3)	
3	Мурунтау	Золото (серебро, вольфрам)	Редкометально-золоторудная	Золото-(арсенопирит-пирит), шеелитовый	Рудные залежи в виде кулисообразно расположенных субпластовых штокверков и секущих стержневых жил.	Узлы сопряжения субширотных и северо-восточных разломов в пределах развития терригенных пород бесапанской (R_3) и тасказганской свит (R_3)	
4	Амантайтау	Золото	Пирит-арсенопирит-золоторудная	Золото-арсенопирит пиритовый	Минерализованные зоны с жилообразными и линзовидными крутопадающими рудными телами	Узлы пересечения северо-восточных и субмеридиональных разломов в пределах развития терригенных толщ бесапанской свиты (R_3)	

структурам. Решение этой проблемы позволит более эффективно проводить поисково-разведочные работы в узком геологическом пространстве перспективных структурных позициях и исследованиях.

В основе данной работы лежит методика А.В. Королева и П.А. Шехтмана [6], В.А. Королев [7] изучения геолого-структурных условий размещения эндогенных рудных полей и месторождений. При этом основное внимание уделено методу изучения разрывных структур. Методом аналогий определены структурные позиции рудных объектов с оценкой на их перспективность, для выявления рудной минерализации.

Изучению геолого-структурных условий формирования и размещения подверглись месторождения и рудопроявления золота Ауминзатау-Бельтауского рудного района. Особое внимание уделено разрывным структурам, контролировавшим формирование и пространственное размещение (позицию) рудных объектов. В роли рудовмещающих пород в этих золоторудных проявлениях выступают терригенные образования Бесапанской (рохотской) свиты нижнего палеозоя. По отношению к складчатым структурам почти все золоторудные проявления района приурочены крыльям антиклинальных структур, которые осложнены крупными северо-западными, северо-восточными и субширотными разломами. Зоны сопряжений и пересечений их с поперечными глубинными разломами явились наиболее благоприятными для циркуляции флюидных гидротермальных растворов и формированию золоторудных объектов.

Анализ структурных условий формирования золоторудных проявлении Бельтау показал широкий диапазон структурных элементов контролировавших процесс рудоотложения. Все проявления золота формировались в семи структурных позициях, которые связаны с зонами северо-восточных, северо-западных разломов с участками их искривлений, сопряжений и пересечений. Зоны субпаралельных разломов, а также клиновидные структуры, формированные за счет пересечений и сопряжений субмеридиональных и северо-восточных разрывов также явились благоприятной структурной позицией для проявления золотого оруденения. Перечисленные выше структурные позиции контролируют все проявления золота Бельтау.

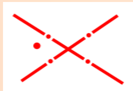
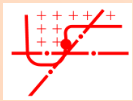
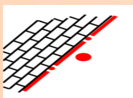
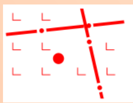
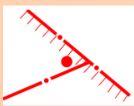
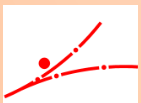
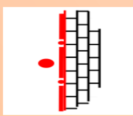
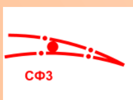
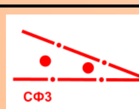
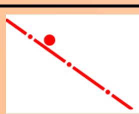
Широкий диапазон структурных элементов, контролировавших формирование месторождений и рудопроявлений золота Бельтау дает основание предположить, что рудный процесс протекал при тектонической активности рудного района, в нестабильной геодинамической обстановке, активностью разрывных структур. Их активность обусловила формирование приоткрытых граней разломов, приоткрытых узлов их сопряжений и пересечений. Все эти процессы в комплексе с геологической средой (терригенное образование) создали определенные условия благоприятные для проявления в этих позициях золотого оруденения.

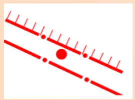
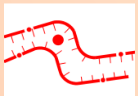
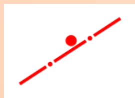
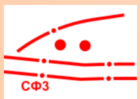
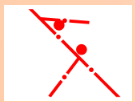
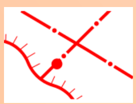
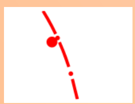
В геологическом строении Центральных Кызылкумов участвуют разнообразные формации пород, характеризующиеся различными литологическими составами, которые в сочетании как региональных, так и локальных тектонических элементов и продуктов магматизма обусловили многообразие геолого-структурных типов рудных полей и месторождений золота и др. металлов и их позиций в геологическом пространстве. Изучение закономерностей формирования, определение факторов контроля оруденения и их геолого-структурная типизация, позволило Х.А. Акбарову и др. [11] заключить, что позиция рудного объекта является решающим поисковым критерием.

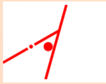
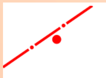
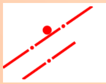
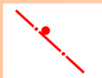
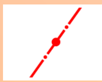
Позиция объекта в конкретной геологической структуре – один из ведущих поисковых критериев, позволяющий методом аналогии выделить конкретный участок перспективных полей на обнаружение рудной минерализации. Морфологические особенности структурных позиций позволяют предсказать морфологию и пространственное распространение эндогенного оруденения. Учитывая это, можно с уверенностью выделить структурные позиции золоторудных проявлений исследуемой территории, рекомендовать к использованию их в качестве критериев при поисковых работах в Центральных Кызылкумах. Повышение эффективности поисковых работ можно будет достичь и при сочетании позиций объекта, как по отношению к складчатым, так и разрывным нарушениям. Позиция золотого оруденения в складчатых структурах по всей территории региона определяется приуроченностью к крыльям антиклинальных

Таблица 2

Позиции проявлений золота в Ауминзатау-Бельтауском рудном районе

№	Наименование объекта	Позиции					Геофизическая		
		Литологическая	Структурная		Тектонофизическая	Геодинамическая			
	АУМИНЗАТАУ								
1	Узункудук	S_1 bs_4	Зона пересечение СЗ и СВ разломы клиновидных структур		Зона очень слабых напряжений	Смещения блока на восток	-0,5-1,0		
2	Шахетау	C_1 bs_4	Зона СВ разлома		Зона очень слабых напряжений	Смещения блока на восток	-0,5-1,0		
3	Сарыктау	O_3 S_1 bs_3	Зона СВ разлома, клиновидная структура (?)		Зона очень слабых напряжений	Смещения блока на восток	-0,5-1,0		
4	Восточное Шехетау	S_1 bs_4	Зона пересечения СВ и СЗ разломов, контактовая зона интрузива		Зона очень слабых напряжений	Сдвиг по зоне граничных разлома СФЗ	-0,5-1,0		
5	Южная Ауминза	O_3 S_1 bs_3	Зона СЗ разлома, клиновиднаяструктура		Зона очень слабых напряжений	Смещения блока на восток	-0,5	0	+0,5
6	Западно Шохетауское	O_{3-1} bs_1	Зона СЗ разлома		Зона очень слабых напряжений	Смещения блока на восток	-0.5-1.0		
7	Ровное	PR_3 ts			Зона очень слабых напряжений	Смещения блока на юго-восток	-0,5	0	+0,5
8	Зеленный паук	O_{2-3} bs_2	Зона СЗ надвига		Зона очень слабых напряжений	Смещения блока на ЮВ, активность надвига	-0,5	0	+0,5
9	Марал	PR_3 ts	Зона сопряжения СЗ и широтного разлома		Зона очень слабых напряжений	Смещения блока на ЮВ, активность надвига	-0,5	0	+0,5
10	Ауминзатауское	O_{2-3} bs_2	Зона искривления СВ разломы и его сопряжения с широтным разрывами		Зона слабых напряжений	Смещения блока на ЮВ, активность граничнего разлома С.Ф.З.	-0,5	0	+0,5
11	Канава 525	O_{2-3} bs_2	Зона широтного разлома		Зона слабых напряжений	Смещение блока на СЗ, активность широтного разлома	-0,5	0	+0,5
12	Восточно-Ауминзатауское	PR_2 ts	В зоне СФЗ		Зона слабых напряжений	Смещение блока на СЗ, активность клиновидной структура, разлома СФЗ.	-0,5	0	+0,5
13	Месторождение Аджибугут, Давон	O_{2-3} bs_2	Клиновидная структура		Зона слабых напряжений	Смещение блока на СЗ, активность клиновидной структура, разлома СФЗ.	-0,5	0	+0,5
14	Надежное	O_{2-3} bs_2	Зона СЗ разлома		Зона умеренных напряжений	Активность СЗ разлома	-0,5	0	+0,5

15	Новый	PR_2 ts	Надвиговая зона		Зона слабых напряжений	Активность СЗ разлома	-0,5	0	+0,5
16	Учтепинское	$O_{2\text{-}3}$ bs_2	Зона СЗ разлома		Зона слабых напряжений	Активность СЗ разлома	-0,5	0	+0,5
17	Шурфовое	PR_2 ts	Зона СЗ разлома		Зона слабых напряжений	Активность СЗ разлома	-0,5	0	+0,5
18	Жолдас	PR_2 ts	Зона смятия		Зона слабых напряжений	Зона смятия, активность клиновидной структура, активность СЗ разломов	-0,5	0	+0,5
19	Песчанное	$O_{2\text{-}3}$ bs_2	Зона субпаралелных разломов		Зона очень слабых напряжений	Активность СЗ надвиговой структура	-0,5	0	+0,5
20	Контахтовые	$O_{2\text{-}3}$ bs_2	Контактовая зона		Зона слабых напряжений	Активность СЗ надвиговой структура	-0,5	0	+0,5
21	Джаманком	PR_2 ts	Зона междусубпараллельных ___		Зона слабых напряжений	Активность СЗ разлома	-0,5-1,0		
22	Одиночное	$O_{2\text{-}3}$ bs_2	Зона СВ разлома		Зона умеренных ? напряжений	Смещения блока на юг, активность СВ разлома	-0,5-1,0		
23	Узунсай, Южный Узунсай, Бижанкора	$O_{2\text{-}3}$ bs_2	Зоны смятия		Зона умеренно-слабых напряжения	Смещение блока на юг, деформация парод с образование за смятий	-0,5-1,0		
БЕЛЬТАУ									
24	Южно-Каратауское группа	$O_{2\text{-}3}$ bs_2	Зона влияния СФЗ, СВ разломы, клиновидная структура (?)		Зона нейтрализации напряжению	Активность граничнего разлома СФЗ	-0,5	0	+0,5
25	Алгызтау горка	$O_{2\text{-}3}$ bs_2	Зона СЗ разлома участки сопряженой разломов		Зона слабых напряжений	Активность СЗ разлома, участков его осложнения более мелкими разрывами	-0,5	0	+0,5
26	Бельта	PR_2 ts	Зона осложнения субпараллельных нарушений		Зона слабых напряжений	Активность зоны парных СЗ разломов осложненной широтным разрывом, усиление деформации усилей	-0,5	0	+0,5
27	Жанубское	S_1 bs_4			Зона очень слабых напряжений	Зона влияния деформации растяжения	-0,5	0	+0,5
28	Месторождение Сарыбатыр	O_3-S_1 bs_3	Зона СЗ разлома, клиновидная структура 0000 сопряжения СЗ и широтного разломов		Зона очень слабых напряжений	Зона влияния деформации растежения, активность клиновидной структуры	-0,5	0	+0,5
29	Месторождение Тазказган	O_3-S_1 bs_3	Зона СЗ разлома		Зона очень слабых напряжений	Активность СЗ разлома и клиновидной структуры	-0,5	0	+0,5

30	Месторождение Ясаул	O_3-S_1 bs_3	Зона СЗ разлом, клиновидная структур за счет сопряжений СЗ разломов		Зона очень слабых напряжений	Активность СЗ разлома и клиновидной структуры	-0,5	0	+0,5
31	Месторождение Высоковольтное Au-Ag	S_1 bs_4	Зона Даугызтауского разлома, участок сопряжения с СВ разломом, клиновидная структура		Зона очень слабых напряжений	Активность СВ разломов, глубинной Дарытаской структуры	-0,5	0	+0,5
32	Месторождение Даугыз	S_1 bs_4	Зона Даугызтауского разлома, участок сопряжения с СВ разломом, клиновидная структура		Зона нейтрализаци напряжений	Активность СВ разломов, глубинной Дарытаской структуры	-0,5	0	+0,5
33	Месторождение Асаукак, Североасаукакское	S_1 bs_4	Зона Даугызтауского разлома, участок сопряжения С2 с СВ нарушением, клиновидная структура		Зона нейтрализаци напряжений	Активность СВ разломов, глубинной Дарытаской структуры зона влияния деформации растяжения	-0,5	0	+0,5
34	Северо-восточное	S_1 bs_4	Зона СВ разлома		Зона нейтрализаци напряжений	Активность СВ разлома	-0,5	0	+0,5
35	Придорожное	S_1 bs_4	Зона СВ разлома		Зона очень слабых напряжении	Активность СВ разлома, зоны его пересечения с СЗ разрывам	-0,5	0	+0,5
36	Западный Карасай Восточный Карасай Центральный Карасай	O_3-S_1 bs_3	Контактовая зона между (bs_3)		Зона слабых напряжении	Зоны влияния деформации растяжения	-0,5	0	+0,5
37	Месторождение Северо-Даугызтауское	S_1 bs_3	Зона СЗ разлома		Зона слабых напряжении	Активность СЗ разлома	-0,5	0	+0,5
38	Месторождение Амантайтау	S_1 bs_3	Зона СВ разлома		Зона очень слабых напряжении	Активность субмеридиональных и СВ разломов	-0,5	0	+0,5
39	Южное, Узунбулак	S_1 bs_3	Зона СВ разлома Трешины оперская (?)		Зона очень слабых напряжении	Активность субмеридиональных и СВ разломов	-0,5	0	+0,5

структур, которые во многих случаях сохранились фрагментально. Этот факт на много сокращает площадь опоискования, что отразиться в результатах поисковых работ.

Проведенные исследования показывают, что все проявления золота региона имеют четко выраженную структурную позицию. Морфологические особенности рудных тел и пространственное размещение их по отношению к геологическим образованиям позволяют заключить, что структурный фактор – структурная позиция играет главенствующую роль в размещении оруденения, а геологическая среда, его литологический состав и физико-механические свойства – это главные причины заложения и развития разрывных структур, образованных ими структурных позиций.

Библиографический список:

1. Вольфсон Ф.И., Яковлев П.Д. Структура рудных полей и месторождений. М .: Недра, 1975. 23 с.

2. Королев В.А. «Структурные типы рудных полей и месторождений в Центральной Азии» М; Недра 1983. 215 с.

3. Акбаров Х.А. и др. Геолого-структурные типы полиметаллических рудных месторождений и месторождений Центральной Азии и некоторые проблемы их поиска и разведки. Ташкент: Фан, 1975. С. 200.

4.Акбаров Х.А. Геолого-структурные условия размещения и прогноз минерализации в полиметаллических рудных полях и месторождениях Тянь-Шаня. Ташкент .: РИСО ТашГТУ, 2006. 364 с.

5. Атлас рудных полей и месторождений западного Узбекистана (золото-серебро). И.Т.Ташпулатов, М.Н.Юлдошев, Т.Ш.Шаякубов)

6. Королев А.В., Шекстман П.А. «Условия структурного размещения после гнойных руд» М; Недра. 1965. 506 с.

7. Королев В.А., Умарксоджаев М.У. Структурные особенности распределения золото-медно-рудной минерализации в месторождении контактного типа // Геолого-структурные условия формирования эндогенных месторождений в Центральной Азии и вопросы их оценки. Ташкент: САЙГИМС, 1977. С. 58-68.

8. Турапов М.К. и другие. Моделирование сооружений одного из объектов Восточной Курамы. Научная думка, 1990. 89 с.

9. Дулабова Н.Ю. Закономерности расположения золоторудной минерализации в структурах Букантауских гор и оценка перспектив прилегающих огороженных территорий. Автореферат кандидатской диссертации, 2010. 24 с.

10. Джанибеков Б.О. и другие. Структурные положения и геодинамические условия формирования золоторудных залежей в Ауминзатау-Бельтауском рудном районе. Горный вестник Узбекистана. №3, 2017. 80 с.

11. Акбаров Х.А. и другие. «Теоретические и методологические аспекты локального прогнозирования эндогенной минерализации» Ташкент, ТашГТУ, 2011. 455 с.

12. Геологический словарь М .: «Недра», ч. I. 1978. 143 с.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 24-29

TO THE QUESTION OF STUDYING GEOLOGICAL-STRUCTURAL POSITIONS AUMINZATAU-BELTAU OF ORE FIELDS AND DEPOSITS

[1]**Fathullaeva Z.M.,** *teacher, Doctor PhD, ffayzilla1980@gmail.com*
[2]**Turapov M.K.,** *Doctor of Geological and Mineral Sciences, Professor*

[1]*National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan*
[2]*State Enterprise "Institute of Mineral Resources" of the State Committee for Geology of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

Abstract:
Review the examination geologic-strukturals position gold mine location of Auminzatau-Beltades is mine of district Central of Kizilkumesm. Everybody location placement in seven strukturals of position formations north-lasterly, north-westerly, full-scale sistemesfraktures and theirs is combineFindinosreslarch recommended using how criterion search gold mines manifestation.

Keywords: *useful fossil the golden, region, golden, structural position, textbook, arrangement mountain the gold.*

References

1. Volfson F.I., Yakovlev P.D. The structure of ore fields and deposits. M.: Nedra, 1975. 23 p.

2. Korolev V.A. «Structural types of ore fields and deposits in Central Asia» M; Nedra 1983. 215 p.

3. Akbarov X.A., and other. Geological and structural types of polymetallic ore fields and deposits of Central Asia and some issues of their search and exploration. Tashkent: Fan, 1975. 200 p.

4. Akbarov X.A. Geological and structural conditions for the location and prediction of mineralization in polymetallic ore fields and deposits of the Tien Shan. Tashkent.: RISO TashGTU, 2006. 364 p.

5. Atlas of ore fields and deposits of western Uzbekistan (gold-silver). I.T.Tashpulatov, M.N.Yuldoshev, T.Sh.Shayakubov).

6. Korolev A.V., ShextmanP.A. « Structural placement conditions after gneous ores» M; Nedra 1965. 506 p.

7. Korolev V.A., Umarxodjaev M.U. Structural features of the distribution of gold-copper-ore mineralization in a contact type deposit // Geological and structural conditions for the formation of endogenous deposits in Central Asia and questions of their assessment. Tashkent: SAIGIMS, 1977. pp. 58-68.

8. Turapov M.K. and other. Modeling the structures of one of the objects of East Kurama. Naukova dumka, 1990. 89 p.

9. Dulabova N.Yu. Regularities of the location of gold mineralization in the structures of the Bukantau mountains and assessment of the prospects of the adjacent enclosed territories. Abstract of candidate dissertation, 2010. 24 p.

10. Janibekov B.O., and other. Structural positions and geodynamic conditions for the formation of gold ore occurrences in the Auminzatau-Beltau ore region. Gorniy vestnik Uzbekistana. №3, 2017. 80 p.

11. Akbarov X.A. and other. «Theoretical and methodological aspects of local forecasting of endogenous mineralization» Tashkent, TashGTU, 2011. 455 p.

12. Geological dictionary M.: «Nedra», Part I. 1978. 143 p.

УДК 624.131+551.493

ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОГО УЗБЕКИСТАНА

Хусомиддинов А.С.,
старший научный сотрудник Института Сейсмологии АН РУз, доктор PhD

Зиёмов Б.З.,
старший преподаватель Ташкентского института по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог

*Maqolada o'rganilayotgan mintaqa uchun yangi GIS texnologiyasidan foydalangan holda Sharqiy O'zbekistonning geologik tuzilishi va muhandislik-geologik sharoitlarini hisobga olgan holda seysmik xavflar masalalari ko'rib chiqiladi. Unda GIS bilan GPS ning va masofaviy zondlash materiallarini tadqiq qilish texnologiyasi birgalikda qo'llanilishi batafsil tasvirlanadi va ko'plab amaliy muammolarni hal qilishga yor**dam** beradi, bunga lyoss jinslarni cho`kuvchanligini prognoz qilish va boshqa xaritalarini tuzish kiradi.*

Maqola tadqiqot dasturini amalga oshirishda GIS imkoniyatlari ro'yxati bilan yakunlanadi.

***Tayanch iboralar:** seysmik xavf, cho'kuvchanlikni prognozlash, lyossli gruntlar, geografik axborot tizimlari, masofadan zondlash.*

В статье рассмотрены вопросы сейсмической опасности с учетом геологического строения и инженерно-геологических условий Восточного Узбекистана с применением новой ГИС технологии применительно для изучаемого региона. Детально описывается применение ГИС совместно с GPS и технологии исследования материалов дистанционного зондирования, которые позволяют решать многие практические задачи - составление карт прогноза просадочности лессовых пород и др. Статья завершается перечислением возможности ГИС при реализации программы исследования.

***Ключевые слова**: сейсмическая опасность, прогноз просадочности, лессовые породы, географические информационные системы, дистанционное зондирование.*

Проблема защиты от сейсмической опасности предусматривает комплекс разнообразных по форме и содержанию антисейсмических мероприятий. Их условно подразделяют на: долгосрочные плановые - сейсмическое районирование и сейсмостойкое строительство, страховая политика, просветительская работа и др.; превентивные - оценка и при необходимости восстановление сейсмостойкости конструкций строений и др.; оперативные - спасательные и аварийно-восстановительные работы. При общем сейсмическом районировании определяется потенциальная или исходная сейсмическая опасность в баллах и динамических показателях. Далее сейсмическим микрорайонированием она уточняется на основе инженерно-геологических, геофизических и инструментальных сейсмологических исследований. В зависимости от свойств инженерно-геологических условий конкретной местности интенсивность сотрясения может меняться до I= ± 2 баллов от исходной, что требует обязательного учета приращений интенсивности сотрясений при проектировании сейсмостойких объектов. Характерной особенностью инженерно-геологической среды является изменчивость физико-механических свойств под действием природных или техногенных факторов. Особенно изменчивы лессовые породы, которые широко распространены и являются основанием более 70% строений возведенных на территории Узбекистана. Нарастающее техногенное воздействие на среду приводит к приращениям сейсмической интенсивности и создает дополнительные сейсмические нагрузки на здания и сооружения. Поэтому для планирования антисейсмических мероприятий необходимы технологии прогнозирования сейсмоэкологических изменений на средне и долгосрочную перспективу 5, 10, и 15 лет [1].

Мировой опыт изучения и ликвидаций последствий катастрофических землетрясений показал перспективность решения задач по снижению последствий землетрясений по заранее оптимизированным сценариям, что предопределяет актуальность создания комплексной технологии оценки сейсмической опасности в реальном времени. Такая технология должна наряду с пространственной структурой потенциальной сейсмической опасности содержать прогнозные оценки вероятности времени, места и силы возможных землетрясений, а также распространенность вторичных ущерб образующих факторов.

Современная методология прогноза землетрясений базируются на результатах исследований физики сейсмогенных процессов и феноменологии сопутствующих им аномальных проявлений природы. Акту непосредственного разрушения сейсмического очага предшествует этап подготовки от нескольких до десятка лет в зависимости от объема очага. В этот период под действием приложенных напряжений, зона будущего разрыва испытывает аномальные деформации. Магистральный разрыв происходит при достижении аномальных деформаций относительной величины 10-4. Динамика деформаций в ходе подготовки землетрясения испытывает несколько этапов связанных с качественно различающимися фазами трещинообразования, которые обусловлены динамикой земной коры. Физико-математические основы прогноза места, времени и силы землетрясений рассмотрены в [2]. Они основаны на экспериментальных материалах мониторинга комплекса геофизических, гидрогеохимических и геодинамических параметров.

В современных условиях реализацию такого сложного проекта в масштабах республики целесообразно проводить на базе современных информационно-коммуникационных технологий, включая географические информационные системы (ГИС), глобальное позиционирование (GPS) и технологии использования материалов дистанционного зондирования. Реализация ГИС позволит решать в автоматизированном режиме комплекс задач, связанных оценкой потенциальной сейсмической опасности и прогноза землетрясений, принятием оптимальных решений с учетом инженерно-геологических условий анализируемой территории, с минимизацией ущерба от возможного землетрясения, в том числе:

Возможность оперативного получения полной информации о потенциальной сейсмической опасности любого района на территории республики.

Возможность совершенствования и автоматизации управления базами данных о потенциальной сейсмической опасности территории с учетом инженерно-геологических условий.

Возможность разработки цифровых карт прогноза.

Возможность оперативного предоставления потребителю запрашиваемой информации в удобном для него виде и др.

Успешная реализация ГИС возможна при грамотно спроектированной автоматизированной системе с учетом возможностей информационных систем, технической, технологической обеспеченности, местных условий и реалий. Это позволит сэкономить бюджетные средства, трудозатраты на строительство промышленных и гражданских объектов, минимизировать ущерб от возможных негативных последствий землетрясений.

Многие из упомянутых задач могут решаться и решались ранее без использования ГИС-средств. Использование ГИС позволяет с большой эффективностью и удобством для пользователя организовать в единый комплекс операции ввода и обновления исходной информации, ее переработки и отображения результатов, решать задачи пространственного анализа. Применение ГИС-технологий существенно повышает оперативность всех этапов работы с пространственно-

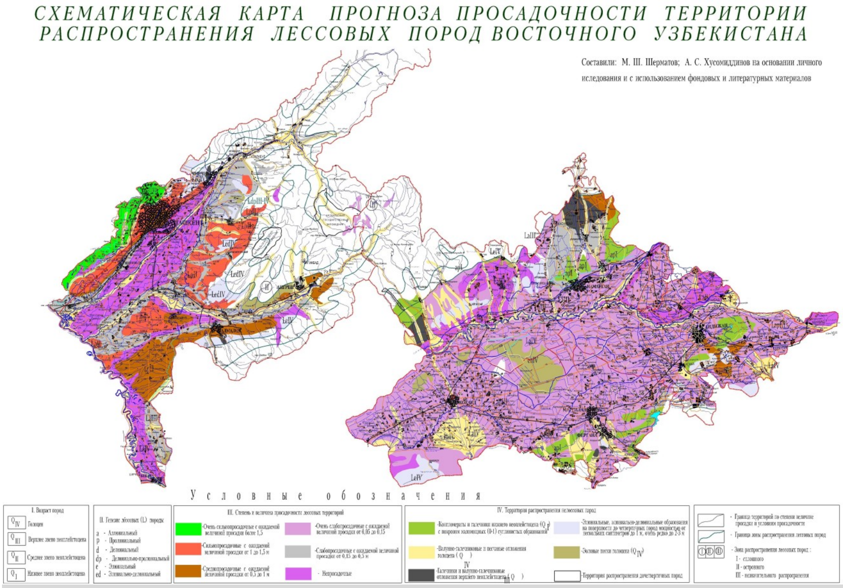


Рис.1. Цифровая карта «Схематической карты прогноза просадочности территории распространения лёссовых пород Восточного Узбекистана»

распределенными данными, начиная от ввода исходной информации, ее анализа и до выработки рекомендаций по принятию управленческих решений. Она позволяет использовать современные электронные средства геодезии и системы глобального позиционирования (GPS), что представляет оперативную информацию высокой степени точности.

Тематические, инструментальные и технологические компоненты ГИС могут формироваться при наличии должного картографического обеспечения и мониторинга состояния территорий, системы распределенных баз данных с защищенной виртуальной корпоративной системой связи в региональной сети, с возможностью подключения к глобальной сети интернет. Привлекательность ГИС состоит в представлении информации на картографическом фоне, что способствует повышению уровня восприятия, обработки и анализа информации при подготовке, обеспечивает комплексное и наглядное представление информации с ее территориальной привязкой, позволяет наглядно отобразить динамику процессов и явлений, а также осуществить их моделирование. Эффективная реализация ГИС невозможна без использования научных разработок и подходов к решению поставленных проблем. Это, прежде всего, опыт разработки различных систем АСУ, использование разработок в области тематического геолого-сейсмологического картографирования, методов создания оценочных и синтетических карт с использованием материалов дистанционного зондирования и современных компьютерных методов их обработки, разработки цифровых и электронных карт [3-4].

Эффективность от использования ГИС не всегда очевидна, учитывая затраты на ее создание. В данном случае ее использования выражается в следующих аспектах:

– снижение основных затрат от ведения и обновления БД, риска необоснованности принимаемых управленческих решений;

– применение вычислительных платформ и программного обеспечения, защищенных от несанкционированного доступа;

– одновременная обработка информации с большой территории в едином масштабе с высокой производительностью растровых и векторных операций, в том числе в реальном масштабе времени;

– возможное расширение от первоначально планируемой области применения до использования в других областях с расширением круга решаемых задач;

– многократное использование геоинформационной системы в интересах растущего круга пользователей, возможность ее использования в сети;

– повышение качества выходной продукции и производительности труда за счет использования высоких наукоемких технологий;

– повышение качества и оперативности принимаемых управленческих решений за счет более высокой объективности и качества используемой информации и др. [5].

Учитывая многоплановость и внушительные объемы, проект изыскания разбит на несколько этапов. Представленный этап посвящен созданию цифровой карты просадочности лессовых пород, которая является наиболее значимым ущерб образующим фактором. Разработана технология и выполнен этап цифровой карты для Восточного Узбекистана.

Распространение, генезис, вещественный состав и инженерно-геологические свойства лессовых пород региона изучены Г.А. Мавляновым и др [6], Вороновым [7], Х.А. Аскаровым [8], А.И. Исламовым [9], А.М. Худайбергеновым [10], М.Ш. Шерматовым [11], Э.В. Кадыровым [12], и многими другими.

Анализ результатов исследований вышеуказанных авторов, а также детальное изучение лессовых пород показывают, что в регионе лессовые породы широко представлены элювиальными, элювиально-делювиальными, делювиальными, делювиально-пролювиальными, аллювиально-пролювиальными, пролювиальными, аллювиальными и техногенными генетическими типами. Они различаются между собой по возрасту, положению в рельефе, характеру распространения, мощности, вещественному составу, водно-физическим, деформационно-прочностным, просадочным и сейсмическим свойствам. В их распространении существуют определенная вертикальная зональность и выделяются 3 зоны [13].

Такой характер распространения и формирования различных генетических и возрастных типов лессовых пород взаимосвязаны определенными фазами тектонических движений и циклами аккумуляции исходного лессового материала. Каждый цикл аккумуляции характеризуется формированием терассовых поверхностей (уровней) и образованиям палеопочвы. Древние палеопочвы, имеющие распространение в толще лессовых пород региона, рассматриваются в работах Ю.А. Скворцова, Я.М. Гусака, Я.М. Насырова, Н.И. Кригера, М.Р. Москалева, М.Ш. Шерматова, Э.В. Кадырова, А.Е. Даданова, А.А Лазаренко, И.Н. Степанова, У.К. Абдуназарова, Н.Г. Мавлянова, В.Т. Трофимова, С.Д. Балыкова, Т.В. Андреева и др. Их гранулометрический, солевой, воловой, минералогический состав, водно-физические, просадочные и прочностные свойства были изучены М.Ш. Шерматовым [14], Н.Г. Мавлянновым [15].

На основе проведенных в 2007-2011 гг. инженерно-сейсмогеологических исследований и использования фондовых и литературных материалов на базе применения современных ГИС-технологий нами разработана цифровая «Схематическая карта прогноза просадочности территории распространения лёссовых пород Восточного Узбекистана».

Процедура создания и обновления карт на основе ГИС-технологий существенно более проста по сравнению с традиционными методами. Нами были разработаны цифровые карты прогноза просадочности лёссовых территорий на основе материалов дистанционного зондирования и результатов геодезических измерений. На начальном этапе была разработана цифровая топографическая основа масштаба 1:500000. В дальнейшем на нее накладывается тематическая нагрузка. В качестве топографической использованы топографические карты последних лет изданий. Карта представлена в векторном формате, что представляет ряд удобств и дополнительных возможностей анализа и обработки картографической информации. Возможность послойного представления картографической информации создает ряд дополнительных удобств при анализе, позволяя включать или выключать из рассмотрения отдельные тематические слои. При увеличении картографического изображения, представленного в векторном формате, качество его зависит от качества оцифровки.

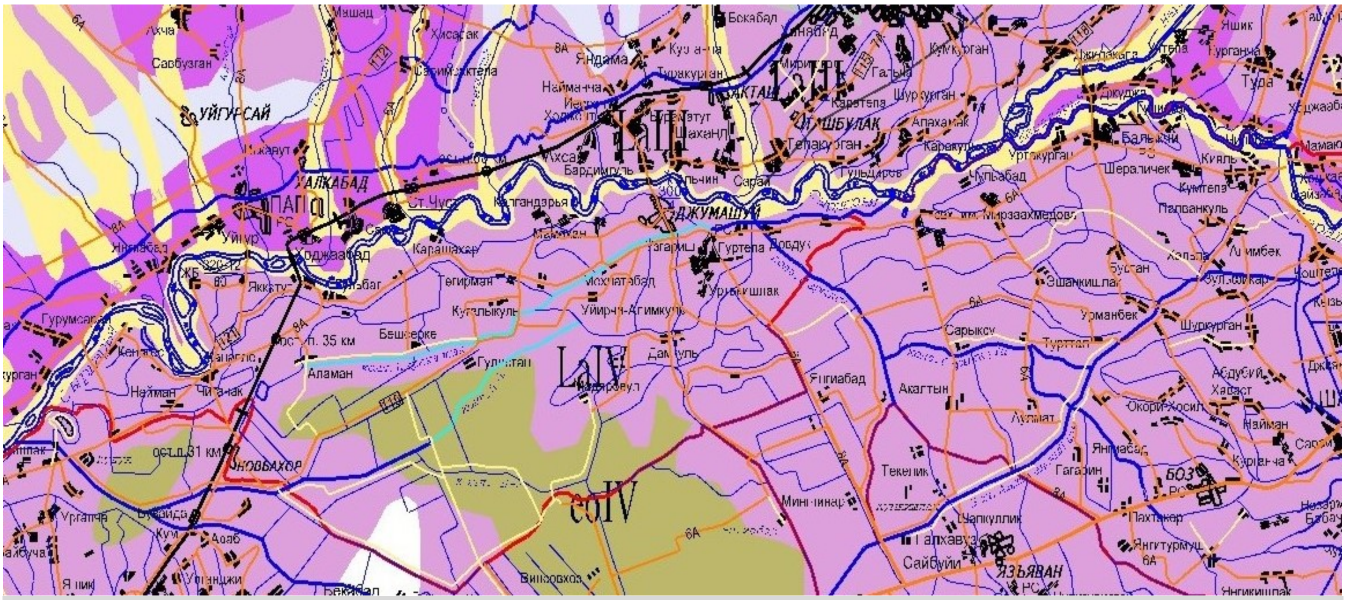


Рис. 2. Фрагмент вышеуказанной карты

Специальные средства ГИС позволяют проводить аналитическую обработку данных, а в более сложных случаях - моделирование реальных событий. При этом результаты работы модели могут быть представлены на экране монитора или выведены в виде твердой копии. В отдельных случаях в ГИС-проекте могут быть реализованы системы экспертной поддержки, способствующие поиску и выработке наиболее оптимальных управленческих решений.

На разработанной цифровой «Схематической карте прогноза просадочности территории распространения лёссовых пород Восточного Узбекистана» выделены следуюшие типы территории просадочности:

Очень сильнопросадочные с ожидаемой величиной просадки более 1,5 *м*.

Сильнопросадочные территории с ожидаемой величиной просадки до 1 *м* до 1,5 *м*.

Среднепросадочные с ожидаемой величиной просадки 0,5 до 1 *м*.

Слабопросадочные с ожидаемой величиной просадки от 0,15 до 0,5 *м*.

Незначительно просадочные с ожидаемой величиной посадки от 0,05 до 0,15 *м*.

Непросадочные.

На рис.1 представлена цифровая карта «Схематической карты прогноза просадочности территории распространения лёссовых пород Восточного Узбекистана», разработанная в масштабе 1:500000. На рис.2 представлен фрагмент данной карты. Данная карта в дальнейшем будет использована при разработке ГИС современной геодинамики и оценки сейсмической опасности с разработкой основных процедур ГИС.

Как правило, ГИС общего назначения выполняет пять основных процедур - ввода данных, предварительной обработки, управления, создания запросов, анализа и вывода данных в удобном для потребителя виде.

В случае ввода данных с бумажных карт, эти карты должны быть оцифрованы в соответствии с требованиями, предъявляемыми к цифровым картам. Технологии ИНТЕРГРАФ, ArcGIS и ряда других ГИС-продуктов позволяют выполнять эту наиболее трудоемкую часть процесса создания ГИС-проекта в автоматизированном режиме, используя отсканированную картографическую основу. В случае использования оцифрованных материалов может возникнуть необходимость приведения их к единому формату в соответствии с требованиями используемого программного продукта.

Нередко в процессе разработки ГИС-проекта приходится пользоваться разнородной исходной информацией. Например, отдельные тематические слои могут быть оцифрованы с карт различного масштаба возникает необходимость приведения их к единому масштабу в соответствии с требованиями проекта. В тех случаях, когда используются оцифрованные материалы, подготовленные с помощью других программных продуктов и введенные в среду вашего проекта путем конвертации этих файлов, может возникнуть необходимость доводки этих материалов до уровня, отвечающего требованиям разрабатываемого ГИС-проекта.

ГИС-системы структурно можно разделить на два основных блока. Блок обработки и представления графической информации предоставляет широкие возможности для манипулирования цифровыми картами. Это возможность совместного анализа нескольких тематических карт, возможность трехмерного представления карт, возможность перевода в различные картографические проекции и масса других возможностей. Дальнейшее совершенствование ГИС-систем позволяет расширить эти возможности. Блок манипулирования атрибутивной информацией построен на основе современных СУБД. Преимущество современных ГИС-систем заключается в возможности манипулирования атрибутивной информацией в связке с картографическими элементами.

Для ввода, хранения, обработки, анализа и выдачи атрибутивной информации по запросу пользователя в современных ГИС-системах используются реляционные СУБД. В процессе реализации данных исследований нами были использованы СУБД ORACLE и ACCES. Современные ГИС обладают развитой системой запросов. Так, можно составить запрос, в котором перечисляются интересующие нас свойства объектов, а система выделяет на карте объекты, удовлетворяющие заданному запросу.

Картографическая форма представления информации является одной из самых лаконичных, информативных и эффективных форм представления пространственно-распределенных данных. Используя эту форму представления информации ГИС даст уникальные возможности по составлению, редактированию и обновлению и выводу карт, дополняя ее разнообразной информацией, представленной в табличной форме, в виде графиков, дополняя их рисунками и фотографиями и другими средствами, делающими представляемый материал более информативным, лаконичным и доступным для анализа.

Реализация ГИС позволит:

- возможность совершенствования и автоматизации ведения банка данных о потенциальной сейсмической опасности территории с учетом инженерно-геологических условий;
- возможность разработки цифровых карт прогноза и сейсмического районирования;
- возможность оперативного предоставления потребителю запрашиваемой информации в удобном для него виде и др.

Библиографический список:

1. Хусомиддинов С.С. Физические предпосылки диагностики предвестников землетрясений/Актуальные проблемы сейсмологии №5, ИСАН,Т., 2007 С. 5-7.
2. Курбанов Б.Т. Роль современных информационных систем в исследованиях окружающей среды. // Вестник НУУ, 2003.- №3. - С. 5-14.
3. Курбанов Б.Т., Самборский А.А. Роль и значение геоинформационного обеспечения при решении народнохозяйственных задач. Тезисы докладов Международного семинара «Новейшие геосистемы и технологии «TRIMBLE» для решения задач архитектуры, строительства и кадастра». Ташкент, 2004. С. 10-14.
4. Vitek J.D., Walsh St.J., Gregory M.S. Accuracy in geographoc information systems: an assessment of inherent and operational errors. / Record 9th Symp. Spat. Technol. Remote Sens. Today and Tomorrow. Sioux Falls, S.D., 2-4 Oct. 1984. - Proc. Ilver Spring, 1984, pp.296-302.
5. Lillesand T.M., Liefer R.W. Remote sessing and image interpretation./ N.Y., John Willey and Sons, 1987, 722 p.
6. Мавлянов Г.А. Генетические типы лессов и лессовидных пород Центральной и Южной части Средней Азии и их инженерно-геологические свойства. Ташкент, 1958. - 47 с.
7. Воронов Ф.И., Дмитриев В.Л. Просадочные явления в лессах Приташкентского района (по правобережью р. Чирчик). Ташкент, 1940. - 53 с.
8. Аскаров Х.А. О глубине залегания просадочных лессовых грунтов и методах оценки просадочности. Фонды Института сооружений, Ташкент, 1955. - 83 с.
9. Исламов А.И. Изменение некторых физико-механических свойств лессовых пород после просадки. Узб. Геол. Журнал №2, 1963. С. 23-29.
10. Худайберганов А.М. Инженерная геология городов правобережья р. Чирчик. Ташкент, «Фан», 1980,191 с.
11. Шерматов М.Ш. Инженерно-геологические свойства лессовых пород Чаткальской горной области. Изд-во «Фан», Ташкент, 1971. 235 с.
12. Кадыров Э.В. Лессовые породы: происхождение и строительные свойства. Ташкент, 1979. 267 с.
13. Ниязов Р.А. Оползни в лессовых породах. Ташкент, Фан, 1974. 323 с.
14. Шерматов М.Ш. Экзогенные геологические процессы Срединного Тянь-Шаня и главные факторы, определяющие их проявление и развитие. Узб. Геол. Журн. №3, 1987, С. 45-50.
15. Мавлянов Н.Г. О формировании просадочности лессовых пород Средней Азии./Инженерная геология лессовых пород/ тезисы Всесоюзного совещания. Т.1, Ростов-на-дону, 1989, С. 20-21.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 30-33

ASSESSMENT OF SEISMIC DANGER BASED ON GIS TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF EASTERN UZBEKISTAN

[1]**Khusomiddinov A.S.**, Ph.D. (PhD), Senior Researcher, ahrorhs1980@mail.ru
[2]**Ziyomov B.Z.** - Senior Lecturer, bobur.ziyomov82@mail.ru

[1]Institute of Seismology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
[2]Tashkent Institute for the Design, Construction and Operation of Roads, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article considers the issues of seismic hazard taking into account the geological structure and geotechnical conditions of East Uzbekistan using the new GIS technology for the region under study. It describes in detail the application of GIS in conjunction with GPS and the technology of researching remote sensing materials, which can solve many practical problems - compiling forecast maps of subsidence of loess rocks, etc. The article ends with a listing of the possibility of GIS in implementing the research program.

Keywords: *seismic hazard, subsidence forecast, loess rocks, geographic information systems, remote sensing.*

References

1. Khusomiddinov S.S. Physical premises for the diagnosis of earthquake precursors / Actual problems of seismology No. 5, ISAN, T., 2007, pp. 5-7.
2. Kurbanov B.T. The role of modern information systems in environmental research. // Bulletin of NUU, 2003. - No. 3. - pp. 5-14.
3. Kurbanov B.T., , Samborsky A.A. The role and importance of geoinformation support in solving national economic problems. Abstracts of the International Seminar "The Latest TRIMBLE Geosystems and Technologies for Solving the Problems of Architecture, Construction and Cadastre". Tashkent, 2004. pp. 10-14.
4. Vitek J.D., Walsh St. J., Gregory M.S. Accuracy in geographoc information systems: an assessment of inherent and operational errors. / Record 9th Symp. Spat. Technol. Remote Sens. Today and Tomorrow. Sioux Falls, S.D., 2-4 Oct. 1984. - Proc. Ilver Spring, 1984, pp. 296-302.
5. Lillesand T.M., Liefer R.W. Remote sessing and image interpretation./ N.Y., John Willey and Sons, 1987, 722 p.
6. Mavlyanov G.A. Genetic types of loesses and loesslike rocks of the Central and Southern parts of Central Asia and their engineering and geological properties. Tashkent, 1958. 47 p.
7. Voronov F.I., Dmitriev V.L. Sagging phenomena in loesses of the Pritashkent region (on the right bank of the Chirchik River). Tashkent, 1940. 53 p.
8. Askarov H.A. On the depth of subsidence loess soils and methods for assessing subsidence. Foundations of the Institute of Structures, Tashkent, 1955. 83 p.
9. Islamov A.I. Change in some physical and mechanical properties of loess rocks after subsidence. Uzb. Geol. Magazine No. 2, 1963. pp. 23-29.
10. Khudaiberganov A.M. Engineering geology of cities on the right bank of the river. Chirchik. Tashkent, "Fan", 1980,191 p.
11. Shermatov M.Sh. Engineering and geological properties of loess rocks of Chatkal mountain region. Publishing house "Fan", Tashkent, 1971. 235 p.
12. Kadyrov E.V. Loess rocks: origin and construction properties. Tashkent, 1979. 267 p.
13. Niyazov R.A. Landslides in loess rocks. Tashkent, Fan, 1974. 323 p.
14. Shermatov M.Sh. The exogenous geological processes of the Middle Tien Shan and the main factors determining their manifestation and development. Uzb. Geol. Zhurn. No. 3, 1987, pp. 45-50.
15. Mavlyanov N.G. On the formation of subsidence of loess rocks in Central Asia. / Engineering geology of loess rocks / theses of the All-Union meeting. T.1, Rostov-on -Don, 1989, pp. 20-21.

УДК 622.063.23:622.271.332

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЗАОТКОСКИ УСТУПОВ В ПРИКОНТУРНОЙ ЗОНЕ КАРЬЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО СОСТАВА НЕВЗРЫВЧАТОЙ РАЗРУШАЮЩЕЙ СМЕСИ




Заиров Ш.Ш.,
профессор кафедры
«Горное дело», НГГИ, д.т.н.

Равшанова М.Х.,
старший преподаватель
кафедры «Горное дело»
НГГИ

Худайбердиев О.Ж.,
ст. преп. кафедры «Высшая
математика и информационные
технологии», НГГИ

Мамараимов Ф.Ш.,
магистрант кафедры
«Горное дело», НГГИ

Yangi tarkibli portlatishsiz maydalashni qo'llash orqali karerni kontur oldi zonasida joylashgan pog'onalarni qiyalash usuli ishlab chiqilgan bo'lib, bu pog'onaning butun balandligi bo'yicha massivni qiyalanish sifatini oshishini ta'minlab beradi, bundan tashqari bajariladigan kon ishlarini murakkabliligini kamayishiga olib keladi, atrof muhitni himoyalanishini ta'minlab beradi, kon ishlarini energiya ta'minotiga va ma'danni qazib olishda sarflanadigan harajatlarni kamayishiga olib keladi hamda kon ishlarini xavfsizolib borilishini oshiradi.

Yangi tarkibli portlatishsiz maydalash yordamida konturli skvajinalar orasidagi samarali masofalar nazariy tadqiqotlar natijasida aniqlangan.

Yangi tarkibli portlatishsiz maydalash va uni qo'llash usuli laboratoriya sharoitida mustahkam tog' jinsli namunalarda bir necha marta sinalgan.

Tayanch iboralar: *pog'onalarni qiyalash, ekran hosil qiluvchi tirqish, portlatishsiz maydalovchi tarkib, konturli skvajinalar, tuzilishi (konstruktsiya), konturli skvajinalar orasidagi samarali masofalar, yoriqlarni paydo bo'lishi.*

Разработан способ заоткоски уступов в приконтурной зоне карьера с использованием нового состава невзрывчатой разрушающей смеси, позволяющий достичь высокого качества заоткоски массива по всей высоте уступа, снизить трудоемкость выполняемых работ, обеспечить защиту окружающей среды, снизить себестоимость добычи руды и энергоемкость горных работ и повысить безопасность их ведения.

Теоретическими исследованиями определено эффективное расстояние между контурными скважинами с невзрывчатой разрушающей смесью.

Способ и новый состав невзрывчатой разрушающей смеси испытаны в лабораторных условиях на модельных объектах из крепких горных пород.

Ключевые слова: *заоткоска уступов, экранирующая щель, невзрывчатая разрушающая смесь, контурные скважины, конструкция, эффективное расстояние между контурными скважинами, зарождение трещин.*

Увеличение глубины разработок и срока службы нерабочих бортов карьеров, а также вовлечение в эксплуатацию месторождений со сложными горно-геологическими условиями требуют надежного обеспечения устойчивости эффективных конструкций бортов и их элементов для повышения полноты отработки месторождений, улучшения технико-экономических показателей работы предприятия, обеспечения необходимой безопасности ведения горных работ.

При ведении взрывных работ в приоткосной части бортов карьеров нарушается их сплошность, развиваются трещины и ослабляется массив. Применение низкобризантных взрывчатых веществ (ВВ), промежуточных детонаторов и зарядов специальных конструкций позволяют снизить динамическое воздействие на приконтурную область, однако их применение приводит к повышению затрат на разрушение и в ряде случаев не обеспечивает требуемых конечных результатов. Одним из решений данной проблемы является разработка безвзрывного способа заоткоски уступов в приконтурной зоне карьера для достижения высокого качества заоткоски массива по всей высоте уступа путем использования нового состава невзрывчатой разрушающей смеси (НРС).

Сравнение различных технологических схем [1-9] отработки в предельном контуре бортов карьера показало, что лучшие результаты дает применение предварительного щелеобразования.

При приближении горных работ к конечному контуру карьера до производства массового взрыва на дробление горных пород предварительно получают экранирующую щель в массиве по линии конечного контура карьера. Формирование экранирующей щели не позволяет трещинам проникать вглубь контурного массива и развиваться за пределами карьера.

Известен способ укрепления уступа карьера, включающий создание зоны дробления путем бурения экранирующих наклонных скважин параллельно будущей поверхности откоса и их взрывание, бурение дополнительных скважин, установку в них арматуры и заполнение их укрепляющим раствором [10]. Дополнительные скважины выполняют наклонными и бурят их между наклонными экранирующими скважинами примерно под тем же углом, а заполнение укрепляющим раствором осуществляют после создания зоны дробления, при этом арматуру устанавливают таким способом, чтобы она прилегала к стенке скважины со стороны будущей поверхности откоса, после уборки взорванной массы и зачистки поверхности откоса к арматуре дополнительных наклонных скважин приваривают стержни или крючки, на которых закрепляют металлическую сетку по всей поверхности откоса, а затем наносят на нее укрепляющий раствор.

Главными недостатками данного способа является технологическая трудность и повышенные затраты проведения операций, кроме того взрывание экранирующих наклонных скважин приводит к вывалам породы и образованию ослабленных зон массива.

Также известен способ направленного невзрывного метода разрушения пород на основе расширяющейся цементной смеси [11].

Направленный раскол горных пород между контурными шпурами при использовании расширяющейся цементной смеси обеспечивается изменением поперечного рабочего сечения шпура из круглого в эллиптическое за счет установки в нем двух металлических сдвоенных пластин (концентраторов напряжения), расположенных параллельно плоскости предполагаемого, направленного раскола пород.

Главными недостатками данного способа является его неприемлемость в скальных и полускальных горных породах, сложность исполнения и низкая эффективность, не обеспечивающая надежного предохранения законтурного массива от разрушения.

В результате проведенных исследований разработан способ заоткоски уступов в приконтурной зоне карьера с использованием нового состава НРС, изготавливаемого из местного сырья и отходов промышленности.

Согласно данному способу для получения экранирующей щели бурится ряд наклонных скважин малого диаметра под углом, равным углу проектируемого откоса уступа, и глубиной, равной высоте уступа, принятой паспортом горного предприятия в приконтурной зоне карьера (рис. 1).

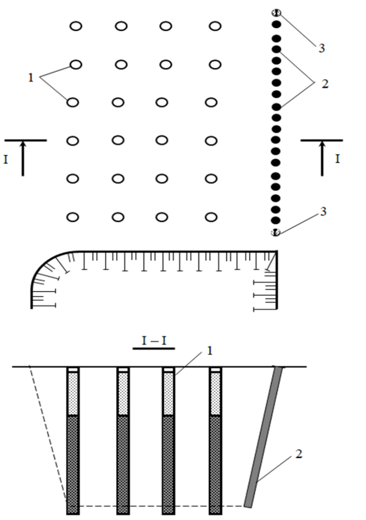


Рис.1. Схема расположения экранирующих контурных скважин: *1 – взрывные скважины; 2 – экранирующие контурные скважины; 3 – боковые скважины с установленными металлическими дугообразными пластинами*

В ряде наклонных контурных скважин боковые с двух сторон скважины оставляются холостыми, а все остальные заполняются НРС следующего состава, масс. %:

– известь (CaO) - 43;
– пищевая сода ($NaCO_3$) - 4;
– лигносульфонат (ЛСФ) - 5;
– техническая соль ($NaCl$) -5;
– стиральный порошок - 3;
– борная кислота - 3;
– глицерин - 5;
– вода - 32.

В боковые холостые скважины – 3 устанавливаются по две металлические вставки – 4 дугообразной формы так, чтобы вершины дуги были направлены друг к другу и параллельно линии конечного контура (рис. 2). Высота дуги металлической вставки должна быть равна ½ радиуса скважины. В пространство между вершинами дуги также заполняют НРС – 5 вышеуказанного состава, а между скважиной и сферой дуги ─ буровой мелочью – 6.

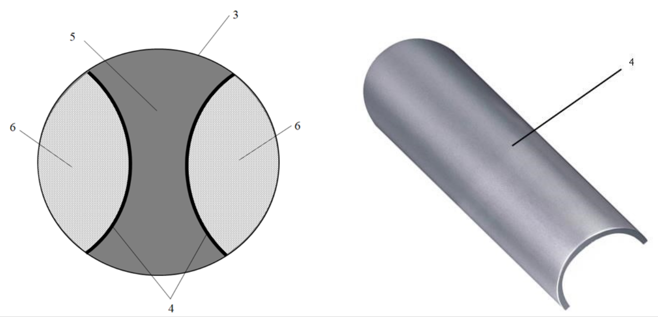


Рис. 2. Конструкция боковой экранирующей контурной скважины с металлическими пластинами дугообразной формы: *3 – боковая экранирующая контурная скважина; 4 – металлическая дугообразная пластина; 5 – невзрывчатая разрушающая смесь; 6 – буровая мелочь*

Со временем застывшая смесь НРС в скважине за счет перекристаллизации и образования новых соединений начинает постепенно расширяться и в течение 8-12 часов скважина увеличивается в диаметре до 35-40%, что вызывает появление трещин между оконтуривающими скважинами. В результате происходит ровное, связанное общими трещинами разделение массива горных пород.

После образования таким образом экранирующей щели, производят взрыв на дробление основных скважинных зарядов взрывчатых веществ ─ 1. Предварительно образованная контурными скважинами экранирующая щель позволяет предотвратить вывалы породы в приконтурной зоне карьера, образованию ослабленных зон массива и предохраняет законтурный массив от разрушения.

Определим эффективное расстояние между контурными скважинами с НРС. Для этого рассмотрим образование щели как результат действия тангенциальных напряжений σ_θ в точке А, расположенной в плоскости щели на равном расстоянии от соседних скважин (рис. 3) [12]. Существенную роль в механизме образования щели оказывают радиальные напряжения от соседних скважин, геометрически складывающихся в плоскости, пересекающей контурную щель перпендикулярно к ней на расстоянии от соседних зарядов. Эти напряжения также создают растягивающие усилия в плоскости щели и необходимо знать затраты энергии на раздвижение стенок щели после образования магистральной трещины.

Щель возникает в массиве под действием растягивающих напряжений σ_θ в точке А и симметричных, направленных в разные стороны растягивающих напряжений в точках С и $С_1$, формирующихся в результате геометрического сложения радиальных напряжений сжатия σ_r в этих точках (рис. 3).

Запишем условие образования контурной щели как соотношение напряжений, вызывающих ее образование, и напряжений, препятствующих этому (рис. 4):

$$\sigma_R \geq \sigma'_p + \sigma_h, \qquad (1)$$

где σ_R – суммарное растягивающее напряжение в точке А, действующее перпендикулярно плоскости скважин, *МПа*; σ'_p – предел прочности породы при растяжении с учетом коэффициента структурного ослабления для данного массива, *МПа*; σ_h – дополнительные напряжения, необходимые для перемещения стенок контурной щели на некоторую величину $h_ш$, и ее раскрытия, *МПа*.

Приняв величину сжимающих напряжений, вызванных действием НРС у стенки контурной скважины, равной Р (*t*), можно записать величину радиальных сжимающих напряжений в точках С и $С_1$ как

$$\sigma_r = P(t) \cdot K_{с.з}, \ МПа, \qquad (2)$$

где $K_{с.з}$ – коэффициент, характеризующий степень затухания напряжений с увеличением расстояния от оси скважины.

В первом приближении можно предположить, что

$$K_{с.з} = \left(\frac{d_c}{R}\right)^{n_3}, \qquad (3)$$

где d_c – диаметр скважины, *м*; R – расстояние от оси скважины до рассматриваемой точки в массиве, *м*; n_3 – показатель степени затухания напряжений с удалением расчетной точки от оси скважины.

Тогда величина радиальных сжимающих напряжений в точках С и $С_1$ может быть установлена по формуле

$$\sigma_r = P(t)\left(\frac{d_c \cos\beta}{a_k}\right)^{1.5}, МПа, \qquad (4)$$

где a_k – расстояние между контурными скважинами, *м*; β – острый угол между плоскостью контурных скважин и направлением от ближайших скважин до точек С и $С_1$, град.

С учетом зависимости $\sigma_\theta = f(\sigma_r)$ можно определить вызываемые действием НРС тангенциальные напряжения σ_θ в точке А по выражению:

$$\sigma_\theta = P(t)\left(\frac{d_c}{a_k}\right)^{1.5} \frac{\mu}{1-\mu}, МПа, \qquad (5)$$

где μ – коэффициент Пуассона.

Тогда, согласно расчетной схеме на рис. 3 суммарные растягивающие напряжения в точке А составят:

$$\sigma_R = 2P(t)\left(\frac{d_c}{a_k}\right)^{1.5}\left(2\cos^{1.5}\beta \sin\beta + \frac{\mu}{1-\mu}\right), Мпа, \qquad (6)$$

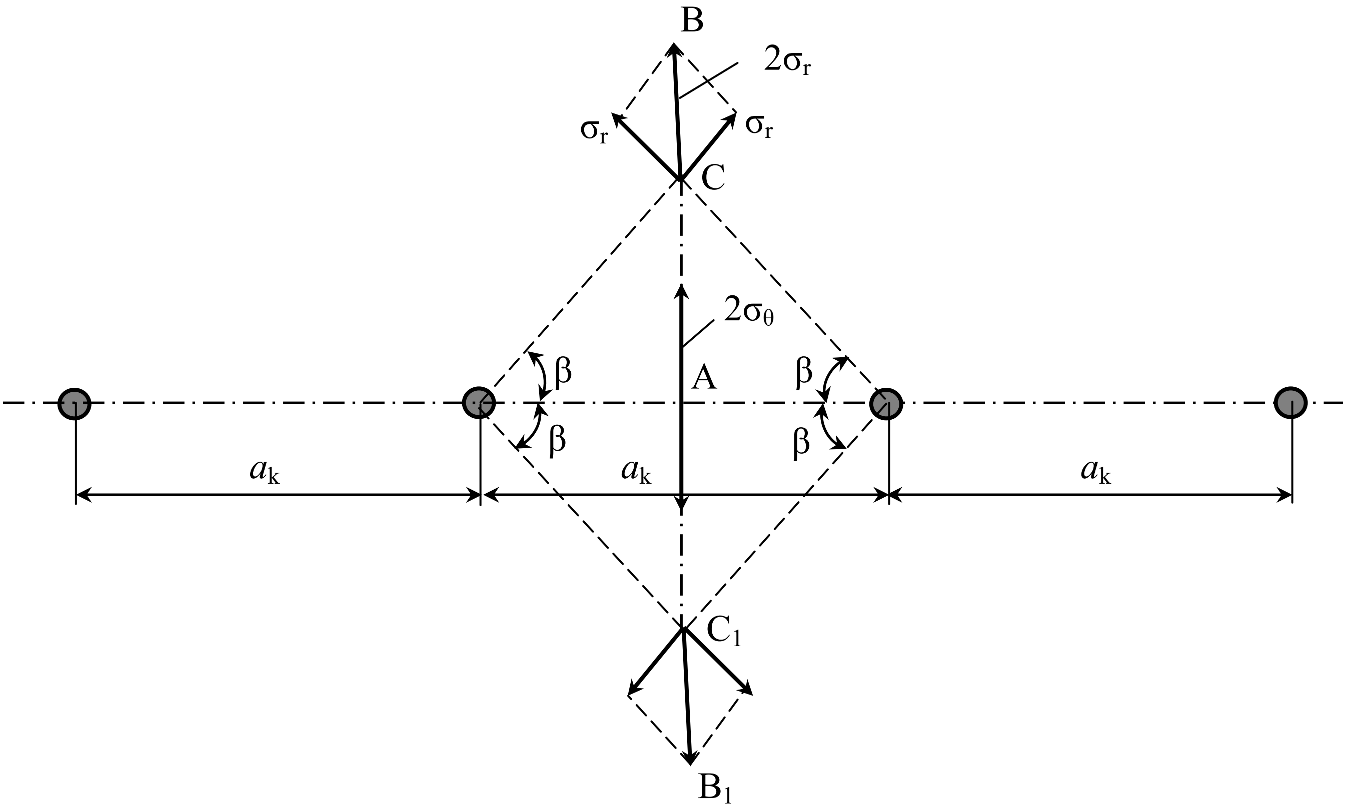


Рис. 3. Схема к расчету расстояния между контурными скважинами с НРС

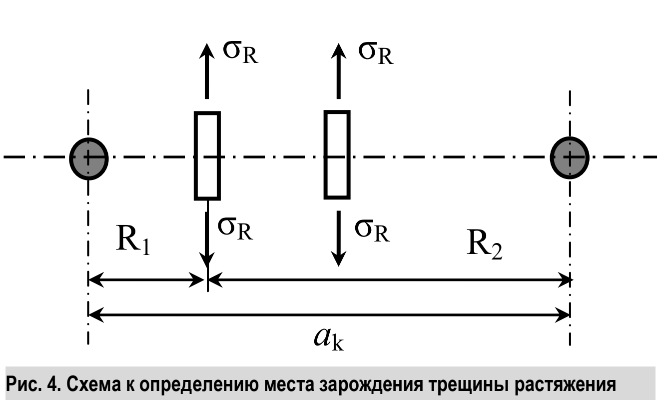


Рис. 4. Схема к определению места зарождения трещины растяжения

Положения точек С и C_1 определяются из условия достижения максимальной величины σ_R. Анализ функции $\sigma_R = f(\beta)$ [12] показывает, что наибольшая величина $\sigma_R = f(\beta)$ соответствует при β=45°. При этом

$$\sigma_R = 2P(t)\left(\frac{d_c}{a_k}\right)^{1.5}\left(0.85 + \frac{\mu}{1-\mu}\right), \qquad (7)$$

Произведя замену $\sigma_R = \sigma'_p + \sigma_h$ и выполнив соответствующие преобразования, получим формулу определения эффективного расстояния между контурными скважинами с НРС:

$$\sigma_k = d_c\left[\frac{2P(t)(0.85 + \frac{\nu}{1-\nu})}{\sigma'_\rho + \sigma_h}\right]^{2/3}, \text{ м.} \qquad (8)$$

Способ и новый состав НРС прошли опытные испытания в лабораторных условиях на модельных объектах из крепких горных пород.

В двух монолитных блоках крепостью f=6 по шкале проф. М.М. Протодьяконова перфоратором были пробурены шпуры в количестве 5 *шт.* в каждом блоке.

Диаметр шпуров составлял 40 *мм*, глубина – 150 *мм*, расстояние между шпурами – 100 *мм*.

Для данных шпуров был приготовлен НРС следующего состава, масс. *%*:

– известь (CaO) – 43;
– пищевая сода ($NaCO_3$) – 4;
– лигносульфонат (ЛСФ) – 5;
– техническая соль (NaCl) – 5;
– стиральный порошок – 3;
– борная кислота – 3;
– глицерин – 5;
– вода – 32.

Полученную массу тщательно перемешивали до получения сметанообразной текучей массы и, не давая застыть, заливали в шпуры.

В первом блоке данный состав НРС закладывали во все шпуры до устья, во втором блоке, согласно разработанному способу, 2-4 шпуры заливали полностью НРС, а в боковые шпуры устанавливали по две металлические вставки дугообразной формы с направленными друг к другу вершинами дуги. Пространство между вершинами дуги также заполняли НРС вышеуказанного состава, а между скважиной и сферой дуги – буровой мелочью.

По истечении 40 *мин.* застывшая смесь НРС в шпурах в обоих блоках за счет перекристаллизации и образования новых соединений начала постепенно расширяться и вызвала появление трещин, ширина которых составила 25 *мм*. После 12 часов размер трещин составил 40 *мм*.

В первом блоке (рис. 6) в боковых скважинах трещины развились перпендикулярно линии отрыва, а во втором блоке из-за установки двух металлических сдвоенных пластин (концентраторов напряжения) произошло ровное, связанное общими трещинами разделение блока.

Таким образом, лабораторными исследованиями установлено, что использование нового состава и способа позволяет создать в шпурах и скважинах высокое внутреннее давление, способствуя статическому разрушению и разрыванию горных пород.

Рис. 5. Развитие трещин в монолитном блоке без установления металлических вставок в боковых шпурах

Рис. 6. Развитие трещин в монолитном блоке с установленными металлическими вставками в боковых шпурах

Библиографический список:

1. Неганов В.П. Исследование разрушающего действия взрывов за контуром рыхления // Цветная металлургия, 1999. – №19. – С. 13-16.
2. Кутузов Б.Н., Шифрин В.И. Выбор рациональных параметров контурной отбойки при разработке скальной вскрыши на карьерах облицовочного камня. – В сб.: Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – Новосибирск, 2007. – №6. – С. 56-62.
3. Барон Л.И. Ключников А.В. Контурное взрывание при проходке выработок. – С.-Пб., 1997. – 204 с.
4. Силаев А.А., Кузнецов В.А. Контурное взрывание при строительстве сооружений // Горный журнал. – Москва, 2000. – №3. – С. 37-40.
5. Боровиков В.А. Некоторые теоретические аспекты предварительного щелеобразования. – Физические процессы горного производства. – Межвузовский сб. – С.Пб., 2005. – Вып. 2. – С. 69-73.
6. Неганов В.П., Скрипка В.А. Рациональные параметры контурного вырывания при заоткоске уступа // Цветная металлургия, 1991. – №23. – С. 10-12.
7. Баранов Е.Г., Мосинец В.Н. Метод взрывания с предварительным оконтуриванием разрушаемого массива // Горный журнал, 1994. – №7. С. 12- 18.
8. Друкованый М.Ф. Ефремов Э.И. Область применения метода взрывания высоких уступов и механизм разрушения пород // Горный журнал, 1990. – №11. – С. 39-41.
9. Сахно И.Г. Научные основы управления состоянием горных пород невзрывчатыми разрушающими смесями при подземной разработке месторождений // Дисс. ... докт. техн. наук. – Красноармейск, 2015. – 457 с.
10. Патент Республики Казахстан №14023. Способ укрепления уступа карьера / Бек А.Ш., Касымканова Х.-К.М., Нурпеисова М.Б. Опубл. 16.02.2004 г.
11. Боровков Ю.А., Шаров К.В. Обоснование параметров направленного невзрывного метода разрушения пород на основе расширяющейся цементной смеси // Записки Горного института. – Санкт-Петербург, 2001. – Т. 149. – С. 251-254.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 34-37

DEVELOPMENT METHOD A BANK SLOPE WORK LOST IN MARGINAL ZONE USING THE NEW MIXTURE OF NON-EXPLOSIVE DESTROYS

Zairov S.Sh., *Professor, Department of Mining, Doctor of Technical Sciences, sher-z@mail.ru*
Ravshanova M.Kh., *Senior Lecturer, Department of Mining*
Khudaiberdiev O.Zh., *Art. teacher Department of Higher Mathematics and Information Technology*
Mamaraimov F.Sh., *undergraduate of the department "Mining"*

Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan

Abstract

It developed a method bank slope work in of marginal zone career using a new composition non-explosive breaking mixture allowed yuschy achieve high quality bank slope array over the entire height ledge, reduce labor intensity of work, to protect the environment, to reduce the cost of ore mining and power consumption of mining operations and improve the safety of their reference.

Theoretical studies about the limit effective distance between the contour wells with non-explosive mixtures breaking.

The method and composition of the new non-explosive mixture destructive tested s in vitro model objects of hard rocks.

Keywords: *overhanging of ledges, shielding gap, non-explosive destructive mixture, contour wells, structure, effective distance between contour wells, crack initiation.*

References

1. Neganov V.P. The study of the destructive effect of explosions beyond the loosening circuit // Non-ferrous metallurgy, 1999. – No. 19. – pp. 13-16.
2. Kutuzov B.N., Shifrin V.I. The choice of rational parameters of contour blasting during the development of rock overburden in quarries of facing stone. - In: Physical and technical problems of mining. - Novosibirsk , 2007. – No. 6. – pp . 56-62.
3. Baron L.I. Klyuchnikov A.V. Contour blasting during sinking. – S.-Pb., 1997 . – 204 p.
4. Silaev AA, Kuznetsov VA . Contour blasting during the construction of structures // Mining Journal . – Moscow , 2000. – No. 3. – pp. 37-40.
5. Borovikov V.A. Some theoretical aspects of pre -slot formation . - Physical processes of mining. - Interuniversity collection. – S.Pb. , 2005. – Issue . 2. – pp. 69-73.
6. Neganov V.P., Violin V.A. The rational parameters of the contour tearing during ejection of the ledge // Non-ferrous metallurgy, 1991. – No. 23. – pp. 10-12.
7. Baranov E.G., Mosinets V.N. The blasting method with preliminary contouring of the massif to be destroyed // Mountain Journal, 1994. – No. 7. pp 12-18.
8. Drukovany M.F. Efremov E.I. The scope of the method of blasting high ledges and the mechanism of rock destruction // Mountain Journal, 1990. No. 11. – pp. 39-41.
9. Sakhno I.G. Scientific principles of rock management by non-explosive destructive mixtures in underground mining // Diss. ... doc. tech. sciences. – Krasnoarmeysk, 2015 . 457 p.
10. Patent Republic of Kazakhstan №14023. A method of strengthening ledge career / AS Beck, Kasymkanova H.-K.M., Nurpeisov M.B. Publ. 16.02.2004.
11. Borovkov Yu.A., Sharov K.V. Justification of the parameters of the directed non-explosive method of rock destruction based on an expanding cement mixture // Notes of Mining Institute. - St. Petersburg, 2001 . – T. 149. – pp. 251-254.

УДК 622.02;622.23;622.34;622.83

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ПРИ ОСВОЕНИИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧАРМИТАН




Калмыков В.Н., профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, д.т.н., Россия

Кульсаитов Р.В., доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, к.т.н., Россия

Худояров Т.У., заместитель начальника горного отдела НГМК

Содиков И.Ю., инженер по ПГР Инновационного центра по внедрению новых технологий, НГМК

Charmitan konida tog ' - kon ishlarining chuqurligini oshirish geomexanik vaziyatni murakkablashtiradi, bu esa tozalash liniyasining ishchilari joylashgan tozalash maydoniga joylashtiradigan jinslar sonining ko'payishi bilan ifodalanadi. Geomexanik vaziyatni normallashtirishning yagona usuli-ishlab chiqilgan makonni joylashtirish bilan rivojlanish tizimlarini joriy etish. Yuqoridagilardan kelib chiqib, stressli holatni yakuniy element usuli bilan o'lchashning tabiiy usullari, geomexanik vaziyatni modellashtirish amalga oshirildi. Tadqiqot jarayonida maydonning tabiiy va texnogen jihatdan o'zgargan joylarida kuch maydonlarining parametrlarini baholash va rivojlanish tizimlarining xavfsiz dizayn parametrlarini asoslash amalga oshirildi.

Tayanch iboralar*: rivojlanish tizimi, kuchlanish taqsimoti naqshlari, zo'riqish-deformatsiya holati, quvvat sohasi parametrlari, kuchlanish komponentlari, yoriq tushirish usuli.*

Увеличение глубины ведения горных работ на жильном месторождении Чармитан усложняет геомеханическую обстановку, которая выражается в увеличении числа обрушений вмещающих пород в очистное пространство, в котором находятся рабочие очистного звена. Единственным вариантом нормализации геомеханической обстановки является внедрение систем разработки с закладкой выработанного пространства. В связи с вышеизложенным проводились натурные методы замеров напряженного состояния методом конечных элементов, моделирование геомеханической обстановки. В процессе исследований проводилась оценка параметров силовых полей на природных и техногенно-измененных участках месторождения и обоснование безопасных конструктивных параметров систем разработки.

Ключевые слова: *система разработки, закономерности распределения напряжений, напряженно-деформированное состояние, параметры силового поля, компоненты напряжений, метод щелевой разгрузки.*

Геомеханические особенности состояния горных работ на золоторудном месторождении Чармитан в настоящее время определяются особенностями его геологического строения, а также спецификой технологии добычи в течение всего периода его освоения.

Отработка восточной части месторождения ведется системой разработки с открытым выработанным пространством с присутствием людей в зоне очистных работ, что на ряду с развитой системой разломов и трещин, разделяющих массив на блоки различной площади и мощности, приводит к значительному повышению опасности ведения горных работ вследствие обрушений пород.

В этих условиях актуальной задачей является изыскание эффективной и безопасной технологии разработки запасов месторождения.

Особенности геомеханического состояния массива месторождения

Анализ морфологии, структуры и особенностей прочностных и деформационных характеристик руды и вмещающих пород природного и техногенно-измененного массива рудоносных зон свидетельствует о том, что освоение месторождения сопряжено с рядом трудностей, обусловленных наличием сложных и сближенных жил, интенсивной трещиноватостью вмещающего массива, тектонической нарушенностью.

В ходе проведения анализа инженерно-геологических особенностей месторождения Чармитан выявлено, что месторождение сложено преимущественно породами крепкими, хрупкими, имеют высокую трещиноватость. Разрывные нарушения имеют продольно-параллельную и диагональную ориентацию по отношению к складчатым структурам. Породы из рудных зон имеют извилистые трещины, пересекающие и смещающиеся относительно друг друга, что способствует отслоениям пород висячего бока в очистное пространство, повышая вероятность травмирования работников проходческого звена.

Сложность и изменчивость полей напряжений и деформаций в горном массиве очистных блоков предопределили использование комплексной методики оценки напряженного состояния пород, включающей натурные замеры и моделирование. Переход к параметрам исходного поля напряжений производился заданием граничных сил в модели таким образом, чтобы обеспечивалось равенство значений напряжений, полученных инструментальными наблюдениями, с натурными в сходственных точках.

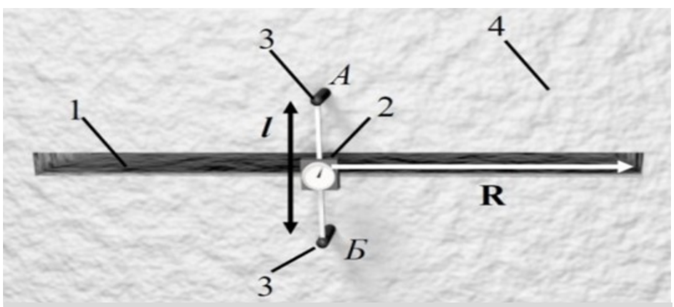


Рис.1. Схема щелевой разгрузки: *1 – щель; 2 – микрометр; 3 – реперы; 4 – горный массив*

Из натурных методов для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) горного массива исследуемого месторождения были приняты замеры в шахтных условиях методом щелевой разгрузки [1] (рис.1.).

Сущность метода заключается в следующем: в прилегающем к горной выработке монолитном массиве выбуриваются 2 отверстия на определенном расстоянии (рис. 2, 3), в которых расклиниваются реперы; микрометр устанавливается между реперами и его показания обнуляются; после чего алмазным диском прорезается щель между реперами; по истечении определенного времени расстояние между реперами снова замеряется микрометром. Замеры напряжений проводятся в бортах выработок, пройденных непосредственно по жилам или пересекающих их на горизонтах. В каждой точке в выработке производились замеры для определения вертикальных и горизонтальных компонент. Для определения упругих характеристик пород в точках замеров отбираются и исследуются образцы пород.

Результаты исследований напряженного состояния нетронутого массива приведены в табл.1.

Анализ результатов натурных экспериментов показал, что горизонтальные напряжения в массиве не равны между собой ($\delta_x \neq \delta_y$) и превышают вертикальные в 1,1-1,8 раза. Максимальные сжимающие напряжения δ_x преимущественно направлены субмеридионально, вкрест простирания геологических структур. Установлено, что измеренные величины вертикальной компоненты напряжений на верхних горизонтах на 10-30% превышают значения расчетных величин 3,0-4,5 *МПа*, определяемые весом налегающей толщи пород (при глубинах 120, 180 *м*.), что объясняется влиянием очистных и подготовительных выработок на вышележащих горизонтах, а также большой изрезанностью Чармитанского рудного поля тектоническими нарушениями различного рода.

Рис.2. Установка микрометра между реперами с последующим обнулением его показаний

Рис.3. Оборудование с алмазным диском для образования щели

Значения напряжений на верхних горизонтах (120, 180 *м*) в 1,4-2,5 раза ниже значений на глубоких горизонтах (240, 300 *м*). С увеличением глубины прослеживается тенденция к росту напряжений в массиве как вертикальных, так и горизонтальных, что может привести к активизации горного давления (рис. 4).

Как видно из рисунка, с увеличением глубины ведения горных работ (на каждые 100 *м*) происходит повышение уровня напряженности массива на 20-40%.

Проведенное определение категории удароопасности пород восточного участка месторождения Чармитан на горизонтах +720, +600 *м* методом акустической эмиссии показало, что по категории удароопасности участок относится к неопасным.

Приведены технологические схемы отбойки руды в блоках с использованием руды в качестве временной закладки системами разработки с магазинированием руды, подэтажными штреками, с магазинированием руды и обойкой руды скважинами малого диаметра из буровых камер, с магазинированием руды и мелкошпуровой отбойкой руды из восстающих, магазинированием руды короткими блоками и отбойкой руды скважинами малого диаметра из восстающих. Таким образом, все предложенные ранее решения ориентированы на использование систем разработки с открытым очистным пространством (с магазинированием рудной массы и «подэтажные штреки»), что вполне объяснимо: простота конструкции, малый объем подготовительно-нарезных работ, малые размеры сечений, возможность селективной выемки и т.д.

Однако, применение этих вариантов систем разработки предполагает наличие устойчивых руд и, хотя бы, средней устойчивости вмещающих пород, чего на восточном участке не наблюдается. Отсюда высокая опасность пребывания людей в «магазине», неконтролируемое обрушение бортов выработанного пространства, невозможность обеспечить устойчивость камер ни в процессе отработки, ни в период их самолокализации после выемки запасов.

Таким образом, использование вариантов систем разработки с открытым очистным пространством на участках с сопровождающими разломами неприемлемо, так как они не соответствуют горно-геологическим условиям, их применение сопряжено с высокими рисками для персонала, присутствующего в очистном пространстве, и невозможностью управления состоянием обнажений массива. В связи со сложной горнотехнической обстановкой необходимо изыскание эффективной и безопасной технологии отработки запасов восточного участка месторождения Чармитан.

Как показывает практика [1, 5] наиболее действенным способом стабилизации геомеханической обстановки в описанных условиях является полный или частичный отказ от систем с открытым очистным пространством и переход на системы разработки с закладкой и упрощенной конструкцией днищ блоков в сочетании с использованием энергопоглощающих крепей.

С целью совершенствования технологии добычи запасов восточного участка месторождения Чармитан в пределах рудных тел №15,

Таблица 1

Значения напряженного состояния нетронутого массива пород, слагающих жилы

Рудное тело	Горизонт, *м*	Глубина измерения Н, *м*	Величины напряжений, *МПа*			Расчетное $\delta_z=\gamma H$, *МПа*
			δ_x^*	δ_y^*	δ_z^*	
15, 25, 26	+780	120	5,0-8,5 (7,93)	6,1-7,9 (6,34)	4,3-4,8 (4,36)	3,0
	+720	180	9,1-10,6 (9,12)	5,2-8,7 (6,78)	5,0-5,9 (5,15)	4,5
	+660	240	9,4-11,3 (10,30)	6,1-9,5 (7,21)	4,9-6,9 (5,94)	6,0
	+600	300	9,7-13,6 (11,49)	6,6-8,0 (7,65)	6,0-7,2 (6,74)	7,5

Примечания: δ_x^* - ориентировка главных нормальных напряжений в нетронутом массиве вкрест простирания геологических структур; δ_y^* - по простиранию; δ_z^* - вертикально

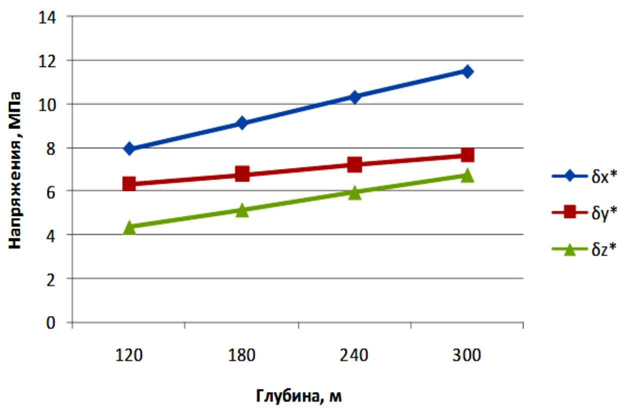


Рис.1. График зависимости напряжений в горном массиве от глубины ведения горных работ

25, 26 по результатам проведенной оценки геомеханического состояния массива пород с использованием методов моделирования и натурных замеров рекомендуется проведение следующих работ:

- разработка технологии освоения запасов восточного участка месторождения Чармитан со сложными горно-геологическими условиями с использованием твердеющей закладки, которая позволит снизить влияние отрицательных факторов ведения горных работ с увеличением глубины;
- определить геометрические и технологические параметры систем разработки.

Анализ данных результатов проведенных исследований показал, что применяемые на месторождении системы разработки с магазинированием и «подэтажных штреков» не обеспечивают должного уровня безопасности ведения горных работ и сохранения технико-экономических показателей на проектом уровне. В связи с этим необходимо провести научно-исследовательские работы по подбору альтернативных систем отработки с опытно промышленным внедрением их в производство.

Библиографический список:

1. Geomechanical features of underground mining at Kochkar deposit / Kalmykov V.N., Strukov K.I., Kulsaitov R.V., Esina E.N. // Eurasian mining. 2017. №2, С. 12-15.

2. Гзовский М.В., Турчанинов И.А., Марков Г.А. и др. Напряженное состояние земной коры по данным измерений в горных выработках и тектонофизического анализа. В кн. "Напряженное состояние земной коры". М., наука, "1973. С. 32 - 49.

3. Абрамов Н.Н., Сайков С.А., Ардашкин В.А. Методические аспекты диагностики состояния массива вокруг подземных выработок комплексом геофизических методов. Сб.: Контроль состояния скального массива при долговременной эксплуатации крупногабаритных подземных сооружений. Апатиты, 1993, С. 30–41.

4. Баранов А.О. Проектирование технологических схем и процессов подземной добычи руд: Справочное пособ. - М.: Недра, 1993. 283с.

5. Калмыков В.Н., Кульсаитов Р.В., Волков П.В. Об эффективности мероприятий по приведению массива в неудароопасное состояние // Известия тульского государственного университета. Науки о земле. 2019. № 3. С. 71-81.

6. Влох Н.П., Зубков А.В., Феклистов Ю.Г. Совершенствование метода щелевой разгрузки // Диагностика напряженного состояния породных массивов: Сб. науч. тр. / ИГД СО АН СССР. Новосибирск, 1980, С. 30-35.

7. Зотеев О.В. Методические указания по использованию программного комплекса FEMP. – Екатеринбург: УГГН, 2001. 76 с.

8. Anderson O.L., Grew P.S. Stress-Corros i on Theory of" Crack Propagation with Application to Geophisics. Rev. Geophys. Space Phys. pp. 77-104.

9. Пропп, В.Д., Беркович В.М., Танциров Д.А. Опыт отработки тонкожильных месторождений малогабаритной погрузочно-доставочной техникой. Сборник докладов. I международная научно-техническая конференция: "Инновационные технологии при разработке рудных и пластовых месторождений". - Екатеринбург. 2012. - С. 103-107.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 38-40

GEOMECHANICAL FEATURES OF THE STATE OF MINING OPERATIONS IN THE DEVELOPMENT OF THE EASTERN PART OF THE CHARMITAN GOLD DEPOSIT

[1]***Kalmykov V.N.,*** *Doctor of Technical Sciences Professor*
[1]***Kulsaitov R.V.,*** *PhD in Technical Sciencesr, kulsaitov.ravil@gmail.com.*
[2]***Khudoyarov T.U.,*** *Deputy Head of the Mining Department, t.hudoyarov@ngmk.uz*
[2]***Sodikov I.Yu.,*** *underground mining engineer Innovation Center for the Introduction of New Technologies, i.sodikov@ngmk.uz*

[1]*Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia.*
[2]*Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Navoi, Uzbekistan*

Abstract:

Increasing the depth of mining operations at Charmitan vein Deposit complicates the geomechanical situation, which is expressed in an increase in the number of collapses of host rocks in the treatment space, where the workers of the treatment unit are located. The only way to normalize the geomechanical environment is to implement development systems with a bookmark of the developed space. In connection with the above, full-scale methods of measuring the stress state by the finite element method, modeling of the geomechanical situation were carried out. In the course of research, the parameters of force fields in natural and technogenic-modified areas of the field were evaluated and the safe design parameters of development systems were justified.

Keywords: *system development, patterns of stress distribution, stress-strain state parameters of the force field, components of stress, method, a slit discharge.*

References

1. Geomechanical features of underground mining at Kochkar deposit / Kalmykov V.N., Strukov K.I., Kulsaitov R.V., Esina E.N. // Eurasian mining. 2017. No. 2, pp. 12-15.

2. Gzovsky M.V., Turchaninov I.A., Markov G.A. and others. The stress state of the earth's crust according to measurements in mine workings and tectonophysical analysis. In the book. "The stress state of the earth's crust." M., science, "1973. pp. 32 - 49.

3. Abramov NN, Saykov S.A., Ardashkin V.A. Methodological aspects of diagnosing the state of the array around underground workings by a complex of geophysical methods. Sat: Monitoring the state of the rock mass during the long-term operation of large underground structures. Apatity, 1993, pp. 30–41.

4. Baranov A.O. The design of technological schemes and processes of underground ore mining: a reference guide. - M .: Nedra, 1993. 283 p.

5. Kalmykov V.N., Kulsaitov R.V., Volkov P.V. On the effectiveness of measures to bring the array into non-shock state // Bulletin of Tula State University. Earth sciences. 2019.No 3. pp. 71-81.

6. Vloch N.P., Zubkov A.V., Feklistov Yu.G. Improving the method of slotted unloading // Diagnostics of the stress state of rock massifs: Sat. scientific tr / IGD SB AS USSR. Novosibirsk, 1980, pp. 30-35.

7. Zoteev O.V. Guidelines for using the FEMP software package. - Yekaterinburg: UGGN, 2001. 76 p.

8. Anderson O.L., Grew P.S. Stress-Corros i on Theory of "Crack Propagation with Application to Geophisics. Rev. Geophys. Space Phys. pp. 77-104.

9. Propp, V.D., Berkovich V.M., Tantsirov D.A. Experience in the development of thin-core deposits with small-sized loading and delivery equipment. Collection of reports. I international scientific and technical conference: "Innovative technologies in the development of ore and reservoir deposits." - Yekaterinburg. 2012 .- pp. 103-107.

УДК 553.04

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ И СИСТЕМА ОЦЕНКИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА

Maqolada O'zbekiston Respublikasi ma'danli konlarini geologik o'rganilganligi darajasiga qarab geologik-iqtisodiy baholanishining haqqoniyligi va ob'ektivligi masalalari ko'rib chiqilgan. Milliy klassifikasiya bo'yicha aniqlangan zahira va resurslar baholashni chet el (JORC) va mineral resurslarning BMT tavsiya etgan namunaviy klassifikasiyalaridagi tal-ablar bilan taqqoslangan. Vatanimizda qabul qilingan zahiralar klassifikasiyasini dunyoning rivojlangan davlatlari tomonidan e'tirof etilgan standartlarga o'tkazish bilan bog'liq dolzarb masalalar belgilangan.

Tayanch iboralar: *geologik-iqtisodiy baholash, zahiralarni tasniflash, bosqichma-bosqichlik, mineral resurslar, razvedka qilingan zahiralar, baholangan zahiralar, balans zahiralari, zabalans zahiralar, bashoratlash resurslari, kondisiyalar, BMT chegarali tasniflashi, JORC halqaro standarti, tog'-geologik modellashtirish tizimi.*

Пирназаров М.М.,
научный сотрудник сектора «Прикладная геохимия», ГП «ИМР», д. г-м. н., профессор

Исоков М.У.,
директор ГП «Институт минеральных ресурсов», д. г-м. н., профессор

Арипов Ш.П.,
начальник управления запасов Госкомгеологии РУз.

В статье рассматриваются вопросы достоверности и объективности геолого-экономической оценки инвестиционного потенциала рудных месторождений Республики Узбекистан в зависимости от степени геологической изученности. Проведено сопоставление оценок запасов и ресурсов национальной классификации и зарубежных (JORC), а также рамочной классификации минеральных ресурсов ООН. Обозначены актуальные вопросы, связанные с актуализацией отечественной системы классификации запасов на признанные в развитых государствах мира стандарты.

Ключевые слова: *геолого-экономическая оценка, классификация запасов, стадийность, минеральные ресурсы, разведанные запасы, оцененные запасы, балансовые запасы, забалансовые запасы, прогнозные ресурсы, кондиции, рамочная классификация ООН, международный стандарт JORC, системы горно-геологического моделирования.*

Одним из важных условий поступательного развития базовых отраслей экономики Узбекистана является привлечение иностранных инвестиций. Как показывает опыт геологической отрасли по взаимовыгодному сотрудничеству с зарубежными инвесторами, а также ежегодно проводимые Международные конференции «Геоинвест», оценка экономической пригодности месторождений к отработке оказывается неоднозначной из-за различий вкладываемых в понятия «оцененные ресурсы» и «запасы» минерального сырья смыслов между подготовившей инвестиционные предложения уполномоченными органами Госкомгеологии Республики Узбекистан и иностранными потенциальными инвесторами. Геолого-экономическая оценка объектов полезных ископаемых экспедициями-исполнителями ГРР воспринимается как одна из задач стадийности изучения объекта, а для иностранных инвесторов она является ключевой, т.к. напрямую влияет на риск капиталовложений.

Отечественная и зарубежная системы оценки минеральных ресурсов имеют ряд отличительных особенностей которые необходимо учитывать при подготовке инвестиционных предложений.

Исторически система классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых, применяемая в Узбекистане, в едином ключе с республиками бывшего Союза, и основанная на буквенном обозначении различных категорий (A_1, A_2, B, C_1, C_2) была впервые утверждена в 1928 году. Эта система оценки разделяла запасы на категории по принципу разведанности и народнохозяйственному назначению. Впоследствии эта система классификации неоднократно пересматривалась в части совершенствования учета степени разведанности и экономической значимости месторождений. Так, в 1960 году для возможности описания потенциала промышленного освоения наименее разведанных или неразведанных вовсе рудных районов были введены в употребление категории «прогнозных ресурсов», тогда как категории A_1 и A_2 были объединены, ввиду сложности точной дифференциации [1].

Большой вклад в разработку научных основ геолого-экономической оценки центральноазиатских рудных месторождений внесли В.М. Крейтер, И.Д. Коган, В.П. Федорчук [2] и др. Согласно их работам экономическая значимость месторождений определяется их балансовой принадлежностью, подразделяющей запасы на экономически выгодные на (балансовые) и потенциально выгодные (забалансовые) при существующей технике и технологии добычи на момент оценки [3].

После обретения независимости, наряду с уточнением и совершенствованием системы классификации запасов велись работы по разработке нормативных документов, инструкций и методических указаний по подсчету запасов для месторождений различного типа и степени сложности, которые следует считать неотъемлемой частью отечественной классификации запасов полезных ископаемых. Разработанные руководящие документы достаточно подробно алгоритмизируют последовательность действия геолога, как на поисково-оценочных стадиях, так и при камеральной обработке собранной геологической информации и подсчете запасов.

К настоящему времени сформировались основные принципы ныне действующей системы классификации запасов, согласно которой, месторождение полезных ископаемых определяется как природная или искусственная концентрация полезного ископаемого, эксплуатация которого может принести экономическую выгоду. В свою очередь, термин «запасы» включает «выявленное количество полезного ископаемого, часть которого может быть экономически эффективно извлечена», включая следующие категории: разведанные (запасы твердых полезных ископаемых категорий (А, В, C_1) и предварительно оцененные запасы (C_2), а также прогнозные ресурсы (P_1, P_2) [4].

Следует иметь в виду, что данные категории запасов характеризуют только полноту и достоверность изученных геологических и горнотехнических особенностей участков месторождения.

Таблица 1

Геологические запасы и ресурсы месторождений твердых полезных ископаемых Республики Узбекистан по степени детальности геологической изученности

<table>
<tr><td colspan="3">Разведанные запасы</td><td>Предварительно оцененные запасы</td><td colspan="2">Прогнозные ресурсы</td></tr>
<tr><td>A</td><td>B</td><td>C_1</td><td>C_2</td><td>P_1</td><td>P_2</td></tr>
<tr><td colspan="3">Балансовые запасы
(экономически выгодные)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Возможность увеличения экономически выгодных запасов за счет потенциально выгодных</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">Возможность увеличения экономически выгодных и потенциально выгодных запасов за счет прогнозных ресурсов</td></tr>
</table>

В табл. 1 справа налево показывается повышение степени изученности и достоверности запасов, а ордината снизу вверх показывает повышение возможности экономически эффективного использования запасов и ресурсов.

В составе балансовых запасов при учете потерь, возникающих на различных стадиях недропользования, могут быть выделены промышленные запасы, соответствующие категориям разведанности. В свою очередь, промышленные запасы с учетом рудничного доизучения формируют эксплуатационные запасы, более полно характеризующие промышленную значимость месторождения.

Балансовая принадлежность запасов определяется на основе минимальных параметров – кондиций, устанавливаемых в ходе горно-экономического моделирования, с последующим утверждением результатов в Государственной комиссии по запасам (ГКЗ) Республики Узбекистан, являющимся основным органом государственного контроля рационального недропользования [5].

В процессе верификации, проводимой ГКЗ, может быть осуществлена корректировка как в области принадлежности запасов к той или иной категории разведанности, так и в отношении их балансовой принадлежности.

В Узбекистане степень участия государственных органов в сфере оценки запасов и контроля недропользования традиционно очень высокая, что отличает ее от многих зарубежных систем. Это обусловлено как историческим путем развития отечественной системы оценки запасов (пришедшей со времен плановой экономики), так и Конституцией, определяющей монополию государства на владение недрами [6].

И это эффективно т.к. в современной экономической ситуации в условиях нестабильного рынка, недропользователь ориентируется на отработку участков, обеспечивающих наибольшую прибыль. При этом остальная, менее конкурентоспособная часть, полезных ископаемых может быть безвозвратно потеряна. Это сокращает объем добытых запасов и срок службы месторождения и, как следствие, трудовую занятость населения, налоговые отчисления, снижает уровень загруженности смежных отраслей промышленности и т.д.

Государственные органы наделены функциями надзора за рациональным недропользованием и соблюдением баланса интересов государства и недропользователя. В данном случае вопрос установления кондиций на минеральное сырье является чрезвычайно важным и должен учитывать интересы всех сторон. Однако зачастую при установлении кондиций и параметров отработки месторождения мнение экспертов не является оптимальным, что отрицательно может сказываться на интересах общества. Для освоения объектов горной добычи, характеризующихся высоким уровнем рисков, могут применяться необоснованные требования к ставке дисконтирования, уровню потерь и степени разведанности месторождений для начала его промышленного освоения.

Другим негативным аспектом является длительность и сложность процедуры установления кондиций и их переутверждения. При этом динамичность изменения показателей сырьевого рынка значительно опережает возможную скорость внесения корректировок в кондиции с пересмотром балансовых запасов. Проведение разработки по старым кондициям значительно искажает объем запасов, возможных для экономически обоснованной отработки.

Применимость на практике действующих норм в области оценки запасов значительно усложняет процесс объективной оценки и может снижать оперативность экономически эффективного освоения месторождений.

Исследуя соответствие международных систем оценок запасов и отечественной системы классификации, следует отметить, что единого стандарта, кроме рамочной классификации, рекомендованной ООН, не существует. Сопоставление последней с принятой в Узбекистане национальной классификацией показывает их принципиальное сходство, признаваемого всем геологическим сообществом (табл. 2).

Таблица 2

Сопоставление рамочной классификации (РК) запасов ООН с национальной, принятой в Узбекистане

<table>
<tr><th>РК ООН</th><th colspan="3">Экономическая оценка ООН</th><th>Национальная классификация Республики Узбекистан</th><th>Категория запасов (ресурсов)</th><th>Категории запасов и ресурсов, принятые в РК ООН</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Рекогносцировка</td><td rowspan="8">Начальная оценка</td><td rowspan="4" colspan="2">Обычно не делается</td><td>Стадия 1. Региональные геологические изучение территории в масштабе от 1:1000000 до 1:100000</td><td>Отсутствует</td><td>Отсутствуют</td></tr>
<tr><td>Стадия 2. Геологическая съемка масштаба 1:50000 (1:25000)</td><td>P_2</td><td>Прогнозные минеральные ресурсы</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Поиски</td><td>Стадия 3. Поиски:
А. Опережающие специализированные поисковые работы</td><td>P_2</td><td>Отсутствуют</td></tr>
<tr><td>Б. Поисковые работы</td><td>P_1</td><td>Предполагаемые минеральные ресурсы</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Предварительная разведка</td><td rowspan="4">Предварительная Оценка (ТЭО, ТЭР)</td><td rowspan="2"></td><td>Стадия 4. Оценка:
А. Предварительная оценка</td><td>P_1, C_2</td><td>1. Вероятные минеральные запасы</td></tr>
<tr><td>Б. Детальная оценка месторождения</td><td>C_2, C_1</td><td>2. Исчисленные минеральные запасы</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Детальная разведка</td><td rowspan="2">Детальная оценка (ТЭО или горный доклад)</td><td rowspan="2">Стадия 5. Разведка</td><td>B (I, II группы сложности)</td><td>1. Достоверные минеральные запасы</td></tr>
<tr><td>C_1, C_2, P_1</td><td>2. Вероятные минеральные запасы</td></tr>
<tr><td rowspan="2" colspan="4"></td><td>Стадия 6. Доразведка</td><td rowspan="2">B, C_1</td><td rowspan="2">Достоверные минеральные запасы</td></tr>
<tr><td>Стадия 7. Эксплуатационная разведка</td></tr>
</table>

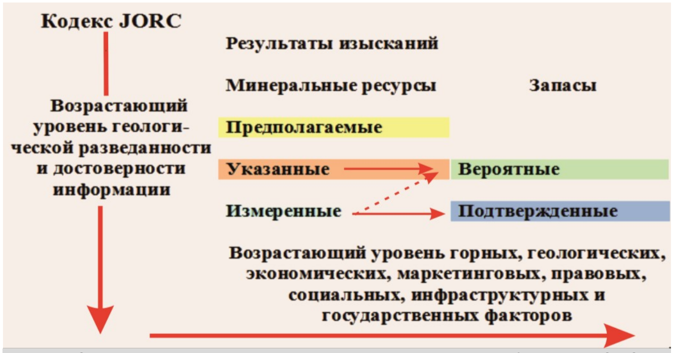


Рис. 1. Связь достоверности ресурсов и запасов по Кодексу JORC со степенью геологической изученности, уровнем горно-технических, социально-экономических и др. факторов

Вместе с этими имеется ряд наиболее распространенных систем оценки запасов, признаваемых международными финансовыми структурами, которые зачастую используются параллельно с национальными системами классификации. Одним из наиболее распространенных таких стандартов оценки минеральных ресурсов является Австралазийская система учета минеральных ресурсов и запасов полезного ископаемого (Кодекс JORC). Данная система часто применяется в качестве основного языка международного общения геологов и понятна иностранным инвесторам, банковским структурам, а также сырьевым биржам.

Поиск кредитов на выгодных условиях, наряду с желанием привлечь инвесторов, обусловливает большой интерес к данной системе классификации.

Согласно JORC *минеральные ресурсы* – это концентрация полезных ископаемых, по качеству и объему представляющих экономический интерес для промышленной разработки.

По степени точности оценки объемов, горнотехнических и геологических параметров месторождения Кодекс JORC выделяет измеренные, указанные и предполагаемые ресурсы (рис. 1).

Важным отличием Кодекса JORC является то обстоятельство, что прерогатива отнесения к той или иной категории ресурсов и запасов осуществляется экспертом (он называется «компетентное лицо») на основании комплексной оценки геологической и экономической информации. Требованиями к эксперту предусматривается его членство в авторитетных специализированных сообществах, наличие достаточного опыта для вынесения квалифицированного решения и независимость, с точки зрения итогов оценки [7].

В своей работе эксперт уполномочивается пересмотреть все, без исключения, ранее оцененные различными геолого-экономическими инстанциями минеральные ресурсы и вправе учесть имеющиеся сомнения и риски относительно представительности геологической информации по своему усмотрению.

Единообразие оценки ресурсов и запасов отсутствует, и единственным арбитром при разрешении споров относительно обоснованности проведенной оценки является специализированная организация, гарантирующая квалификацию эксперта.

Из числа указанных и измеренных ресурсов после проведения специалистами технико-экономической оценки, подтверждающей возможность экономически эффективной отработки месторождения и возможность трансформирования полезного ископаемого в товарный продукт, производится оценка запасов, подразделяющихся на: подтвержденные (Proved) запасы – экономически выгодно извлекаемая часть *измеренных* минеральных ресурсов; вероятные (Probable) запасы – экономически выгодно извлекаемая часть *указанных* минеральных ресурсов [8].

В соответствии с Кодексом JORC подтвержденные и вероятные запасы должны включать поправки на разубоживание и потери.

При проведении оценки запасов эксперт обязан учитывать все факторы, влияющие на эффективность и устойчивость проекта, в том числе особенности правового поля государства, в котором располагается оцениваемое месторождение. При оценке запасов на территории Узбекистана потери принимаются с учетом действующей законодательной и нормативной базы.

Интересы к оценке запасов согласно Кодексу JORC в нашей стране обусловлены инвестиционной политикой государства в области недропользования, расширения географии кредитных источников, ведения международной финансовой отчетности и т.д.

Для решения задачи подготовки отчета о минеральных ресурсах в соответствии с требованиями международных финансовых институтов, недропользователь может идти двумя основными путями: обработка исходной геологической информации с подсчетом ресурсов согласно Кодексу JORC и последующей оценкой запасов в ходе технико-экономических оценок на уровне предварительного ТЭО (Prefeasibility Study); переквалификация имеющихся данных по подсчету запасов в национальной системе классификации в стандарты Кодекса JORC при экспертном подтверждении обоснованности имеющихся проектных решений. Последний путь менее капиталоемкий и длительный. Он в строгом смысле слова не дает запасов по Кодексу JORC, однако дает их эквивалент, приемлемый для инвестиционных и биржевых структур в случае, если переквалификация выполняется независимой компанией – членом авторитетного международного горно-геологического сообщества.

Следует отметить, что ввиду разности принципов, положенных при подсчете, прямое сопоставление систем классификации невозможно. Так, например, балансовые и забалансовые запасы уже включают технико-экономическую оценку. Тогда как ресурсы в JORC, оцениваются лишь на основании общей информации и предполагают возможность экономически прибыльную разработку месторождения. Более того, принадлежность к той или иной категории в Кодексе JORC менее конкретизирована, чем в узбекской системе классификации. В последней для каждой категории, характеризующей запасы, разработаны конкретные количественные требования, в том числе касающиеся таких важных показателей как плотность разведочной сети, пределы возможной погрешности геологических параметров и т.п. [9].

Приблизительное соответствие между категориями запасов по отечественной системе классификации и международными стандартами может быть представлено табл. 3.

Следует учесть, что однозначность и четкость узбекской системы оценки минеральных ресурсов (наряду с имеющимися методическими и нормативными документами) является важным ее достоинством [10].

Среди наиболее актуальных вопросов, связанных с переходом на новые, признанные в развитых государствах Мира стандарты, с актуализацией отечественной системы классификации запасов стоит выделить следующие:

1. Необходимость разработки методов и методик учета запасов на основании «плавающих» кондиций - т.е. кондиций, находящихся в прямой зависимости от конъюнктуры рынка и состояния горнодобывающей и перерабатывающей техники-технологии. Данные кондиции могут быть представлены серией дифференцированных значений, соответствующих различному уровню цен на сырье или других ключевых для экономической эффективности показателей, и/или в виде зависимостей, связывающих эти показатели с параметрами разработки и объемом запасов. Значительный объем исследовательских работ в этом направлении уже выполнен, но требуется дальнейшая проработка требований к плавающим кондициям для разведуемых в Узбекистане групп месторождений, с утверждением в ГКЗ типовых методик.

Таблица 3

Сопоставимость принятых в Узбекистане категорий запасов полезных ископаемых с международными

<table>
<tr><th>Измеренные</th><th>Указанные</th><th>Предполагаемые</th><th>Нет в зарубежной классификации</th></tr>
<tr><td>A+B</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">C_1</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">C_2</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">P_1</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>P_2</td></tr>
</table>

2. Изменение требований к формату (структуре, детальности проработки, информативности, степени достоверности и др.) конечных результатов предприятий геологической отрасли республики (оцененных ресурсов и подсчитанных запасов) на основании Кодекса JORC требует тщательного проведения подготовительных работ. При этом на первый план выдвигаются вопросы переориентации требований к полноте и технической подготовленности заключительных материалов (отчетные данные, ЛБД и др.) ранних и оценочной стадий геологоразведочных работ. Это, в свою очередь, потребует внесения оперативных изменений и уточнений на функции и организационным структурам предприятий отрасли, а также методико-инструктивной и аналитической базе проводимых работ.

3. Решающее значение, будут иметь подготовка полевых геологов, соответствующих к новым требованиям, а также круга отечественных, в то же время независимых, с точки зрения итогов оценки, сертифицированных экспертов («компетентных лиц») для оценки подготовленных по стандартам Кодекса JORC минеральных ресурсов. Для этого необходимо внести соответствующие изменения в программы обучения студентов, организацию повышения квалификации и переподготовки геологических кадров в новом формате.

4. Необходимо оказать больше доверия современным средствам горно-геологического моделирования, которые объективны и неоспоримы. Практический опыт показывает, что ошибки, допущенные при оценке запасов по традиционным методам, в том числе прошедших процедуру постановки на баланс, в ряде случаев достигают очень больших значений. Гораздо более успешным является путь рационального сочетания созидательного потенциала геологической квалификации исполнителей работ, с преимуществами современных лицензированных программ по компьютерной оценке запасов месторождений [11].

Библиографический список:

1. Быбочкин А.М., Быховский Л.З., Воробьев Ю.Ю. и др. Комплексная геолого-экономическая оценка рудных месторождений. – М.: Недра, 1990. 326 с.

2. Федорчук В.П. Экспертная геолого-экономическая оценка рудных месторождений. - Москва: Недра, 1991. 318 с.

3. Российский металлогенический словарь. – Санкт-Петербург, 2005. 286 с.

4. Методические указания о проведении геологоразведочных работ по стадиям (твердые полезные ископаемые) / Под ред. Т.Ш.Шаякубова. - Ташкент: ИМР, 2000. 11 с.

5. Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых материалов технико-экономических обоснований разведочных кондиций на твердые полезные ископаемые и промышленные подземные воды / Редакционная коллегия. - Ташкент: ГП "ГГИЦ", 2006. 37 с.

6. Тарасов А.В. Пирназаров М.М. Инвестиции и их роль в экономике Узбекистана (на русском и английском языках)/Труды научно-практической конференции / Современные проблемы геологии и развития минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан. - Ташкент, 2007. С. 302-306.

7. Pavel Mukhin. Компетентное Лицо в международной отчетности (на примере Австралазийского кодекса JORC). – Материалы международной НТК // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан. – Ташкент: ГП "НИИМР", 2014. С. 195-196.

8. Кубанцев И.А. Эффективность геологоразведочных работ на золото: изменения во времени и их причины, по оценке аналитиков компании Gold Fields Ltd // Руды и металлы. - Москва, 2011. - № 1. С. 53-63.

9. Исоков М.У. Методологическая база геологоразведочных работ на золото в Узбекистане и основные направления её развития // Руды и металлы. - Москва, 2005. - №4. С. 23-26.

10. Пирназаров М.М. Золото Узбекистана: Рудно-формационные типы, прогнозно-поисковые модели и комплексы. - Ташкент: ГП «ИМР», 2017. 248 с.

11. Исоков М.У. Автореферат диссертации доктора геолого-минералогических наук (DSc) «Усовершенствование методики геологоразведочных работ и повышение достоверности оценки запасов золоторудных месторождений Узбекистана».- Ташкент: ГП «ИМР», 2017 г. 25 с.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 41-44

INVESTMENT ATTRACTIVENESS AND EVALUATION SYSTEM OF MINERAL RESOURCES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN BASED ON INTERNATIONAL EXPERIENCE

*[1]**Pirnazarov M.M.,** Chief Researcher of the Applied Geochemistry sector, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, gpniimr@evo.uz*

*[1]**Isokov M.U.,** Director, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor*

*[2]**Aripov Sh.P.,** head of the мineral reserves department.*

[1] State Enterprise Institute of Mineral Resources, Tashkent, Uzbekistan

[2]State Committee on Geology and Mineral Resources of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract

In article questions of reliability and objectivity of geological and economic assessment of investment potential of ore fields of the Republic of Uzbekistan depending on degree of geological study are considered. Comparison of estimates of stocks and resources of national classification and foreign (JORC) and also frame classification of mineral resources of the UN is carried out. The topical issues connected with correlation and compliance of a domestic system of classification of stocks on recognized standards in the developed countries of the world are considered.

Keywords: *geological and economic assessment, classification of stocks, staging, mineral resources, explored reserves, the estimated stocks, balance stocks, off-balance stocks, expected resources, standards, frame classification of the UN, the international JORC standard, the systems of mining-and-geological modeling.*

References

1. Bybochkin A.M., Bykhovsky L.Z., Vorobyov Yu.Yu., etc. Complex geological and economic assessment of ore deposits. Moscow: Nedra, 1990. 326 p.

2. Fedorchuk V.P. Expert geological and economic assessment of ore deposits. - Moscow: Nedra, 1991. 318 p.

3. Russian Metallogenic Dictionary. - St. Petersburg, 2005. 286 p.

4. Methodological Instructions on Geological Exploration of Stages (Solid Minerals)//Under Ed. T. Shayakubov. - Tashkent: IMR, 2000. 11p.

5. Instruction on Content, Design and Procedure of Submission to the State Commission on Mineral Reserves of Materials of Feasibility Studies of Exploration Standards for Solid Minerals and Industrial Groundwater/Editorial Board. - Tashkent: GGIC, 2006. 37p.

6. Tarasov A.V. Pirnazarov M.M. Investments and their role in the economy of Uzbekistan (in Russian and English)/Works of scientific and practical conference/Modern problems of geology and development of mineral and raw materials base of the Republic of Uzbekistan. - Tashkent, 2007. - pp. 302-306.

7. Pavel Mukhin. Competent Person in international reporting (on the example of the Avstralasia Code of JORC). - Materials of the international STC//Integration of science and practice as a mechanism for effective development of the geological industry of the Republic of Uzbekistan. - Tashkent: "NIIMR," 2014. pp. 195-196.

8. Kubantsev I.A. Efficiency of geological exploration for gold: changes in time and their causes, according to analysts of Gold Fields Ltd//Ores and Metals. - Moscow, 2011. - ¹ 1. pp.53-63.

9. Isokov M.U. Methodological base of geological exploration works for gold in Uzbekistan and main directions of its development//Ores and metals. - Moscow, 2005. - ¹ 4. pp. 23-26.

10. Pirnazarov M. M. Gold of Uzbekistan: Ore-formation types, forecast-search models and complexes. - Tashkent: SE "IMR," 2017. 248 p.

11. Isokov M.U. Abstact of doctoral (DSc) dissertation of geological and mineralogical science «Improvement of technique of prospecting works and increase of estimation reliability of gold ore deposits reserves of Uzbekistan» Tashkent: SE "IMR," 2017. 25 p.

УДК 669.213

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА НА ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ РУД




Воробьев А.Е.,
главный научный сотрудник Российского университета дружбы народов, д.т.н., профессор, Россия

Чекушина Т.В.,
ведущий научный сотрудник, ИПКОН им. Н.В. Мельникова РАН, к.т.н , доцент, Россия

Воробьев К.А.,
аспирант Российского университета дружбы народов, Россия

Оганесян А.Г.,
декан горного факультета Национального политехнического университета Армении, д.т.н., профессор

Oltin qazib olish sohasi uchun fizik-kimyoviy geotexnologiyaning dolzarbligi aniqlandi. "nano" atamasi geologiya, mineralogiya va ruda tarkibida oltin bo'lgan ma'danlarni qayta ishlash uchun texnologiyalaridan foydalanish zarurligi asoslangan. Mineral xomashyodarda nanopartikullar (fullerenlar, sohalar, agregatlar, murakkab kompozitlar va klasterlar) bo'yicha tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Nanopartikullarni mustahkamlash, ularning harakatchanligini sustlashtirish, ularning yuzasidan "qoplama" ni dastlabki olib tashlash va h. k. orqali nanodispersli oltin rudalarini qayta ishlashning innovatsion texnologiyalari taqdim etildi.

Tayanch iboralar: *oltin, ruda, qayta ishlash, yo'qotish, tanlab eritme, nanopartiküller, tozalash, kengaytirish, suyuqlik oldini olish.*

Для золотодобывающей отрасли была раскрыта актуальность физико-химической геотехнологии. Объяснена потребность в использовании в геологии, минералогии и технологиях переработки золотосодержащих руд термина «нано». Даны результаты исследований наночастиц (фуллеренов, сфер, агрегатов, сложных композитов и кластеров) золота в минеральном сырье. Представлены инновационные технологии переработки нанодисперсных руд золота, путем укрупнения его наночастиц, подавлении их плавучести, предварительного снятия с их поверхности «рубашек» и т.д.

Ключевые слова: *золото, руды, переработка, потери, выщелачивание, наночастицы, очистка, укрупнение, подавление плавучести.*

В связи с постоянным ростом золотодобычи в мире (рис. 1), и одновременно имеющимся падением концентраций золота в рудах разрабатываемых месторождений (рис. 2), обуславливающим переход к переработке накопленных значительных объемов отвалов и хвостохранилищ (около 10 млрд. т во всем мире) золотодобывающая отрасль все больше обращается к методам физико-химической геотехнологии [6, 7, 9].

Эти технологии, основанные на процессах селективного выщелачивания различных металлов, позволяют вовлечь в переработку с достаточной степенью эффективности руды, с содержанием золота менее 1 *г/т*. К тому же уже прошли промышленную апробацию технологии выщелачивания золота не только в перколяторах [12], но и в условиях непосредственно недр (скважинное выщелачивание), а также насыпных массивов (кучное выщелачивание).

Современная «наноэра» в недропользовании. В настоящее время понятие термина «нано» в минералогии и комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья еще только формируется и уточняется [8]. Хотя потребность в нем была обусловлена тем, что в разработку уже зачастую направляются тонко- и ультрадисперсные руды, наночастицы которых становятся основным

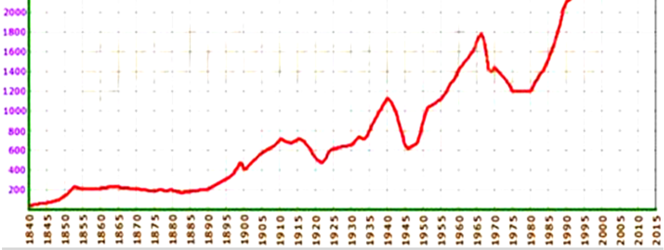


Рис.1. Объемы золотодобычи в мире (*т*)

фактором в существующих технологиях промышленного получения из них полезного компонента. При этом вовлечение наноминералов и наночастиц в индустриальное производство неизбежно приводит к изменению сложившегося понятия самого полезного компонента [3]. Поэтому наноразмерные технологии и предполагают изучение и внедрение механизмов извлечения ценных компонентов уже на молекулярном, атомарном и электронном уровнях, т.е. на наноуровне.

Введение в наноразмерную технологическую минералогию начинается с использования базовых понятий поверхностей [13] или приповерхностной области наноминерального вещества. Так, с уменьшением размеров до значений 1-100 *нм* в наноминерале (как структурной единице) одновременно происходит значительное увеличение площади его поверхности, что, как правило, обуславливает появление у них весьма специфических, принципиально новых свойств и характеристик, которые и обеспечивают возникновение у промышленных нанотехнологий громадного производственного потенциала.

Исследование наночастиц золота в минеральном сырье. Представления о реальных формах нахождения наночастиц золота по-прежнему все еще остаются во-многом дискуссионными. Так, в настоящее время обсуждаются возможности изоморфного вхождения золота в сульфиды, наличие твердых растворов нанозолота в пиритах, а также существование нескольких наноформ нахождения золота в одном и том же минерале. В частности, предполагается изоморфное замещение нанозолотом железа в решетке пирита, что приводит к уменьшению параметров его элементарной ячейки.

В структурах ультрадисперсных золотосодержащих руд было осуществлено инструментальное исследование геометрии различных форм нахождения нанозолота:

– сферических фуллереноподобных моночастиц;

– фуллереноподобных золотых клеток (рис. 3), состоящих из разного числа наночастиц золота (от 13 до 20 кластеров);

– сложных композитов, формируемых с участием нанозолота;

– различных агрегатов наночастиц золота и др.

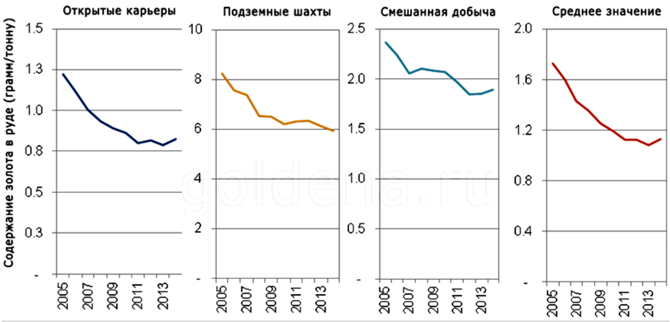


Рис.2. Динамика изменения содержания золота в рудах в мире (Джош Вольфсон, инвестиционная компания Dundee Corporation, 2014)

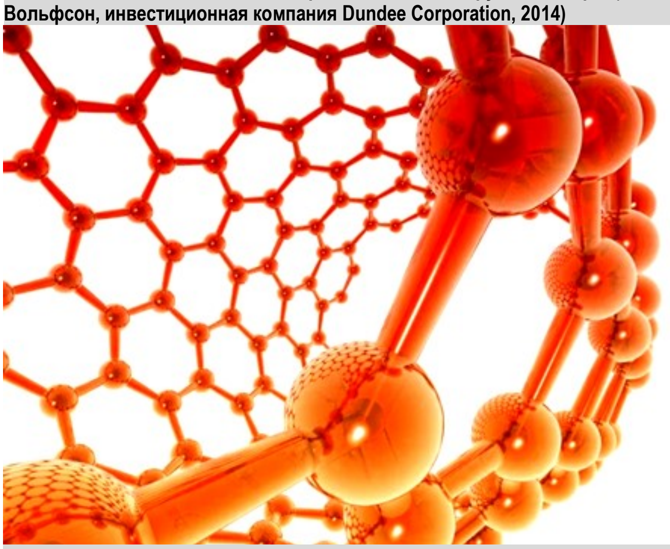


Рис. 3. Золотой фуллерен

Кроме того, в ходе проводимых исследований было установлено, что существенным аспектом, весьма значительно влияющим на показатели процесса переработки золотосодержащих руд, является крупность и форма нахождения золота в рудах. Так, золото, находящееся в минеральной матрице (решетке минералов-носителей) может иметь не только массивный, но еще и наноразмерный, а также кластерный уровень рассеяния [3], когда кластеры золота представлены весьма разными по размеру сферическими и эллипсоидальными образованиями (рис. 4): не полная информация о которых, ранее приводила к промышленным потерям золота. При этом размеры кластеров в основном колеблются от 50 до 152 *нм* (составляя в среднем 91,8 *нм*).

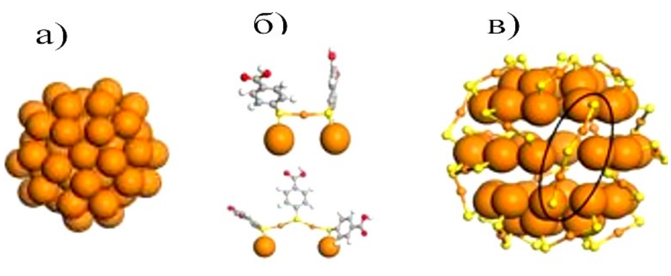


Рис. 4. Модели золотого кластера: а) 79-атомное ядро; б) элементы внешней оболочки; в) 79-атомное ядро, окруженное 23-атомной внешней оболочкой

По современным воззрениям, кластеры представляют собой особые зоны роста, формирующие кристаллическую решетку минерала, при этом золото каждого такого объекта имеет определенный рельеф и структурные особенности поверхности [3, 5, 10, 11]. Кроме того, было установлено, что, накапливаясь на выпуклой поверхности кластеров, электроны формируют отрицательный заряд, который препятствует образованию вокруг частицы золота двойного электрического поля, что и служит основной причиной возникновения явления несмачиваемости поверхности частиц металла, находящихся в такой форме. В результате золото образует плавучие формы (рис. 4), так называемые «островки».

Рис. 5. «Островки» плавучего золота (Р.Б. Кавчик, 2015)

Необходимо отметить, что кроме рудного и россыпного золота, его различные наноформы (83,03% зерен золота в диапазоне 0,005–0,01 *мм* и 16,97% – в диапазоне -0,005 *мм*) были установлены и в углеродистой руде, где они находятся в виде самородных форм [3]. При переработке таких руд технологиями обогащения или выщелачивания, наночастицы золота, частью покрытые нанопленками углерода (CNF), не вовлекались в процесс и в последующем – терялись в «хвостах».

На рис. 6 показана морфология структуры сердцевины-оболочки гибрида подобной наночастицы Au/C.

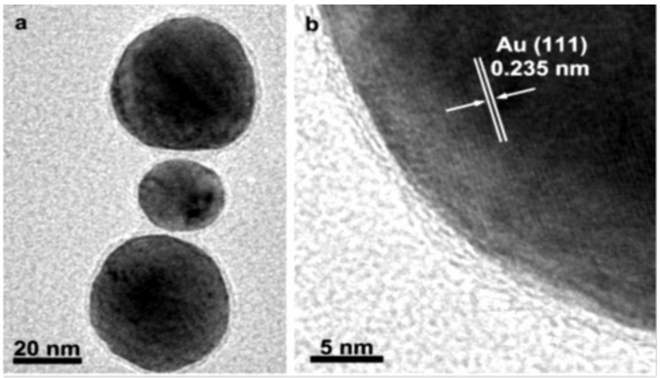


Рис. 6. Микрография наночастиц Au/C, установленная с использованием просвечивающего электронного микроскопа (a) и с просвечивающим электронным микроскопом высокого разрешения (b) (Peng Yang и соав., 2013)

Впервые идеи о потенциальной золотоносности германий-угольных месторождений и перспективности попутного получения Au из продуктов их сжигания были сформулированы более 20 лет назад. В дальнейшем эта идея подтвердилась на практике определениями аномальных концентраций нанозолота (n*0,01–n*1,0 *г/т*) в углях и вмещающих породах всех 3-х отрабатываемых в настоящее время, германий-угольных месторождений и находками в них минеральных форм золота.

При этом максимальное (9,8 *г/т*) содержание золота было зафиксировано на месторождении Линцань (КНР) в глинах, подстилающих нижний германиеносный пласт [40]. Важным представляется и недавнее обнаружение золота в летучей золе от сжигания китайских германиеносных углей. Здесь золото концентрируется на поверхности стеклянных микросфер в виде каплевидных частиц размерами 0,01–0,2 *мкм* (рис. 7).

Такая форма нахождения нанозолота указывает на его конденсацию из газовой фазы и открывает принципиально новые пути для разработки технологий его извлечения.

Кроме этого, присутствие наночастиц золота было установлено как в пропластках терригенных пород угольных разрезов, так и в самих углях. Поэтому особого внимания заслуживают имеющиеся отвалы в районах прежних разработок месторождений угля (например, в Кизеловском угольном бассейне, РФ). В частности, проведенные исследования показали присутствие в них тонкого и пылевидного золота (в количестве до 60 *мг/т*). При этом вполне вероятно наличие в углях тонкодисперсного и наноразмерного золота, адсорбированного частицами пирита и углистым материалом.

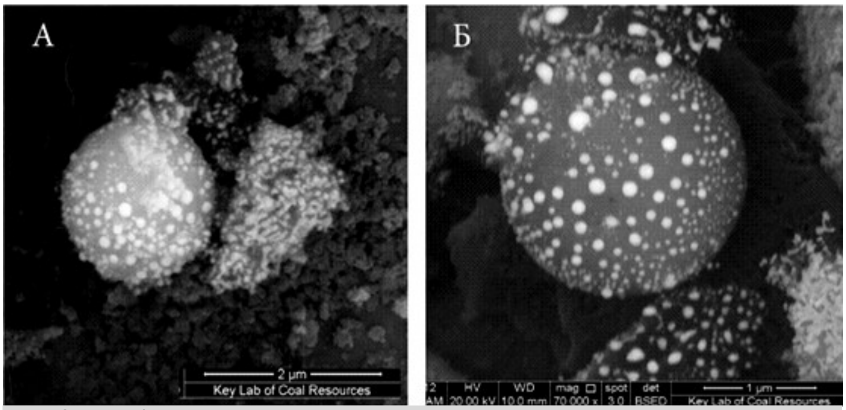


Рис.7. Золото (белое) в летучей золе германиеносных углей [40]: А - месторождение Линцань (КНР), летучая зола рукавного фильтра; Б - месторождение Улантуга (КНР), летучая зола электрофильтра

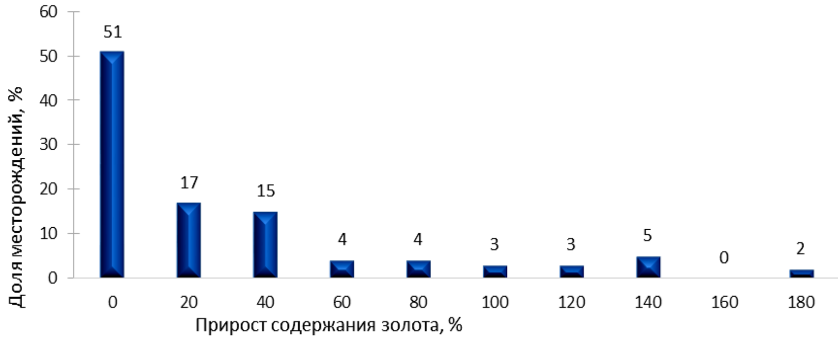


Рис. 8. Прирост объема россыпного золота при учете его наноформ [36]

Таблица 1

Морфологическая характеристика нанозолотин [27]

Уплощенные зерна различной конфигурации, пластинки с рваными краями. Размер 0,5-1,5 *мм*. На поверхности зерен – каверны, заполненные коричневым тонким материалом: гидроокислы железа. Отмечены сростки золота с кварцем, арсенопиритом.
Крупные (~2,0 *мм*)пластинки, смятые с надвигом или пополам, края заклепанные. Поверхность шагреневая с коричнево-красным налетом гидроокислов железа. Цвет грязно – желтый.
Тонкие окружные пластинки величиной 0,5 *мм* и менее с деформированными краями. На поверхности пластинок видны следы скольжения и примазки гидроокислы железа. Цвет индивидов ярко-желтый.
Пластины (преобладают) комочки, бляшки. Размер от 0,2-1,0 *мм*; поверхность золотин кавернозная с присыпками красноватого гематита; цвет золотисто-желтый. Комковидные зерна, в основном сростки с кварцем, гранатом, встречены зерна арсенопирита с тонкими включениями золота.
Пластинки, реже комковидные зерна. Поверхность пластинок шагреневая с небольшими вмятинами, края неровные, рваные. Цвет пластинок золотисто-желтый, комочков – грязно-желтый; встречаются сростки золота с кварцем, видны следы выщелачивания.

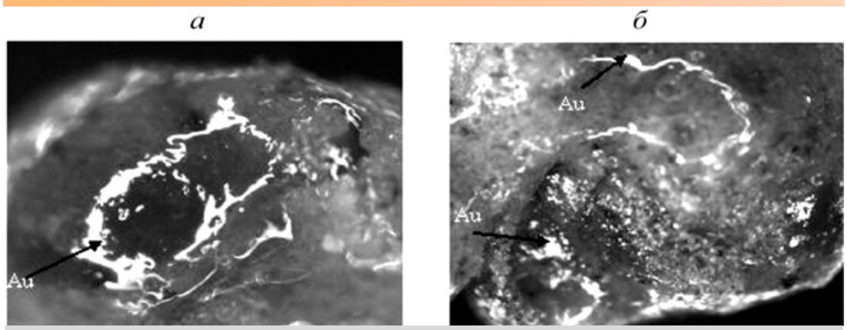


Рис. 9. Результат лазерного воздействия на иловые золотосодержащие фракции [27]: а - рудное золото; б – фракция 20-71 *мм*

Кроме того, наночастицы золота были обнаружены в геомассе многих техногенных минеральных объектов – терриконах, отвалах, пульпо- и хвостохранилищах и т.д. Поэтому весьма целесообразна качественно-количественная оценка техногенных ресурсов нанозолота, отложившегося в илисто-глинистых отстойниках, сооружаемых при разработке россыпных месторождений (рис. 8) или штабелей КВ. Вследствие способности таких золотин (среди которых существенная доля приходится на наночастицы) в значительной степени сорбироваться на радикалах силикатов и алюмосиликатов, в указанных объектах такое золото может накопиться в промышленных масштабах [2].

Технологии переработки руд с нанозолотом. Применение традиционных схем обогащения ультрадисперсных золотосодержащих руд на ЗИФ или ГМЗ обычно не дает удовлетворительных результатов [37], из-за распределенного в них золота в виде наимельчайших частиц, т.е. нанозолота. Так, например, необходимо отметить, что извлечение золота из иловых фракций обычно связано со значительными трудностями, вследствие того, что наночастицы золота в них сорбируются на различных составляющих пылевидных илов.

Кроме того, в ходе осуществленных аналитических исследований было установлено, что при длительном нахождении золота в отвалах на поверхности его частиц появляются довольно плотные пленки – «рубашки» (табл. 1) гидроксидов железа, марганца, серебра и сернистых соединений меди, а также присыпки гидрослюд, глинистых частиц и серицита, что также значительно осложняет последующий производственный процесс концентрирования золота, при гравитационном обогащении на ОФ таких золотосодержащих руд [3]. Наиболее эффективным способом снятия таких покрытий с поверхности подобных наночастиц золота является их обработка химическим реагентом на основе галогенсодержащей смеси.

Уменьшение промышленных потерь золота при переработке золотосодержащих руд можно обеспечить путем укрупнения его наночастиц в различные агрегаты. Так, в настоящее время уже проводятся лабораторные эксперименты по искусственной стимуляции процесса укрупнения наночастиц золота, в значительном количестве рассеянных в перерабатываемом рудном веществе (геоматериале).

Для золотоносных конгломератов с нанозолотом была разработана специальная технология, основанная на процессах селективной дезинтеграции минерального сырья, с использованием определенных видов энергетических воздействий (типа энергии сжатой газообразной среды, взрывной или электроимпульсной дезинтеграции и др.), обеспечивающей его укрупнение до нормальных размеров.

В частности, для промышленного извлечения золота, находящегося в изоморфной форме и прежде всего - в арсенопирите, была разработана специальная технология с прогревом получаемого на первом этапе сульфидного концентрата при температуре, не превышающей значение 250-300 *°С*. В результате золото выделяется в свободном виде, преимущественно в виде наночастиц, которые при этом несколько укрупняются (за счет проявления поверхностных эффектов). Для нанозолота в пирите применяется аналогичная технология его извлечения, с использованием многократного прогрева перерабатываемой золотосодержащей руды до 300-850 *°С*.

В результате наночастицы золота, за счет проявления эффекта агрегации, постепенно (на каждом этапе с четко определенным температурным режимом) укрупняются. Механизм этого процесса до последнего времени не был разработан и трактовался как «самоочистка кристаллической решетки пирита».

Другим методом извлечения нанозолота, основанного также на укрупнении его наночастиц, является применение лазерного излучения в обработке минеральных сред, содержащих золото.

Так, в качестве одного из способов, которые могут обеспечить извлечение наночастиц золота из золотосодержащих руд, предлагается воздействие лазерной обработки, с целью их агрегации. Пока такие эксперименты были поставлены при переработке алюмосиликатных пород, с частицами золота крупностью 20–70 *мкм*. Результатом воздействия на них лазерного излучения стало образование укрупненных золотин сферической формы субмиллиметровых размеров, представляющих собой агрегат из первичных наночастиц. Это создает необходимые предпосылки для последующего извлечения укрупненных частиц золота уже традиционными гравитационными способами.

Исследования были проведены на лазерной установке ЛС-06 с волоконной системой передачи лазерного излучения, мощность 600 *Вт*. Режим работы непрерывный, модуляция до 3 *кГц*. В результате лазерного воздействия пылевидные частицы силикатов превращаются в крупные оплавленные агрегаты, поверхность которых изобиловала выемками, жеодами, сквозными дырами. Расплавленное золото, охлаждаясь, оседает в виде капель на стенках жеод и выемок отдельных агрегатов, что видно на рис. 9.

Предварительный анализ методом энергодисперсионной спектрометрии показал, что в классе 71–40 *мкм* лазерным воздействием концентрируется до 90% золота, в классе 40–20 - 75%, а в классе менее 20*мкм* - 70%.

Кроме того, И.В. Кузнецовой (2011) экспериментально были изучены процессы естественного разрушения минералов–носителей нанозолота, происходящие в условиях гипергенеза и образования более крупных его выделений в виде сростков интерметаллидов благородных металлов. Последние отличаются характерными морфологическими особенностями и имеют явную сфероидальную или ячеисто-сотовую структуру.

Кроме того, проделанный анализ показал, что существенный интерес представляет разработанная технология извлечения нанозолота, заключающаяся в обработке золотосодержащего материала при pH = 4-8 раствором йода и иодидого калия, с получением гидрофильной пленки на поверхности золотин и приобретением ими в результате этого гидрофильных свойств.

Предлагаемая технология была испытана в лабораторных условиях для извлечения плавучего тонкопластинчатого золота, образуемого в процессе гравитационного обогащения на концентрационном столе СКО-1. Для этого концентрат весом 1250 *г*, с содержанием тонкопластинчатого плавучего золота (класс крупности - 0,5 *мм*) в количестве 75 *мг*, подвергался целенаправленной обработке. Одна проба - без добавления поверхностно-активных веществ, а другая - с добавлением в раствор смеси поверхностно-активного вещества анионного типа (с концентрацией 0,5 *мг/л* и пеногасителя 0,6 *мг/л*). В пробе без добавления реагента извлечение золота в концентрат в среднем составило 58%, а потери – 42%. В пробе с добавлением реагента извлечение золота в среднем составило 93%, а потери соответственно 7%.

Однако эта технология все же не обеспечивает 100% осаждения плавучего золота. Поэтому при извлечении плавучих форм золота из технологических растворов, включающем обработку золотосодержащих минеральных продуктов реагентом поверхностно-активных веществ анионного типа (с концентрацией 0,5 *мг/л* и пеногасителя 0,6 *мг/л*) целесообразно дополнительно осуществлять на них некоторое динамическое воздействие.

Для извлечения пластинчатого (плавучего) золота был разработан способ реагентной обработки золотосодержащего минерального сырья. Было установлено, что под влиянием реагента вокруг нанозолотин создается двойное электрическое поле, а образование соединения AuJ – на поверхности наночастицы золота существенно повышает степень ее смачиваемости, значительно увеличивая первоначальные гидрофильные свойства, что позволяет золотинам, размером до 70 *мкм*, а также для тончайших чешуйчатых, сетчатых и дендритовидных форм золотинок, накапливаться в концентратах.

Такая технология позволяет извлекать плавучее золото из золотосодержащих россыпей и технологических растворов штабелей КВ, в том числе - продуктов технологической переработки, имеющих сложный минералогический состав и содержащих некоторое количество плавучего золота.

В реальной практике золотодобычи, такой реагент использовали на участке «Болотистый» (ООО РОС-ДВ). При этом доводка золотосодержащего концентрата проводилась в зумпфе, в лотке. В результате плавучее золото (крупностью -0,5 *мм*) извлекалось в среднем не менее 96%. Предложенный раствор использовался многократно.

На участке «Гайфон» (Нижний Амур, РФ) доводку золотосодержащего концентрата также проводили в зумпфе, при помощи лотка. Здесь реагент использовали для осаждения плавучего золота классом крупности -0,4 *мм*, в результате извлечение плавучего золота составило более 90%. Данный раствор также использовался многократно.

Для извлечения частиц золота наноразмерных фракций из илового материала был разработан другой способ, основанный на сорбции золота из растворов, полученных в процессе хлорирования.

Необходимо отметить, что золотосодержащие глинистые руды бывают как геогенными, так и техногенными, и при подаче выщелачивающих растворов необходимо учитывать основное направление их слоистости [4]. Так, для извлечения тонкодисперсного золота из труднообогатимого глинистого сырья был предложен способ разработки применительно к кварц-слюдистым сланцам месторождений Южно-Енисейского района. В глинистой части этих руд присутствует золото размером 1–10 *мкм*, т.е. нанозолото. При этом в общем количестве этого металла золото, находящееся в свободном состоянии, не превышает 2–3%, т.к. основная его масса связана с гидроксидами железа и окисленными сульфидами. В результате использования известково-серного реагента при обогащении таких руд, с содержанием нанозолота до 3 *г/т*, его извлечение составило 97–98%.

Одним из перспективных направлений является использование процесса сорбции реагентов, осуществляемого на поверхности минералов. В частности, эксперимент по извлечению золота из иловых отложений ряда россыпей, с использованием запатентованного метода сорбции показал довольно хорошие результаты: значение извлечения золота обычно превышало 75%, а иногда достигало почти 100%. Также было рекомендовано использование для этой цели ионной флотации.

Также для этой цели существуют вполне очевидные перспективы использования метода активации минерального сырья, с применением электрогидравлического эффекта. В частности, среди перспективных нанотехнологий извлечения золота из тонкодисперсных руд (в частности, сульфидов с нанозолотом) была предложена механохимическая активация золотосодержащей руды, способная высвободить золото в свободном состоянии или в виде искусственных интерметаллидов. В качестве базовых процессов подобной активации золотосодержащей руды рекомендуются механическое истирание материала в планетарной мельнице, химическая обработка хлоридами калия, магния и натрия и с применением некоторых катализаторов, а также лазерное и температурное (но не выше 350 *°С*) воздействие. Эти процессы способствуют существенному увеличению удельной поверхности обрабатываемых частиц.

К настоящему времени разработана технология извлечения золота из флокул, содержащих нанозолото, посредством обработки золотосодержащего материала высокомолекулярным полиакриламидом. Однако у этой технологии есть некоторые системные недостатки, заключающиеся в необходимости предварительной подготовки геоматериала посредством его дезинтеграции и классификации.

Представленные инновационные технологии получения золота из его геогенных или техногенных ультрадисперсных руд, показатели которых во-многом обусловлены имеющимися размером, формой, рельефом и покрытием частиц нанозолота, имеют определенный практический интерес для существенного снижения потерь золота и увеличения объемов его добычи.

Библиографический список:

1. Александрова Т.Н., Рассказов И.Ю., Литвинова Н.М., Богомяков Р.В. Способ извлечения тонкого золота при обогащении золотосодержащих песков россыпных месторождений // Патент РФ на изобретение N 2388546. 2010.
2. Банщикова Т.С., Литвинцев В.С., Мамаев Ю.А., Пономарчук Г.П., Шокина Л.Н. О Минеральной ценности иловых фракций высокоглинистых россыпных месторождений золота Приамурья // ГИАБ N 4. 2008. С. 297-302.
3. Бродская Р.Л., Марин Ю.Б. Онтогенический анализ на микро- и наноуровне минеральных индивидов и агрегатов для реставрации условий рудобразования и оценки технологических свойств минерального сырья // Записки Горного института. Т 219. 2016. С. 369-376.
4. Воробьев А.Е., Ануфриев А.А., Чекушина Т.В., Бубнов В.К. Способ выщелачивания металлов из труднопроницаемых высокоглинистых руд // Патент на изобретение RUS 2083814 11.08.1995.
5. Воробьев А.Е., Верчеба А.А., Трабелсси С. Основные наноформы золота месторождений и техногенного минерального сырья // Разведка и охрана недр. 2015. № 4. С. 21-25.
6. Воробьев А.Е., Гладуш А.Д. Влияние конверсии золотодобывающей отрасли России на геотехнологические методы разработки // Вестник Российского университета дружбы народов, сер. Строительство. 1999. №1. С. 172-179.
7. Воробьев А.Е., Гладуш А.Д. Геохимия золота. Ресурсы и технологии России. – М.: Изд-во РУДН. 2000. 431 с.
8. Воробьев А.Е., Гладуш А.Д. Наноинженерия топливно-энергетического комплекса. Т 2. Наноассоциаты пород и наноминералы. М., РУДН. 2019. 411 с.
9. Воробьев А.Е., Козырев Е.Н., Каргинов К.Г., Ашихмин А.А. Физико-химическая геотехнология золота. – Владикавказ: Ремарко, 2001. – 568 с.
10. Воробьев А.Е., Насыров У.Ф., Ибрагимов Р.Р., Трабелсси С., Холикулов Д.Б. Выявленные наноформы золота в геогенном и техногенном минеральном сырье // Горный вестник Узбекистана, №2 (61). 2015. С. 18-27.
11. Воробьев А.Е., Трабелсси С. Виды наноформ золота, в геогенном и техногенном минеральном сырье // Горный журнал Казахстана, №2. С. 18-21.
12. Воробьев А.Е., Турсунбаева А.К., Чекушина Т.В. Исследование перколяционного выщелачивания золота из первичных руд // Естественные и технические науки, №3. 2010. С. 194-198.
13. Воробьев А.Е., Тчаро Х. Сравнительный анализ свойств нанорельефа различных золотосодержащих сульфидов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования№ 1. 2016. С. 78-84.
14. Воробьёв А.Е., Чекушина Е.В., Досаев В.М., Щелкин А.А., Чекушина Т.В. Выщелачивание золота с применением альтернативных растворителей // Естественные и технические науки. 2015. № 6 (84). С. 457-462.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 45-49

EFFECT OF GOLD NANOPARTICLE PARAMETERS ON INDICATORS OF TECHNOLOGY OF ITS EXTRACTION FROM ORES

[1]**Vorobev A.E.,** Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Professor, fogel_al@mail.ru
[2]**Chekushina T.V.,** Leading Researcher, Ph.D., associate professor, fogel_al@mail.ru
[1]**Vorobev K.A,** graduate student, fogel_al@mail.ru
[3]**Oganesyan A.G.,** Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Professor

[1]Friendship University, Moscow, Russia
[2]Institute of Problems of Integrated Mineral Resources Development named after Academician N. V. Melnikov of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[3]National Polytechnic University of Armenia, Yerevan, Armenia

Abstract:

For the gold mining industry the relevance of physical and chemical geotechnology was disclosed. The need for use for geology, mineralogy and technologies of processing of gold-bearing ores of the term "nano" is explained. Results of researches of nanoparticles (fullerenes, spheres, units, difficult composites and clusters) of gold in mineral raw materials are yielded. Innovative technologies of processing of nanoores of gold, by integration of its nanoparticles, suppression of their buoyancy, preliminary removal from their surface of "shirts", etc. are presented.

Keywords: gold, ores, processing, losses, leaching, nanoparticles, cleaning, integration, suppression of buoyancy

References

1. Alexandrova T.N., Rasskazov I.Yu., Litvinova N.M., Bogomyakov R.V. The method of extraction of thin gold in the enrichment of gold-bearing sands of placer deposits // RF patent for the invention N 2388546. 2010.
2. Banshchikova TS, Litvintsev VS, Mamaev Yu.A., Ponomarchuk G.P., Shokina L.N. On the Mineral Value of Sludge Fractions of High Clay Alluvial Gold Deposits in the Amur Region // GIAB N 4. 2008. pp. 297-302.
3. Brodskaya R.L., Marine Yu.B. Ontogenic analysis at the micro- and nanoscale of mineral individuals and aggregates for restoration of ore formation conditions and assessment of technological properties of mineral raw materials // Zapiski Gornogo instituta. T 219. 2016. pp. 369-376.
4. Vorobyov A.E., Anufriev A.A., Chekushina T.V., Bubnov V.K. The method of leaching of metals from refractory high clay ores // Patent for invention RUS 2083814 08/11/1995.
5. Vorobyov A.E., Vercheba A.A., Trabelssi S. Basic nanoforms of gold deposits and technogenic mineral raw materials // Exploration and protection of mineral resources. 2015. No. 4. pp. 21-25.
6. Vorobyov A.E., Gladush A.D. The effect of the conversion of the gold mining industry of Russia on geotechnological development methods // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia, ser. Construction. 1999. No. 1. pp. 172-179.
7. Vorobyov A.E., Gladush A.D. The geochemistry of gold. Resources and technologies of Russia. - M.: Publishing House of RUDN. 2000. 431 p.
8. Vorobyov A.E., Gladush A.D. Nanoengineering of the fuel and energy complex. T 2. Nanoassociates of rocks and nanominerals. M., RUDN. 2019. 411 p.
9. Vorobyov A.E., Kozyrev E.N., Karginov K.G., Ashikhmin A.A. Physical and chemical geotechnology of gold. - Vladikavkaz: Remarco, 2001. 568 p.
10. Vorobyov A.E., Nasyrov U.F., Ibragimov R.R., Trabelssi S., Kholikulov D.B. Identified gold nanoforms in geogenic and technogenic mineral raw materials // Mountain Herald of Uzbekistan, No. 2 (61). 2015. pp. 18-27.
11. Vorobyov AE, Trabelssi S. Types of gold nanoforms in geogenic and technogenic mineral raw materials // Mining Journal of Kazakhstan, No. 2. pp. 18-21.
12. Vorobyov A.E., Tursunbaeva A.K., Chekushina T.V. Study of percolation leaching of gold from primary ores // Natural and Technical Sciences, No. 3. 2010. pp. 194-198.
13. Vorobyov AE, Tcharo H. Comparative analysis of the properties of the nanorelief of various gold-bearing sulfides // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Engineering Research No. 1. 2016. pp. 78-84.
14. Vorobyov A.E., Chekushina E.V., Dosaev V.M., Shchelkin A.A., Chekushina T.V. Gold leaching using alternative solvents // Natural and Technical Sciences. 2015. No. 6 (84). pp. 457-462.

УДК 66.096.5; 532.64 (088.8)

ПИЛОТНАЯ ПЕЧЬ КИПЯЩЕГО СЛОЯ ДЛЯ ОБЖИГА СУЛЬФИДНЫХ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ




Рузиев У.Н.,
заместитель директора
НПО АО «Алмалыкский ГМК», доктор PhD

Гуро В.П.,
заведующий лабораторией
ИОНХ АН РУз,
д.х.н., профессор

Адинаев Х.Ф.,
научный сотрудник
ИОНХ АН РУз

Эрназаров У.Р.,
начальник отдела
инвестиционных проектов
НПО АО «Алмалыкский ГМК»

Molibden kontsentratini granulalash uchun 8-10% kaolin qo'shilgan bo'lib, bu jarayonda Mo ning foiz kontsentrati pasayadi. Kaolinni organik bog'lovchi bilan almashtirish kamchilikni bartaraf etadi, ammo barabanli pechda granulalarning yopishishiga olib keladi.

Yopishmaslik uchun uni mavhum qaynash qatlami pechiga almashtirish taklif etildi. Granulalangan molibdenit kontsentrati laboratoriya sharoitidagi mavhum qaynash qatlami pechida kuydirildi, nazorat- SPRM dagi barabanli pech. Shlak namunalari tarkibini nazorat qilish AAS va ICP spektrometrlari, sirt esa elektron mikroskop va rentgen difraktometriyasi EMPYREAN XDR yordamida amalga oshirildi. Kaolin o'rnini bosuvchi muqobil SK bog'lovchisi ishlab chiqildi, barabanli pech mavhum qaynash qatlami pechiga almashtirildi. Uning qo'llanilishi shlakdagi Mo ning ko'proq tarkibini ta'minlaydi, undan Mo va Re yaxshi ajratib olinadi, shuningdek shlak tarkibidagi oltingugurt miqdori pastroq, kuydirish uchun kam vaqt sarflanadi: barabanli pechda 7 soat o'rniga mavhum qaynash qatlami pechida 1 soat.

Mo konsentrati tarkibidagi kaolin aralashmasi o'rniga SK-K va SK-D bog'lovchilarini qo'shish orqali sinov o'tkazildi. Donadorlangan molibden konsentartini kuydirish jarayoni barabanli pech o'rniga mavhum qaynovchi qatlamli pechiga almashtirildi. Yangi SK bog'lovchisi sinovdan o'tkazildi, bu yangi texnologiya (yangi aralashma tarkibi va barabanli pech o'rniga mavhum qaynovchi qatlamli pechi) mavjud bo'lgan texnologiyadan ustun ekanligi aniqlandi. Mavhum qaynovchi qatlamli pechda MoK kuydirish natijalari sanoat korxonalarini loyihalashtirish uchun texnik shartlar va statistika to'plamlarini tayyorlash tavsiya etildi.

Tayanch iboralar: *kuyundi, molibden konsentrati, organik bog'lovchi, kaolin, donodorlangan aralashma.*

Шихта гранулирования молибденитового концентрата содержит 8-10% каолина, снижающего содержание Мо в огарке. Замена каолина на органическое связующее устраняет недостаток, но приводит к слипанию гранул в барабанной печи. Чтобы уйти от слипания, предложена замена ее на печь КС. Гранулы обжигали в лабораторной печи КС, контрольные – в барабанной печи ЦПРМ. Контроль состава образцов огарка выполнен в на ААС- и ICP-спектрометрах, поверхности - сканирующей электронной микроскопией и рентгеновской дифрактометрией EMPYREAN XDR.

Разработано связующее СК, альтернативное каолину, с режимом обжига в печи кипящего слоя, взамен барабанной печи. Его применение обеспечит большее содержание Мо в огарке, лучшее извлечение Мо и Re из него, а также меньшее содержание серы в огарке, меньшие затраты времени на обжиг: 1 ч вместо 7 ч в существующей барабанной печи.

Проведено сравнительное испытание связующих СК, взамен каолина при шихтовании Мо-концентрата. Разработан режим обжига гранул на их основе в печи кипящего слоя, взамен барабанной печи. Выполнено сравнительное испытание новых связующих СК, выявившее преимущество новой технологии (новый состав шихты и замена барабанной речи печью КС) перед существующей. Рекомендовано провести набор статистики результативности обжига МОК в пилотной печи КС для подготовки технического задания на проектирование промышленной установки.

Ключевые слова: *огарок, молибденитовый концентрат, органическое связующее, каолин, шихта гранулирования.*

В АО «Алмалыкский ГМК» для окислительного обжига молибденитового концентрата (МОК) применяется барабанная печь. Недостатком ее является низкая производительность. Известны конструкции, пришедшие в мире ей на смену: подовые печи и печи кипящего слоя (КС) [1]. Из-за пыления сульфидных руд при обжиге и потери сырья предварительно их окомковывают [2]. В качестве связующего гранулирования традиционно применяют бентонит и каолин, но в последние годы сообщается об органических связующих в производстве окатышей из железорудных концентратов [3-6] и МОК [7].

В связи с недостатками вышеуказанной технологии АО «Алмалыкский ГМК» [8-9]: разубоживании огарка промышленного продукта молибденового по молибдену из-за введения в шихту 8-10% каолина, закономерен интерес к альтернативной технологии, лишенной этих недостатков: с применением органического связующего и печи КС, взамен барабанной.

Предварительгные исследования показали, что замена каолина на водорастворимый полимер [10] обогащает огарок молибденом и повышает перевод рения в газовую фазу [11]. Обязательным условием ее реализации стал отказ от барабанной печи, из-за ее низкой производительности и склонности безкаолиновых гранул к спеканию, в пользу печи КС.

Целью работы стала разработка пилотной печи КС для испытания новой «безкаолиновой» технологии производства Мо огарка и набора статистики для технического задания на проектирование промышленной установки. *Задачами I-го этапа* стало: 1) опробование технологии в лабораторной печи КС; 2) на основе полученных данных изготовление варианта пилотной печи КС.

Объектом исследования стала шихта МОК состава, %: Mo 36,10; Re 0,055; Cu 1,57; S 28, 73 со связующими: полимером СК [12, 13] и каолином.

Гранулирование ее провели в АО «Алмалыкский ГМК», получив контрольную (на основе каолина) и опытную (на основе СК) партии (табл. 1). Время их гранулирования 1 час, полимер СК на тарель гранулятора подавался предварительно разбавленный водой в объемном соотношении 1:6, затем гранулы доводились до диаметра 2-4 *мм* и прочностной кондиции водой и подавались на сушку и обжиг. Лабора-

Таблица 1

Состав партий гранул* и тип обжиговой печи оксидации молибденита

№ партии гранул	МоК в шихте, *кг / %*	Каолин в шихте, *кг / %*	Полимер в шихте, *кг / %*	Вода, *л* (Т:Ж=6:1)	Тип печи обжига
№1	6000/92,0	480/8,0	-	1000	Барабан
№2	0,05/98,0	-	0,00100/2,0	0,0083	КС

* - состав шихты – в пересчете на сухую массу компонентов

Таблица 2

Состав огарка промпродукта, полученного после обжига гранул из табл.1

№ партии гранул	Mo	Re	Сера из MoS_2	Степень окисления Mo, %
1	33,21	0,016	0,70	96,8
2	35,84	0,008	0,72	97,5

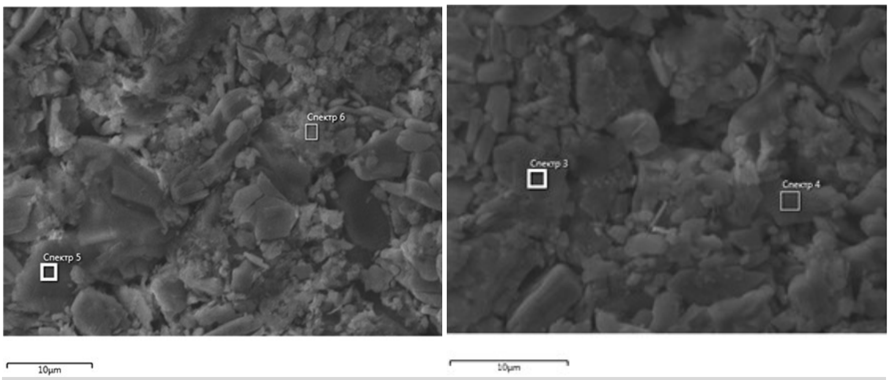


Рис. 1. Электронная микроскопия поверхности огарка партий № 1 и № 2.

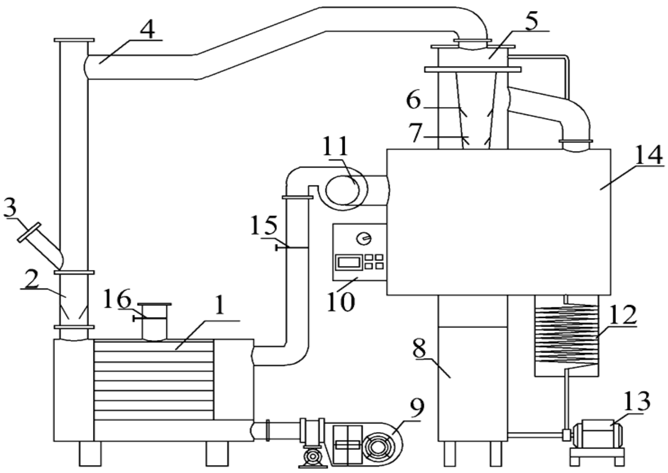


Рис. 2. Схема установки печи КС*: 1. Котел для нагрева воздуха; 2. Рабочая зона печи кипящего слоя; 3. Камера печи кипящего слоя; 4. Трубопровод; 5. Распылитель; 6. Зона охлаждения; 7. Зона охлаждения; 8. Накопительная емкость; 9. Горелка низкого давления природного газа; 10. Щит управления; 11. Наддувная вентиляция; 12. Охладитель - отвод жидкости; 13. Насос отвода жидкости; 14. Фильтр; 15. Заслонка подачи воздуха; 16. Заслонка выхлопа продуктов сгорания газа*

торная печь КС состояла из: кварцевой камеры 150 *см³*, лабораторных трубчатых печей для предварительного нагрева воздуха/кислорода; компрессора с редуктором; термопар. Режимы обжига в барабанной печи комбината и в печи КС совпадали по температуре (570°*С*), но различались по времени: в первом случае - 7 *ч*, во втором - 1 *ч*.

После обжига пробы проанализированы (Perkin-Elmer 3030B и ICP-Aligent 7500 ICP) (табл. 2). Поверхность гранул отсканирована (SEM ZEISS EVO MA10, CarlZeiss Group) (рис. 1).

Из данных локального рентген-флюоресцентного микроанализа партии № 1 следует, что добавка в шихту МОК 8% каолина обезубоживает материал по молибдену, по сравнению с образцами партии № 2, в материале которой ополимер СК сгорал при обжиге, образуя пористую структуру, способствующую большей степени окисления молибденита до MoO_3. Этот вывод подтвержден электронной микроскопией участков поверхности (рис. 1) и данными об относительно большей пористости огарка из безкаолиновой шихты, полученными методом сорбции газообразного азота и паров воды [14].

Пилотная печь КС создана в ИОНХ АН РУз и установлена в НПО АО «Алмалыкский ГМК» для совместных исследований режимов обжига (рис. 2).

Она содержит: - реактор в виде вертикальной теплоизолированной трубы с съемным дном-вставкой, имеющий патрубки с фланцами для подачи горячего воздуха снизу и его вывода с обработанным порошком в циклон сверху; - фланец-заглушку сверху реактора для обеспечения технического доступа; - устройство загрузки гранул порошка сульфидного концентрата сбоку, закрываемое толстостенным кварцевым стеклом; - двухслойную сетчатую поверхность под дном-вставкой реактора для прохождения горячего воздуха через слой гранул порошка концентрата сульфидных руд; - воздухогреющий двухконтурный котел. Печь КС снабжена скруббером для улавливания возгона семиоксида рения, причем патрубок воздуховода из скруббера возвращается в цикл наддува горелки через регулируемый шибер. Для обеспечения согласования узлов печи, она снабжена электронно-механическим пультом управления с системой измерения температуры в разных частях реактора, изготовленного из нержавеющей стали с крышкой из кварцевого стекла (объем реактора 0,008 *м³*). Габариты печи КС, *мм*: 1000x2000x1000, масса 700 *кг*. Планируется обжит в ней сульфидного сырья на примере молибденитового концентрата, гранулированного с каолином и полимером СК с набором статистики по качеству огарка, согласно TSh 64-23283880-07:2013, ТИ 48-4208-5-24-2002, технико-экономическим показателям, оптимизации режимов для составления технического задания на проектирование промышленной печи КС.

Для запуска печи первоначально создают в ней кипящий слой из гранул, который разогревают горелкой или подогретым воздухом до зажигания концентрата: 500-510°*С*. Затем включают систему питания печи концентратом. Попадая в слой, МОК возгорается, температура повышается и достигает оптимальной температуры обжига 560-570°*С*. Вследствие близости температур возгорания МОК в КС (500-510°*С*) и начала спекания огарка (580-590°*С*), обжиг проводят при относительно низкой температуре в слое, поддерживаемой в пределах (560-570°*С*). Иначе, при температуре 650-700°*С*, растет угроза слипания гранул (огарка) и налипания слоя на стенках печи.

В результате обжига происходят реакции окисления:

$$MoS_2 + 3SO_2 = MoO_3 + 2\,SO_2, \quad (1)$$

$$6CuFeS_2 + 19O_2 = 2Fe_3O_4 + 6CuO + 12SO_2, \quad (2)$$

$$MoO_3 + CaCO_3 = CaMoO_4 + CO_2, \quad (3)$$

$$MoO_3 + CuO = CuMoO_4, \quad (4)$$

$$MoO_3 + PbO = PbMoO_4. \quad (5)$$

В итоге, в результате проведенного исследования рекомендовано провести расширенные испытания пилотной установки кипящего слоя и органических связующих в составе шихты МОК. А также набор статистики сравнительной результативности обжига МОК в пилотной печи КС для подготовки технического задания на проектирование промышленной печи.

Библиографический список:

1. Коротич В.И. Теоретические основы окомкования железорудных материалов. М.: Металлургия, 1966, 312 с.
2. Пат. 2034055 РФ, МПК6 C 22 B 1/243. Способ получения окатышей из железорудных концентратов / Иванов Н.С., Поддубный А.П., Поддубный А.А. и др.; заявл. 08.07.1992; опубл. 30.04.1995.
3. Пат. 2227165 РФ, МПК6 C 22 B 1/242. Комплексное связующее для производства железорудных окатышей / Арапов Г.И., Черняев В.Ф.; заявитель и патентообладатель ЗАО «АВА» ; заявл. 02.07.2003; опубл. 20.04.2004.
4. Quaicoe I., Nosrati A., Addai J. Influence of binder composition on hematite-rich mixed minerals agglomeration behaviour and product properties // Chemical Engineering Research and Design. 2015. Vol. 97. pp. 45–56. DOI: 10.1016/j.cherd. 2015.02.021
5. O. Sivrikaya, A.I. Arol. Pelletization of magnetite ore with colemanite added organic binders // Powder Technology, 210 (1): -pp.23–28.-2011. DOI: 10.1016/ j.powtec.2011.02.007.
6. Binder composition for agglomeration of fine minerals and pelletizing process. Patent WO 2013010629 A1 (CA2842457A1), Stefan Dilsky, Clariant International Ltd, Clariant S. A. Brazil, Claim reg. PCT/EP2012/002785, Prior. July 21, 2011, Publ. Jan 24, 2013.
7. Патент RU 2353678. Способ окомкования сульфидных молибденитовых концентратов. C1 МПК; C22B1/244 (2006.01); Заявка: 2007125956/02, 10.07.2007.
8. Зеликман А.Н. Металлургия тугоплавких редких металлов. М.: Металлургия, 1986, 440 с.
9. TSh 64-23283880-07:2013. Огарок промышленного продукта молибденового. - Ташкент: Узстандарт, 2013.
10. Решение о выдаче патента на изобретение от 23.01.2020. Гуро В.П., Сафаров Е.Т., Ибрагимова М.А. и др. Заявитель ИОНХ АН РУз. Способ окомкования сульфидных молибденитовых концентратов. Заявка IAP20170198 от 26.05.2017. C22B1/244 (2006.01).
11. Guro V. P., Safarov E.T., Rakhmatkarieva F.G. The Choice of Optimal Binder For Molybdenite Concentrate Granulation, Tsvetnye Metally (Non-ferrous metals), 2016, No. 2. pp. 68–73; DOI: http://dx.doi.org/ 10.17580/tsm.2016.02.11
12. TSh 23766064-05:2017 «Полимеров СК водные растворы. Технические условия». Узстандарт. Ташкент - 2017.
13. Сафаров Е.Т., Гуро В.П., Ибрагимова М.А. Модификация полимерного связующего – компонента шихты гранулирования молибденитового концентрата // Узбекский химический журнал. – 2016.-№5.- С. 48-54.
14. Сафаров Е.Т., Гуро В.П., Ибрагимова М.А. Модификация полимерного связующего – компонента шихты гранулирования молибденитового концентрата // Узбекский химический журнал. – 2016.-№5.- С. 35-41.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2020, №2 (81) pp. 50-52

PILOT FLUIDIZED BED FURNACE FOR FIRING SULFIDE ORE MINERALS

[1]**Ruziev U.N.,** Deputy Director , PhD, u.ruziev@agmk.uz
[2]**Guro V.P.,** Professor, Doctor in chemistry, vpguro@gmail.com
[2]**Adinaev H.F.,** Researcher, adinayev.x.f@mail.ru
[1]**Ernazarov U.R.,** Head of Investment Projects Department, u.ruziev@agmk.uz

[1]JSC "Almalyk Mining and Metallurgical Combine", Almalyk, Uzbekistan
[2]Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract

The granulation mixture of molybdenite concentrate contains 8-10% kaolin, which reduces the content of Mo in the cinder. Replacing kaolin with an organic binder eliminates the disadvantage, but leads to the sticking of granules in a drum oven. To avoid sticking together, it was proposed to replace it with a KS furnace. The granules were fired in a laboratory furnace SK, control - in a drum furnace CPRM. The composition of the cinder samples was controlled using AAS and ICP spectrometers, and the surface was scanned by electron microscopy and EMPYREAN XDR X-ray diffractometry.

A binding SC, an alternative to kaolin, with a firing regime in a fluidized bed furnace, instead of a drum furnace, was developed. Its application will provide a higher content of Mo in the cinder, a better extraction of Mo and Re from it, as well as a lower sulfur content in the cinder, less time required for firing: 1 hour instead of 7 hours in an existing drum furnace.

A comparative test of binders SK-K and SK-D was carried out, instead of kaolin during the batching of Mo-concentrate. A mode for firing granules based on them in a fluidized bed furnace, instead of a drum furnace, has been developed. A comparative test of the new SC binders was carried out, which revealed the advantage of the new technology (new composition of the mixture and replacement of the drum speech with the KS furnace) over the existing one. It was recommended to conduct a set of statistics on the performance of firing the IOC in a pilot KS furnace to prepare technical specifications for the design of an industrial plant.

Keywords: *cinder, molybdenite concentrate, organic binder, kaolin, granulation mixture.*

References

1. Korotich V.I. Theoretical Foundations of Pelletizing Iron Ore Materials. M.: Metallurgy, 1966, 312 p.
2. Pat. 2034055 RF, IPC6 C 22 B 1/243. A method of producing pellets from iron ore concentrates / Ivanov N.S., Poddubny A.P., Poddubny A.A. and etc.; declared 07/08/1992; publ. 04/30/1995.
3. Pat. 2227165 RF, IPC6 C 22 B 1/242. Integrated binder for the production of iron ore pellets / Arapov G.I., Chernyaev V.F .; Applicant and patent holder of ABA CJSC; declared 07/02/2003; publ. 04/20/2004.
4. Quaicoe I., Nosrati A., Addai J. Influence of binder composition on hematite-rich mixed minerals agglomeration behavior and product properties // Chemical Engineering Research and Design. 2015. Vol. 97. pp. 45–56. DOI: 10.1016 / j.cherd. 2015.02.021.
5. O. Sivrikaya, A.I. Arol. Pelletization of magnetite ore with colemanite added organic binders // Powder Technology, 210 (1): -pp.23–28.-2011. DOI: 10.1016 / j.powtec.2011.02.007.
6. Binder composition for agglomeration of fine minerals and pelletizing process. Patent WO 2013010629 A1 (CA2842457A1), Stefan Dilsky, Clariant International Ltd, Clariant S. A. Brazil, Claim reg. PCT / EP2012 / 002785, Prior. July 21, 2011, Publ. Jan 24, 2013.
7. Patent RU 2353678. The method of pelletizing sulfide molybdenum concentrates. C1 IPC; C22B1 / 244 (2006.01); Application: 2007125956/02, 07/10/2007;
8. Zelikman A.N. Metallurgy of refractory rare metals. M.: Metallurgy, 1986, 440 p.
9. TSh 64-23283880-07: 2013. Cinder of an industrial product of molybdenum. - Tashkent: Uzstandard, 2013.
10. The decision to grant a patent for an invention from 01/23/2020. Guro V.P., Safarov E.T., Ibragimova M.A., etc. Applicant IGIC ASci RUz. A method of pelletizing sulfide molybdenite concentrates. Application IAP20170198 dated 05/26/2017. C22B1 / 244 (2006.01).
11. Guro V. P., Safarov E.T., Rakhmatkarieva F.G. The Choice of Optimal Binder For Molybdenite Concentrate Granulation, Tsvetnye Metally (Non-ferrous metals), 2016, No. 2. Pp. 68–73; DOI: http://dx.doi.org/ 10.17580 / tsm.2016.02.02.11.
12. TSh 23766064-05: 2017 “Polymers of SK aqueous solutions. Technical conditions. " Uzstandard. Tashkent - 2017.
13. Safarov E.T., Guro V.P., Ibragimova M.A. Modification of a polymer binder - a component of the granulation mixture of molybdenum concentrate // Uzbek Chemical Journal. - 2016.-№5.- pp.48-54.
14. Safarov E.T., Guro V.P., Ibragimova M.A. Modification of a polymer binder - a component of the granulation mixture of molybdenum concentrate // Uzbek Chemical Journal. - 2016.-№5.- pp.35-41.

УДК 666.942

ПЕРЕРАБОТКА ФЛОТАЦИОННЫХ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ СВИНЦОВЫХ РУД В ЦЕМЕНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ




Шакаров Т.И.,
доцент кафедры «Социально-гуманитарные и специальные дисциплины» Алмалыкского филиала НИТУ МИСиС, к.т.н.

Мухамедбаев А.А.,
доцент кафедры «Процессы и аппараты химической технологии» Ташкентского химико-технологического института, к.т.н.

Атаджанов Ш.Ю.,
директор по производству АО «Бекабадцемент»

Мухамедбаева М.А.,
ассистент кафедры «Процессы и аппараты химической технологии» Ташкентского химико-технологического института, ассистент

Maqolada sement ishlab chiqarishda gips ishtirokida sement klinkerini maydalash jarayonida qo'rgoshin rudasini boyitish chiqindisini ishlatish masalalari ko'rib chiqilgan. «Olmaliq KMK» AJ flotatsiya chiqindisinining kimyoviy tarkibi va hossalari keltirilgan. Mazkur chiqindining o'lchami 5 mm dan kichik bo'gan magnit separatoridan o'tgan po'lat eritish chiqindisi bilan birgalikda ishlstishning samarali ekanligi ta'kidlanadi. Mineral qo'shimchaning optima tarkibi aniqlangan, mineral qo'shimchaning aktivligini oshirish takliflari keltirilgan. Taklif qilinayotgan mineral qo'shimchani 15 – 30% miqdorda sement tarkibiga kiritish yo'li bilan sifatli mahsulot olish mumkin. Tadqiqotlar natijasida ishlab chiqarish me'yorlariga mos keladigan, mustahkamligi bo'yicha «400» va «500» markali sementlar olish mumkinligi ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: *sement, islab chiqarish, chiqindi, boyitish.*

Рассмотрены вопросы производства цементов, включающих в свой состав отходы обогащения свинцовых руд в качестве минеральной добавки при помоле цементного клинкера в присутствии гипса. Приведены химический состав и характеристики флотационных отходов АО «Алмалыкский ГМК». Отмечается положительная роль совместного использования рассматриваемых отходов в сочетании с металлургическими отходами сталепроизводства размером менее 5 мм АПО «Узметкомбинат», прошедших измельчение и магнитное сепарирование. Определены оптимальные пределы содержания компонентов минеральной добавки, предложены варианты дальнейшего повышения пуццолановой способности минеральной добавки. При использовании предлагаемой добавки в количестве от 15 до 30 мас. % получаемого цемента возможно получение качественного продукта. Результатами исследований показана возможность получения цементов марки «400» и «500», соответствующих требованиям ГОСТ.

Ключевые слова: *цемент, производство, отход, обогащение.*

Применение инноваций, целью которого является изыскание путей приводящих к улучшению технологических процессов, повышению производительности, понижению энерго- и ресурсоемкости, минимизации технологических оборудований, повышению конкурентоспособности и исключению или уменьшению производственных отходов в окружающую среду. Инновации являются стимулирующими источниками индустриального и технологического развития страны.

Анализ современной научно-технической и патентной литературы показал, что производство строительных материалов является большой площадкой для использования техногенных отходов, преследующих различные цели и с достигаемыми эффектами. Например, по одной из них предлагается использование отходов горно-металлургических предприятий в качестве сырьевого компонента цементного производства, в частности в качестве минеральной добавки к цементу [1-3]. По другим [4-6], отходы промышленности используются для получения цементного клинкера специального назначения, а также улучшения специальных свойств.

Традиционно цементы получают путем совместного измельчения клинкера, гипса и минеральной добавки. Возможны технологические линии, где цементы получают путем смешивания заранее измельченных до заданных значений компонентов шихты. Свойства конечного продукта зависит, в определенной степени, от удельной поверхности цемента и минералогического состава цементного клинкера.

В качестве исходных материалов в работе использовались – портландцементный клинкер и природный гипс, используемый на АО «Бекабадцемент». Техническая характеристика клинкера следующая: коэффициент насыщения (КН) – 0,90; силикатный модуль (n) – 2,12; глиноземистый модуль (p) – 1,06; массовая доля оксида магния (MgO)– 2,12%; массовая доля оксида кальция свободного (СаОсв.) – 0,4%; массовая доля хлор-иона (Cl-)– 0,08%.

Таблица 1

Минералогический состав клинкера

Содержание клинкерных минералов, %					Сумма
C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	MgO	
60,10	14,33	6,38	13,07	2,42	96,30

Минералогический состав клинкера приведен в табл.1.

Флотационные отходы обогащения свинцовой руды (далее отход СОФ) АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» содержит в своём составе остаточные количества свинца и цинка в количестве 0,22 и 0,27% соответственно.

Основными составляющими являются: оксиды кремния, кальция, алюминия и магния, содержание кремнезема доходит до 47% от массы.

Химический состав отхода флотационного обогащения свинцовой руды АО «Алмалыкский ГМК» отобранных из отвала в виде мелкого песка фракции 0-1 *мм*, приведен в табл. 2.

Критерий Стьюдента, рассчитанный по пределу прочности при сжатии, показывающий активность отхода СОФ при использовании его в составе цемента как минеральная добавка, составляет 11-14. Это даёт основания предположить, что отход СОФ может быть использован и в расширении сырьевой базы производства минеральной добавки (МД) к цементу, не понижающую марку цемента, разработке энергосберегающего состава минеральной добавки с низкой себестоимостью, а также снижение себестоимости цемента.

Дифференциально-термическим анализом обнаружены следующие фазовые превращения. При температуре 130-145°С происходит удаление физически связанной воды. Экзотермический эффект в интервале температур 490-540°С соответствует переходу кварца из α формы в β. Плавный эндоэффект при температуре 620-640°С указы-

Таблица 2

Химический состав проб СОФ

№ проб	Содержание компонентов, *мас.%*								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	R_2O	п.п.п.	сумма
проба 1	46,52	9,83	5,21	13,63	8,93	5,23	2,64	7,91	99,99
проба 2	45,47	9,93	4,45	15,32	8,89	2,31	2,13	9,63	98,13

Таблица 3

Составы минеральной добавки

№ составов	Состав МД, %		Количество МД, %
	Отход СОФ АО АГМК	ФОСПП АПО Узметкомбината	
1	33	67	15
2	55	45	18
3	50	50	20
4	60	40	25
5	68	32	22
6	75	25	20
7	80	20	25
8	83	17	30
9	74	26	27

вает на удаление химически связанной воды из глинистых минералов. Микроскопический анализ показал, что глинистые минералы, входящие в состав флотоотхода состоят их водных алюмосиликатов щелочных металлов магния и железа таких, как мусковит, биотит и др. На рентгенограммах флотоотхода, термообработанного при 700-800°*С* наблюдаются дифракционные максимумы значительной интенсивности с межплоскостными расстояниями d= 0,334; 0,256; 0,190 *нм*, принадлежащие слюде. Интервал температур 600-800°*С* является рубежом бурного изменения фазового состава исходного флотоотхода, в результате которого претерпевают существенное изменение все составляющие его компоненты. Минералы, входящие в состав слюд, теряя химическую воду, изменяют свою кристаллическую структуру и заметно реакционно активизируются, что характеризуется разложением в начале мусковита при 750-900°*С*, в связи с чем на рентгенограммах при 900°*С* отмечаются слабые линии, соответствующие γ –Al_2O_3 и железистой шпинели с d = 0,245; 0,156 *нм*. Образовавшиеся минеральные фазы нестабильны и претерпевают ряд дальнейших твердофазовых превращений. При 840-1000°С биотит разлагается на магнитную железистую шпинель с показателем светопреломления $N_{ср.} \geq 1{,}734$ и размером зерен, достигающим при 1100°*С* до 5-10 *мкм*. Кроме того, в результате разложения биотита образуются мелкие кристаллы, соответствующие муллиту и лейциту.

Карбонат кальция и доломит, присутствующие до температуры 900°С претерпевают полное разрушение, в результате чего объем кристаллов также меняется. При нагревании до 650-850°*С* кристаллы карбонатов кальция и магния испытывают анизотропное термическое расширение, при котором объем кристаллов увеличивается на 5-7%. При дальнейшем повышении температуры до 900-1000°С образцы флотоотхода претерпевают усадку за счет декарбонизации. Эндотермический эффект при 820-840°*С* указывает на более низкую температуру разложения карбонатов по сравнению с чистыми карбонатами кальция, что связано с каталитическим влиянием остаточных кислотных компонентов флотации и цветных металлов (цинка и свинца), образующихся химических соединений с выделяющимся карбонатом кальция.

Эти результаты хорошо увязываются результатами исследований механизма воздействия примесей на процесс декарбонизации Ю.М. Бутт и В.В. Тимашева [1], где показано, что примеси влияют на структуру и изменяют свойства поверхностных слоев кристаллов карбоната кальция.

Дегидратация при нагревании флотоотхода СОФ подчиняется процессам дегидратации минеральных составляющих, так как мелкодисперсная фаза состоит из полевых шпатов, слюд и гидрослюд, то процесс дегидратации физически и химически связанной воды происходит в температурных интервалах дегидратации приведенных выше минералов лишь с поправкой на влияние кварца и карбоната кальция. При термообработке выявлена последовательность твердофазовых превращений и установлено, что процесс фазового взаимодействия компонентов и образование новых фаз начинается при более низких температурах в отличие от природных компонентов вследствие содержания остаточных различных примесей.

Цементы готовили в лабораторной шаровой мельнице МБЛ-1 со стандартной шаровой загрузкой. Время измельчения составило 60 минут.

Предлагаемую минеральную добавку смешивают с клинкером из расчета 15-25 *мас. %* минеральной добавки и 75-85 *мас.%* цементного клинкера. Гипс вводят сверх 100%. Составы минеральной добавки приведены в табл. 3.

Клинкер с минеральной добавкой измельчают до порошкообразного состояния в присутствии природного гипса, согласно утвержденной Технологической инструкции предприятия. Тонкость помола цементов лабораторного помола по удельной поверхности находится в пределах производственной и равна 290-300 *м²/кг*.

Определение свойств цементов проводили в соответствии ГОСТ 310-76 «Цементы. Методы испытаний» на монофракционном стандартном песке по ГОСТ 6139 при В/Ц=0,40.

Результаты испытаний МД в составе цементов приведены в табл.4.

Как видно из представленных данных (табл.4), начало и конец срока схватывания цементов соответствуют требованиям ГОСТ 10178. Прочностные показатели образцов 28 суточного твердения, при нормальных условиях твердения, при сжатии довольно стабильны, т.е. показатели для составов 1-6 находятся в пределах 49,9 – 51,9 *МПа*. Использование предлагаемой добавки в указанных соотношениях позволят получать цементы, не снижающие марку клинкера, т.е. все цементы, соответствуют марке «500». Составы № 7-9 также показывают стабильные характеристики при сжатии. В отличие от составов № 1-6 они соответствуют марке «400».

Большую роль в формировании прочности предлагаемых цементов играет состав, т.е. соотношение компонентов самой добавки, а также его содержание в цементной шихте. Установлено, что минеральная добавка, состоящая из рассматриваемых отходов производств следует вводить в количестве 15-25 *мас.%* от веса цемента. Прочность при сжатии цементов 28 суточного возраста соответствует марке клинкера, и снижение прочности цементов при данных значениях ввода минеральной добавки не наблюдается.

Такой результат достигается, когда минеральная добавка к цементу, содержащая фракционный отход сталеплавильного производства (ФОСПП) с размером частиц менее 5*мм* АПО «Узметкомбинат», дополнительно содержит флотационный отход обогащения свинцово-цинковой руды АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» при следующем соотношении компонентов, *мас.%*: ФОСПП с размером частиц менее 5*мм* 25-67; отход СОФ 33-75.

При этом, для дальнейшего повышения пуццолановой способности минеральной добавки компоненты МД подают в стехиометрическом соотношении непосредственно на горячий клинкер в холодильник вращающейся печи. Вследствие утилизации тепла клинкера при температуре 950-1000°*С* в структуре МД происходят физико-химические процессы, способствующие дополнительному повыше-

Таблица 4

Результаты испытаний цементов

№ составов	Марка клинкера	Сроки схватывания, *мин.*		Прочность при сжатии, *МПа*	Марка цемента
		Нач.	Кон.		
1	500	70	135	50,9	500
2		70	136	50,1	500
3		73	140	51,9	500
4		75	140	51,3	500
5		68	135	50,6	500
6		70	139	49,9	500
7		69	135	47,9	400
8		70	140	45,6	400
9		69	138	46,0	400

нию их гидравлической активности. Глинистые минералы и кремнеземистые соединения, имеющиеся в составе МД, претерпевают структурные изменения - происходит обезвоживание каолинита и переход его в форму метакаолинита. Кварцевые соединения претерпевает изоморфные превращения, и переходят в более активную форму кремнезема, способную связывать CaO (свободного), выделяющегося при гидратации цементных минералов.

На формирование морфологии твердеющего цементного камня и образующегося продуктов твердения, оказывает определенное влияние также степень измельчения цемента с добавками. При этом, чем меньше исходные гидратирующиеся зерна исходного цемента, тем быстрее он гидратируется. Образование мелкокристаллической структуры при гидратации цемента способствует уплотнению и росту прочности цементного камня, что наблюдается и при твердении цементов с предлагаемыми добавками. С целью исключения влияния этого параметра на процессы твердения, цементы мололи до удельной поверхности 290-300 $м^2/кг$, что соответствует параметрам производства обычного портландцемента. Варьируя вещественным составом предлагаемой добавки и содержанием добавки в цементе можно создать условия для формирования структуры различной морфологии по плотности и различного его количества, и тем самым создать широкую гамму цементов, отвечающих современным требованиям к строительным материалам.

Таким образом, выполненные исследования показывают техническую возможность получения качественного цемента на основе отходов металлургической промышленности. Флотационные отходы обогащения свинцовой руды АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» вполне могут быть использованы в качестве минеральной добавки в цементном производстве. Утилизация отходов СОФ целесообразно как по объему накопленного отхода, так и по снижению себестоимости цемента, и с экологической точки зрения.

Библиографический список:

1. *Арипова Б.Х., Мухамедбаева З.А., Атакузиев Т.А., Мухамедбаев А.А., Курбанов Э.И. Активные кремнесодержащие отходы промышленности для получения портландцемента / Композиционные материалы. 2014,№3. С. 50-54.*
2. *Пиримов Т.Ж., Мухамедбаева М.А., Мухамедбаев А.А. Производство минеральных добавок к цементу // Матер. науч.конф. «Традиции и Инновации». Санкт-Петербург, 2018. С. 104.*
3. *Бутт Ю.М., Сычев М.М. Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник для вузов / Под ред. Тимашева В.В. -М.: Высш. школа, 1980. 472 с.*
4. *Ивашина М.А., Кривобородов Ю.Р. Использование отходов промышленности в технологии сульфоалюминатного клинкера / Успехи в химии и химической технологии. Том XXXI. 2017. №1. С. 22-24.*
5. *Самченко С.В. Сульфатированные алюмоферриты кальция и цементы на их основе. –М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2004. 120 с.*
6. *Самченко С.В., Зорин Д.А. Свойства расширяющихся цементов различной дисперсности / Успехи в химии и химической технологии. Том XXI. 2007. №7. С. 59-61.*

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 53-55

PROCESSING OF FLOTATION WASTE ENHANCEMENT OF LEAD ORE IN CEMENT PRODUCTION

*[1]**Shakarov T.I.,** Candidate of technical sciences, acting docent at the chair of «Social-humanitarian and special disciplines», gafurcom@mail.ru*
*[2]**Muhamedbayev A.A.,** Candidate of technical sciences, docent, docent at the chair of « Processes and apparatus of chemical technology», sciencecemtech@mail.ru*
*[3]**Atajanov Sh.Y,** director at «Bekabadcement », shavkat.atadjanov@bekabad-cement.uz*
*[2]**Muhamedbayeva M.A.,** magistracy, assistant at the chair of « Processes and apparatus of chemical technology», sciencecemtech@mail.ru*

[1]National Research Technological University "MISiS", Almalyk, Uzbekistan
[2]Tashkent chemical-technological institute, Tashkent, Uzbekistan
[3]JSC "Bekabadcement", Bekabad, Uzbekistan

Abstract

The article studiesthe issues of cement production which include lead ore dressing wastes as a mineral additive in grinding cement clinker in the presence of gypsum. The chemical composition and characteristics of flotation waste of Almalyksky MMC JSC are presented. The positive role of the joint use of the considered waste in combination with metallurgical steel production waste less than 5 mm in size of the Uzmetkombinat JSC, which has undergone grinding and magnetic separation, is noted. The optimal limits of the content of the components of the mineral additive are determined, options are proposed for further increasing the pozzolanic ability of the mineral additives. When using the proposed additives in an amount of from 15 to 30 wt. % of cement produced is possible to obtain a quality product. The research results showed the possibility of obtaining cements of the brand "400" and "500" that meet the requirements of GOST.

***Keywords:** cement, production, waste, enrichment.*

References

1. *Aripova B.Kh., Mukhamedbaeva Z.A., Atakuziev T.A., Mukhamedbaev A.A., Kurbanov E.I. Active siliceous industrial wastes for Portland cement production / Composite materials. 2014, No 3. -FROM. pp. 50-54.*
2. *Pirimov T.Zh., Mukhamedbaeva M.A., Mukhamedbaev A.A. Production of mineral additives to cement // Mater. scientific conference "Traditions and Innovations." St. Petersburg, 2018. –. 104 p.*
3. *Butt Yu.M., Sychev M.M. Timashev V.V. Chemical technology of binders: Textbook for universities / Ed. Timasheva V.V. -M.: Higher. School, 1980. 472 p.*
4. *Ivashina MA, Krivoborodov Yu.R. The use of industrial waste in the technology of sulfoaluminate clinker / Advances in chemistry and chemical technology. Volume XXXI. 2017. No1. pp.22-24.*
5. *Samchenko S.V. Sulfated calcium aluminoferrites and cements based on them. –M.: RCTU named after D.I. Mendeleev. 2004. 120 p.*
6. *Samchenko S.V., Zorin D.A. Properties of expanding cements of various dispersion / Advances in chemistry and chemical technology. Volume XXI. 2007. No7. pp. 59-61.*

УДК 543.872

ПРОБОПОДГОТОВКА СУЛЬФИДНЫХ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ ПУТЕМ ЭЛЕКТРООКСИДАЦИИ В РАСТВОРЕ 10% NaCl




Рузиев У.Н.,
заместитель директора
НПО АО «Алмалыкский ГМК», PhD

Гуро В.П.,
заведующий лабораторией
ИОНХ АН РУз,
д.х.н., профессор

Расулова С.Н.,
докторант лаборатории
металлургических процессов и материалов ИОНХ АН РУз

Эрназаров У.Р.,
начальник отдела
инвестиционных проектов
НПО АО "Алмалыкский ГМК"

Sulfid minerallar oltingugurt to'siq qatlami tufayli sirt passivlanishga moyil. Uni bartaraf etish ko'pincha kuydurish, ba'zi hollarda gidrometallurgik usullar bilan erishiladi. Rudali minerallarni kimyoviy tahlil qilish uchun namuna tayyorlash an'anaviy ravishda eritmaga o't-kazish "Zar suvi" orqali amalga oshiriladi. Ushbu ishda taqqoslash uchun ularni 10% li NaCl eritmasida elektrooksidlash bilan eritmaga o'tkazishning muqobil usuli taklif qilingan. Dastlabki Mo-kontsentrat (MoK), shlam maydoni molibden keki va kombinat Mo kuyundisi o'rtacha olingan namunalaridan foydalanildi. Pi-50-1 potentsiostatning grafit elektrodlari bilan elektroliz yacheykasida natriy gipoxlorit hosil qilish usuli qo'llanildi. Analiz namunalari Perkin-Elmer 3030V va Agilent 7500 ICP MS spektrometrlari yordamida tahlil qilindi. GOST 2082.3 va GOST 2082.16 ga nisbatan namuna tayyorlashning "gipoxlorit" usuli afzalliklarga ega ekanligi aniqlandi: minimum sarflangan material, bir namunadagi Mo, Re, Au elementlarini tahlil qilish imkoniyatini beradi.

Tayanch iboralar: *molibden kontsentrati, molibden keki, elektrooksidlanish, passivlanish, natriy gipoxlorit, namuna tayyorlash.*

Сульфидные минералы склонны к пассивированию поверхности за счет барьерного слоя серы. Преодоление его чаще достигается обжигом, реже - гидрометаллургическими способами. Пробоподготовка рудных минералов к химическому анализу традиционно осуществляется выщелачиванием в «царской водке». В данной работе предложен, для сравнения, альтернативный метод электрооксидации-выщелачивания их в растворе 10% NaCl. Использованы исходный Mo-концентрат (МОК), молибденовый кек шламового поля и Mo-огарок комбината в виде навесок усредненных проб. Применялся метод генерирования гипохлорита натрия в электролизных ячейках потенциостата ПИ-50-1, с графитовыми электродами. Анализ проб выполнен на спектрометрах Perkin-Elmer 3030В и Agilent 7500 ICP MS. Установлено, что «гипохлоритный» метод подготовки проб, по сравнению с ГОСТ 2082.3 и ГОСТ 2082.16, имеет преимущество: минимум расходных материалов, возможность анализа в одной пробе Mo, Re, Au.

Ключевые слова: *молибденитовый концентрат, молибденовый кек, электрооксидация, пассивация, гипохлорит натрия, пробоподготовка.*

Сульфидные минералы в окислительных условиях пассивируются за счет барьерного слоя серы на поверхности [1, 2]. Преодоление его достигается в условиях, способствующих дальнейшему окислению серы: 1- обжигом, 2 - в автоклаве, 3 - гидрометаллургическими способами.

Обжиг, из них – наиболее распространенный способ, применяемый для переработки Pb-Mo руд [3], молибденитового концентрата (МОК) [4-5], включая АО «Алмалыкский ГМК». К недостаткам его относят нагрузку на экологию. МОК начали промышленно окислять в автоклаве, с добавкой катализатора HNO3 [6], в процессе POX\SX – под давлением [7]. Автоклав удобен для опытных процессов, например, восстановления Re до металла в расплаве серы [8], LSO-конверсии Re [9]. Гидрометаллургические процессы – экологически и экономически выгодные, так как при обычном давлении и температуре способны варьировать Редокс-потенциал системы, добиваясь нужного результата. В последнее время на эту роль выдвинулся гипохлорит, генерируемый электролизом 10% NaCl [10-13]. Представляло интерес опробовать его на роль альтернативы «царской водки», применяемой в пробоподготовке рудных минералов.

Цель: сравнить эффективность способов пробоподготовки к элементному анализу Mo-содержащих рудных минералов: Mo-кека шламового поля Mo-огарка АО «Алмалыкский ГМК», путем лабораторно-промышленного испытания [1]:

- электрооксидации-выщелачивания металлов в растворе 10% NaCl (рис.1);
- выщелачивания в «царской водке» (контрольный метод) [2].

Объект исследования: исходный Mo-концентрат, класс 0,074 *мм*, 75%, насыпная масса *1,12 г/см^3*, состава, %: Mo 38; Re 0,7; Cu 2,5; P 0,009; Sb 0,025; WO3 0,05; S 25,2; SiO2 10,80; влажность 42, Au 35 *g/t*, Ag 76,3 *г/т* (рис. 1). Использованы навески 1000-2000 *мг* усредненных проб молибденового кека шламового поля НПО ПРМиТС и Mo-огарка ЦПРМ МПЗ комбината, с выбором, с помощью потенциостата ПИ-50-1, типа ячейки (рис. 2): 2-х или 1-но камерной, на графитовых электродах.

Таблица 1

Состав образцов Mo-огарка [14] и Mo-кека

Объект №	Содержание до обжига, % *(г/т)*				После обжига, % *(г/т)*			
	Mo	Re	Au	Ag	Mo	Re	Au	Ag
1	38	0,07	(35)	(73,6)	-	-	-	-
2	34,7	0,06	(31,8)	(67,3)	35,9	0,05	(33,1)	(70)
3	36,7	0,07	(33,7)	(70,9)	38,8	0,05	(35,1)	(73,2)
4	7,75	(58,6)	0,026	0.0032	-	-	-	-

1 - исходный МоК, 2 – огарок по серийной технологии (с каолином) из этого МоК, 3 - огарок по опытной технологии (без каолина, с органическим связующим) из этого МОК, 4 – кек со шламового поля НПО ПРМиТС

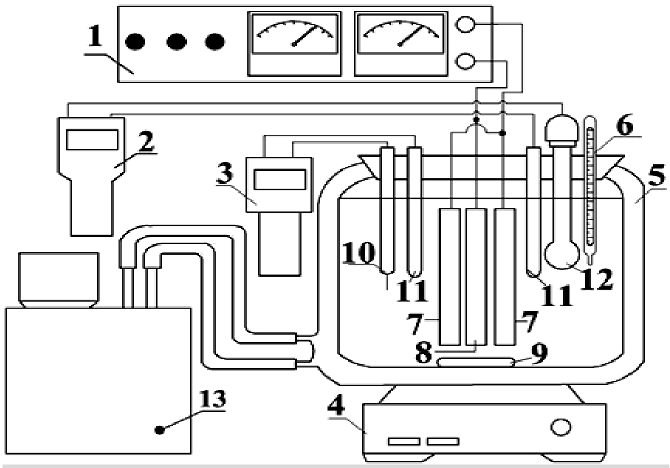


Рис.1. Схема пилотной установки электрооксидации МоК в растворе 10% NaCl: *1-источник тока, 2 - pH метр, 3 – ЭВ-74, 4 - мешалка, 5-элекролизер, 6-термометр; 7,8- электроды 9 – магнит; 11,13 – х.с. электрод сравнения, 12 – стеклянный электрод, 14-термостат*

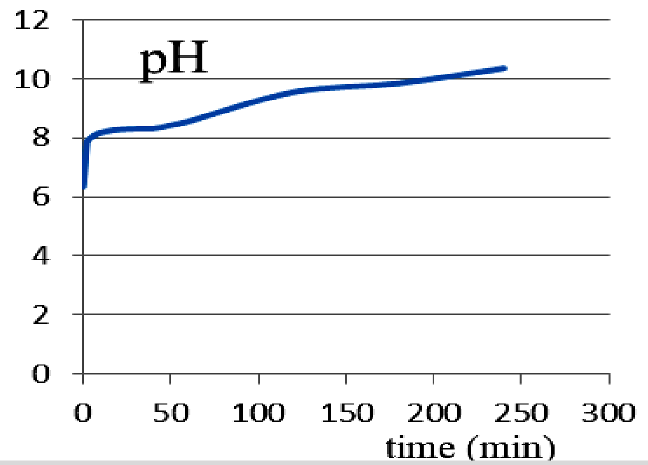


Рис.4. Изменение pH в 1-камерном электролизере, гальваностатический режим I=109,9 *mA*, 75 *см³*

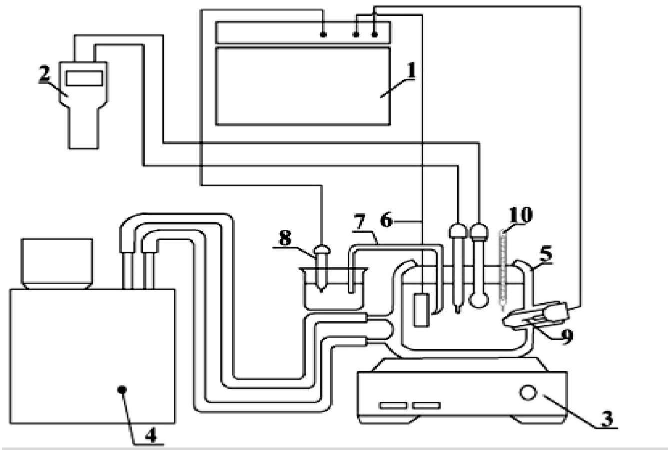


Рис.2. Схема лабораторной установки электрооксидации МоК в растворе 10% NaCl:*1 - потенциостат ПИ-50-1, 2 - pH-метр, 3 - мешалка, 4 - термостат, 5 - ячейка, 6 - анод, 7 -капилляр Луггина, 8 - х.с. электрод, 9-катод, 10 - термометр*

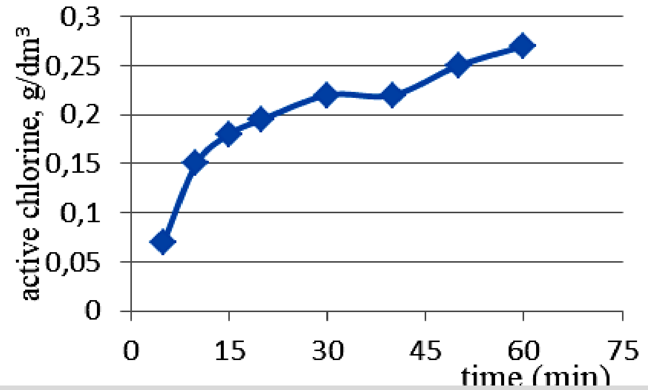


Рис.5. Изменение концентрации активного хлора в 2-камерном электролизере, режим I=2.45 *mA*, объем раствора 75 *см³*. За 60 *мин.* сгенерировано NaClO 0,06%, температура 20°*C*

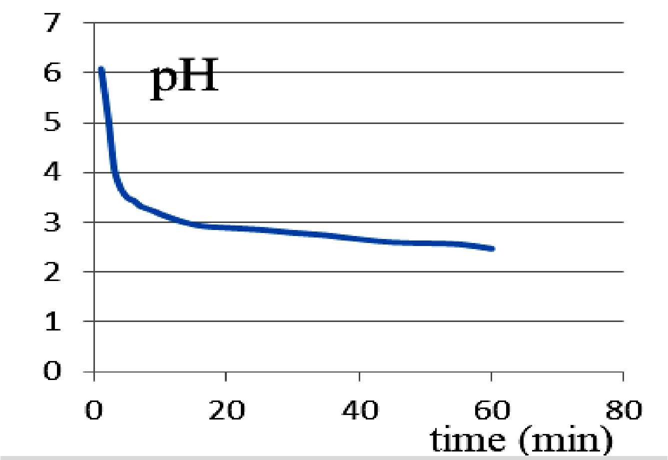


Рис.3. Изменение pH в 2-камерном мембранном электролизере, гальваностатический режим I=2,45 *mA*, 75 *см³*

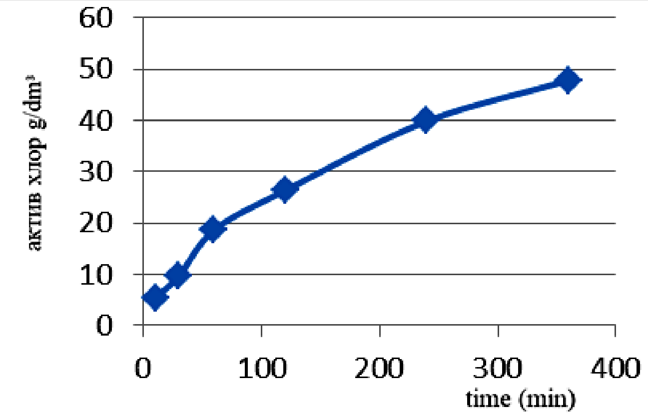


Рис.6. Изменение концентрации активного хлора в 1-камерном электролизере, режим, I=995,3 *mA*, объем раствора 75 *см³*. За 360 *мин.* сгенерировано NaClO 10,0%, темп. 20°*C*.

После пробоподготовки элементный анализ проб выполнен на спектрометрах Perkin-Elmer 3030B и Agilent 7500 ICP MS. Дополнительный обжиг МОК выполнен в лабораторной печи кипящего слоя КС.

Исследовано изменение pH среды и концентрации активного хлора [3] в исследовательской установке (рис. 2) с фиксированной плотностью тока.

Из рис 3-4 видим: pH раствора в двухкамерном электролизере смещается по мере ведения электролиза в кислотную область, а в однокамерном – в щелочную. Установлено, что предпочтителен (ввиду легкости выщелачивания Мо в щелочной среде) – однокамерный электролизер, при этом, по данным рис. 5-6, силу тока необходимо поддерживать не ниже 1-2 *А*, ввиду необходимости генерирования гипохлорит-ионов до концентраций не ниже 5-10% активного хлора (что недостижимо на низких плотностях тока).

Исходный состав образцов Мо-кека и Мо-огарка (табл.1).

Результат сравнительного выщелачивания навесок Мо-огарка из НПО и Мо-кека шламового поля НПО ПРМиТС комбината: а) гипохлоритом натрия (контроль по [16]), генерируемым в однокамерной электролизной ванне с 10% NaCl; б) в «царской водке» (табл.2).

Из табл.2 следует: 1) из огарка (образцы №1-12,16) извлечение Cu, Mo, Re - полно проходит в аммиачной среде за 90 *мин.*, в 12%-м гипохлорите медь извлекается неполно из-за pH 12. Мо - полно за 60

Таблица 2

Сравнение степени извлечения в растворы металлов из Мо-огарка и Мо-кека

Образец, №	Связующее	Реагент выщелачивающий, %	Т, °С	Время выщелач., мин	Степень извлечения (%)				
					Cu	Mo	Re	Au	Ag
1- Огарок	органическое	NH_4OH 25%	20	90	95,5	93,0	97,0	-	-
2- Огарок				180	96,8	94,0	98,0	-	-
3- Огарок				270	96,9	97,6	99,7	-	-
4- Огарок	каолин		20	90	91,4	93,8	99,5	-	-
5- Огарок				180	92,5	95,8	99,3	-	-
6- Огарок				270	92,4	95,8	99,8	-	-
7- Огарок	органическое	NaClO 10%	20	90	47,7	99,7	99,5	94,6	73,3
8- Огарок				180	55,3	99,8	99,6	95,3	79,4
9- Огарок				270	64,5	99,8	99,9	96,5	99,0
10- Огарок	каолин		20	90	66,4	99,6	99,3	92,3	72,0
11- Огарок				180	68,4	99,8	99,7	93,5	77,3
12- Огарок				270	98,2	99,9	99,6	95,1	97,5
13 - кек	каолин	NaClO 10%	20	90	65,5	99,4	99,4	93,3	70,0
14 - кек				180	69,5	99,3	99,5	95,5	75,5
15 - кек				270	97,5	99,8	99,5	95.7	97,5
15 - кек	каолин	«царская водка»	100	100	100	100	100	100	100
16 - Огарок				100	100	100	100	100	100

мин; Au и Ag в аммиаке не извлекаются, в азотной кислоте Au - не извлекается, Ag – частично (соль AgCl при избытке хлорид-ионов образует растворимый комплекс); в гипохлорите: Au – полностью за 90 *мин.*; Ag - полно за 270 *мин*. Материал связующий гранулы МОК влиял на степень извлечения Au и Ag: органическое связующее дало лучшие результаты, чем каолин. 2) Мо-кек вел себя аналогично огарку.

Итак, пробоподготовка и анализ навесок Мо-кека и Мо-огарка выполняются по ГОСТ 2082.3 и ГОСТ 2082.16. Для оперативного их анализа рекомендованы атомно-абсорбционная и ICP-спектрометрия. Пробоподготовка к ним, согласно руководству Perkin-Elmer, основана на применении «царской водки». Показано, что экологически вредную «царскую водку» можно заменить гипохлоритом натрия, генерируемым электролизом раствора 10% NaCl. «Гипохлоритный» метод подготовки проб, по сравнению с ГОСТ 2082.3 и ГОСТ 2082.16, имеет преимущество: минимум расходных материалов, необходимы лишь NaCl и электроэнергия, но позволяет в одной пробе анализировать Mo, Re, Au.

Данный метод рекомендован к внедрению в практику АО «Алмалыкский ГМК», в технологии пробоподготовки: - путем выщелачивания металлов из огарка промышленного продукта молибденового TSh 64-23283880-07:2013, в среде 8-18% гипохлорита натрия или в электролизере с 10-20% NaCl; в результате, в раствор, при температуре 20-35°С, за 6-8 часов, при pH 10-12, переводятся Mo, Re, Au, в кеке остаются Si, Fe; - путем выщелачивания металлов из Мо-кека (содержание Мо до 8,5%), в растворе реагента: 8-18% гипохлорита натрия или в бездиафрагменном электролизере с 10-20% NaCl; в результате, в раствор, при температуре 20-35°С, за 6-8 часов, при pH 10-12, переводятся Mo, Re, Au, а в кеке - Si, Fe.

Библиографический список:

1. Расулова С.Н., Гуро В.П., Ибрагимова М.А., Сафаров Е.Т. Окисление и пассивация сульфидных руд в гидрометаллургии золота и молибдена / материалы конференции «Металлы-2018, 27-й Международной Конференции по Металлургии и Материалам. 23-25 Мая 2018. Брно, Чешская Республика, ЕС., С. 1442-1447.

2. Расулова С.Н., Гуро В.П., Ибрагимова М.А., Сафаров Е.Т. Окисление и пассивация поверхности сульфидных руд // Узб хим ж., 2018. - №1. С. 15-21.

3. Guanghui Li, Zhixiong You, Hu Sun, Rong Sun, Zhiwei Peng, Yuanbo Zhang and Tao Jiang Separation of Rhenium from Lead-Rich Molybdenite Concentrate via Hydrochloric Acid Leaching Followed by Oxidative Roasting. Metals 2016, 6, 282; doi:10.3390/met6110282. Published: 16 November 2016

4. Eskandar Keshavarz Alamdari. Selective Leaching-Recovery of Re and Mo from Out-Gas Dust of Molybdenite Roasting Furnace. The Indian Institute of Metals - IIM 2016. DOI 10.1007/s12666-016-1021-6

5. Li G., Sun R., Peng Z., Zhou L., Zhang Y. (2016) Volatilization of Rhenium from Molybdenite Concentrate by Oxidative Roasting. In: Hwang JY. et al. (eds) 7th International Symposium on High-Temperature Metallurgical Processing. Springer, Cham. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-48093-0_12

6. K. M. Smirnov, N. A. Raspopov, Ya. M. Shneerson, A. Yu. Lapin, G. A. Bitkov, Yu. A. Men'shikov, P. N. Paskhin, and V. P. Kirichenko: Autoclave Leaching of Molybdenite Concentrates with Catalytic Additives of Nitric Acid: Russian Metallurgy (Metally), 2010, No. 4, pp. 11–19. DOI: 10.1134/S0036029510070025.

7. Kaixi Jiang, Yufang Wang, Xiaoping Zou, Lei Zhang, Sanping Liu. Extraction of Molybdenum from Molybdenite Concentrates with Hydrometallurgical Processing. 2012 TMS. DOI: 10.1007/s11837-012-0457-3

8. Baisui Han, Batnasan Altansukh, Kazutoshi Haga etc. Leaching and Kinetic Study on Pressure Oxidation of Chalcopyrite in H2SO4 Solution and the Effect of Pyrite on Chalcopyrite Leaching: Published online: 23 June 2017 The Minerals, Metals & Materials Society 2017. DOI 10.1007/s40831-017-0135-3.

9. Elena Brandaleze Vanesa Baza ´n Ivana Orozco Marcelo Valentini Giuliana Gomez: Application of thermal analysis to the rhenium recovery process from copper and molybdenum sulphides minerals. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2018) 133:435–441. https://doi.org/10.1007/s10973-018-7104-3(0123456789().,-volV)(0123456789().,-volV).

10. Darjaa, T., Okabe, T. H., Waseda, Y., & Umetsu, Y. (1999). Electro-oxidation of Molybdenum Concentrate in Sodium Chloride Solution. Shigen-to-Sozai, (1999), V. 115(10), Pp. 755–761. doi:10.2473/shigentosozai.115.755

11. Darjaa, T., Okabe, T. H., Waseda, Y., Umetsu, Y. (2000). Electro-Oxidation of Molybdenum Concentrate Using Bipolar Cell, and Recovery of Rhenium // Shigen-to-Sozai, (2000), V. 116(6), pp. 520–526. doi:10.2473/shigentosozai.116.520

12. Darjaa, T., Okabe, T. H., Waseda, Y., Umetsu, Y. (2000). Recovery of Molybdenum from Sulfide Concentrate by Electro-Oxidation and Precipitation. Shigen-to-Sozai, (2000), V. 116(3), pp. 203–210. doi:10.2473/shigentosozai.116.203.

13. CAO Zhan-fang, ZHONG Hong, JIANG Tao, LIU Guang-yi, WANG Shuai, XIA Liu-yin. Separation of rhenium from electric-oxidation leaching solution of molybdenite: J. Cent. South Univ. (2013) 20: 2103−2108 DOI: 10.1007/s11771-013-1713-6.

14.TSh 64-23283880-07:2013. Огарок промышленного продукта молибденового. - Ташкент: Узстандарт, 2013.

15. Гуро В.П., Сафаров Ё.Т., Ибрагимова М.А. и др. Способ окомкования сульфидных молибденитовых концентратов. Решение от 23.01.2020 о выдаче патента на изобретение по заявке рег. № IAP 20170198 от 26.05.2017. Заявитель - ИОНХ АН РУз.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 56-59

TREATMENT OF SULFIDE ORE MINERALS BY ELECTRO-OXIDATION IN A SOLUTION OF 10% NaCl

[1]**Ruziev U.N.,** *Deputy Director , PhD, u.ruziev@agmk.uz*
[2]**Guro V.P.,** *Professor, Doctor in chemistry, vpguro@gmail.com*
[2]**Rasulova S.N.,** *Doctoral student, sitora_r91@mail.ru*
[1]**Ernazarov U.R.,** *Head of Investment Projects Department, u.ruziev@agmk.uz*

[1]*JSC "Almalyk Mining and Metallurgical Combine", Almalyk, Uzbekistan*
[2]*Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

Abstract

Sulfide minerals tend to passivate the surface due to the sulfur barrier layer. Overcoming it is more often achieved by firing, less often by hydrometallurgical methods. Sample preparation of ore minerals for chemical analysis is traditionally carried out by leaching in "aqua regia". In this work, for comparison, an alternative method of electrooxidation-leaching them in a solution of 10% NaCl is proposed. We used the initial Mo-concentrate (MOC), the molybdenum cake of the sludge field and the Mo-cinder of the plant in the form of batches of averaged samples. The method of generating sodium hypochlorite in the electrolysis cells of the potentiostat PI-50-1, with graphite electrodes, was used. Sample analysis was performed on a Perkin-Elmer 3030B and Agilent 7500 ICP MS spectrometers. Determined that . The "hypochlorite" method of sample preparation, in comparison with GOST 2082.3 and GOST 2082.16, has the advantage of a minimum of consumables, the possibility of analysis in one sample of Mo, Re, Au.

Keywords: *Molybdenite concentrate, molybdenum cake, electrooxidation, passivation, sodium hypochlorite, sample preparation.*

References

1. S. Rasulova, V. Guro, M. Ibragimova, E. Safarov. Oxidation and passivation of sulfide ores in gold and molybdenum hydrometallurgy / Conference proceedings: Metal-2018, 27th International Conference on Metallurgy and Materials. May 23rd-25th 2018. Brno, Czech Republic, EU. pp. 1442-1447.

2. Rasulova S.N., Guro V.P., Ibragimova M.A., Safarov E.T. Oxidation and passivation of the surface of sulfide ores // Uzb chem., 2018. - No. 1, pp. 15-21.

3. Guanghui Li, Zhixiong You, Hu Sun, Rong Sun, Zhiwei Peng, Yuanbo Zhang and Tao Jiang Separation of Rhenium from Lead-Rich Molybdenite Concentrate via Hydrochloric Acid Leaching Followed by Oxidative Roasting. Metals 2016, 6, 282; doi: 10.3390 / met6110282. Published: 16 November 2016

4. Eskandar Keshavarz Alamdari. Selective Leaching-Recovery of Re and Mo from Out-Gas Dust of Molybdenite Roasting Furnace. The Indian Institute of Metals - IIM 2016. DOI 10.1007 / s12666-016-1021-6

5. Li G., Sun R., Peng Z., Zhou L., Zhang Y. (2016) Volatilization of Rhenium from Molybdenite Concentrate by Oxidative Roasting. In: Hwang JY. et al. (eds) 7th International Symposium on High-Temperature Metallurgical Processing. Springer, Cham. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-48093-0_12

6. K. M. Smirnov, N. A. Raspopov, Ya. M. Shneerson, A. Yu. Lapin, G. A. Bitkov, Yu. A. Men'shikov, P. N. Paskhin, and V. P. Kirichenko: Autoclave Leaching of Molybdenite Concentrates with Catalytic Additives of Nitric Acid: Russian Metallurgy (Metally), 2010, No. 4, pp. 11-19. DOI: 10.1134 / S0036029510070025.

7. Kaixi Jiang, Yufang Wang, Xiaoping Zou, Lei Zhang, Sanping Liu. Extraction of Molybdenum from Molybdenite Concentrates with Hydrometallurgical Processing. 2012 TMS. DOI: 10.1007 / s11837-012-0457-3

8. Baisui Han, Batnasan Altansukh, Kazutoshi Haga etc. Leaching and Kinetic Study on Pressure Oxidation of Chalcopyrite in H2SO4 Solution and the Effect of Pyrite on Chalcopyrite Leaching: Published online: 23 June 2017 The Minerals, Metals & Materials Society 2017. DOI 10.1007 / s40831-017-0135-3

9. Elena Brandaleze Vanesa Baza ´n Ivana Orozco Marcelo Valentini Giuliana Gomez: Application of thermal analysis to the rhenium recovery process from copper and molybdenum sulphides minerals. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2018) 133: 435–441. https://doi.org/10.1007/s10973-018-7104-3(0123456789().,-volV)(0123456789().,-volV).

10. Darjaa, T., Okabe, T. H., Waseda, Y., & Umetsu, Y. (1999). Electro-oxidation of Molybdenum Concentrate in Sodium Chloride Solution. Shigen-to-Sozai, (1999), V. 115 (10), Pp. 755-761. doi: 10.2473 / shigentosozai.115.755

11. Darjaa, T., Okabe, T. H., Waseda, Y., Umetsu, Y. (2000). Electro-Oxidation of Molybdenum Concentrate Using Bipolar Cell, and Recovery of Rhenium // Shigen-to-Sozai, (2000), V. 116 (6), Pp. 520-526. doi: 10.2473 / shigentosozai.116.520

12. Darjaa, T., Okabe, T. H., Waseda, Y., Umetsu, Y. (2000). Recovery of Mo-lybdenum from Sulfide Concentrate by Electro-Oxidation and Precipitation. Shigen-to-Sozai, (2000), V. 116 (3), Pp. 203–210. doi: 10.2473 / shigentosozai.116.203.

13. CAO Zhan-fang, ZHONG Hong, JIANG Tao, LIU Guang-yi, WANG Shuai, XIA Liu-yin. Separation of rhenium from electric-oxidation leaching solution of molybdenite: J. Cent. South Univ. (2013) 20: 2103−2108 DOI: 10.1007 / s11771-013-1713-6.

14.TSh 64-23283880-07: 2013. Cinder of an industrial product of molybdenum. - Tashkent: Uzstandard, 2013.

15. Guro V.P., Safarov Y.T., Ibragimova M.A. and others. A method of pelletizing sulfide molybdenite concentrates. The decision of 01/23/2020 on the grant of a patent for an invention on the application reg. No. IAP 20170198 dated 05/26/2017. Applicant - IONH AN RUz.

УДК 669.432

ОБЗОР И ИССЛЕДОВАНИЕ ПО РАСТВОРИМОСТИ МЕДИ В ШЛАКАХ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА




Исроилов А.Т.,
первый заместитель
председателя правления
АО «Алмалыкский ГМК»

Хасанов У.А.,
старший мастер металлур-
гического цеха МПЗ
АО «Алмалыкский ГМК»

Бекбутаев А.Н.,
главный металлург
АО «Алмалыкский ГМК»

Муталибхонов С.С.,
старший мастер металлурги-
ческого цеха МПЗ
АО «Алмалыкский ГМК»

Maqolada shlakdagi mis va qimmatbaho tarkibiy qismlarning yo'qolishini kamaytirish uchun mis eritish zavodining shlaklarini kamaytirish natijalari tahlil qilingan. Eritma jarayonining samaradorligiga oqimlar tarkibi va miqdori ta'siri o'rganildi. Bundan tashqari, mis va rangli metallarning mexanik va kimyoviy yo'qotilishi o'rtasidagi shlaklarda kislorod-mash'al eritish pechlarida, Vanyukov pechida va qaytaruvchi o'choqlarda turli eritish jarayonlari uchun nisbat tahlili qilinadi.

***Tayanch iboralar**: oqi, koagulyatsiyasi, shteyn, shlak, heterojenlash, sulfid, oksid birikmalar, misli oq Matt, parsiyal bosim, yalligg'aytaruvchi pechkasi, Vanyukov pechkasi, temir silikat shlaklari.*

В статье анализированы результаты по обеднению шлаков медеплавильного завода для уменьшения потери меди и ценных компонентов в шлаках. Изучены влияние состава и количества флюсов на эффективность процесса плавления. А также, анализированы соотношение между механическими и химическими потерями меди и цветных металлов в шлаках для различных процессов плавки на штейн в печах кислородно-факельной плавки, печи Ванюкова и отражательной печи.

***Ключевые слова:** флюс, коагуляция, штейн, шлак, гетерогенизация, сульфиды, оксидные соединения, белый матт, парциальное давление, отражательная печь, печь Ванюкова, железосиликатные шлаки.*

Медные силикатные шлаки – это сплав оксидов (в основном силикатов железа), в котором растворено некоторое количество сульфидов и присутствует сульфидно-металлическая взвесь. Ферритные шлаки при отсутствии их гетерогенизации с ростом содержания Fe^{3+} и низкой растворимостью Cu_2O используются при непрерывном конвертировании. Растворимость сульфидов в шлаке повышается с ростом температуры и количества Fe^{3+}. Содержание меди в шлаке в виде мелкодисперсной взвеси при неполном разделении фаз снижается с ростом температуры, понижением вязкости и увеличением сил межфазного натяжения на границе штейн-шлак. Свойства шлаков классифицируются как физические, физико-химические, и связанные с явлением переноса. Обзор свойств жидких шлаков приведён автором настоящей работы в [1], однако здесь классификация улучшена.

Основными физическими свойствами расплавов являются: температура начала и окончания плавления (кристаллизации), плотность, теплоёмкость и теплосодержание.

Общая величина потерь меди со шлаком определяется выходом шлака и содержанием в нем меди. Для снижения выхода шлаков необходимо оптимизировать весь процесс с минимально возможным выходом шлака, а для уменьшения потерь меди со шлаками необходимо вести процесс с получением шлаков минимального состава. В обоих случаях для снижения потерь меди со шлаками необходимо использовать высококачественные флюсы. С учетом противоречивости обоих требований и необходимости переработки на ряде предприятий (в т.ч. на Алмалыкском ГМК) золотосодержащих флюсов с пониженным содержанием диоксида кремния, подбор оптимального состава шлака и шихты является сложной задачей. Решение задачи определяется экономической целесообразностью, и если дополнительное получение золота не только компенсирует дополнительные потери меди, но и перекрывает их по стоимости, то технологический процесс сознательно ведут с увеличением потерь меди со шлаками.

Влияние качества флюсов на показатели соответствующей стадии (передела) по извлечению в литературе, как правило, не анализируется. Основное количество сведений по показателям различных технологий даётся без оценки влияния этого фактора.

Поэтому при сопоставлении технологии нужно обращать самое серьезное внимание на качество используемых флюсов, а также на содержание меди, железа и серы в исходном сырье. Практически это сводится к тому, что содержание меди в шлаке не является равноценным параметром. В случае использования золотосодержащих низкокачественных флюсов, что отчасти связано с оксидами калия, натрия, алюминия и других металлов, фактическая кислотность шлака ниже. Известно, что Алмалыкский ГМК использует кварцевые флюсы с содержанием 60-70% диоксида кремния, а Медногорский ММК использует флюсы с содержанием более 92% диоксида кремния. Поэтому сопоставление данных по содержанию меди в шлаках при равной кислотности будет некорректным.

В соответствии с общепринятой точкой зрения, медь в шлаках может содержаться как в виде мелкодисперсной сульфидной или металлической взвеси, так и в виде растворенных компонентов. Соотношения между механическими и химическими потерями для различных процессов различны. Сопоставительные данные приведены в табл.1.

Здесь также следует иметь ввиду то, что приведенные данные не являются полностью достоверными, поскольку существующие методики определения соотношений между механическими и химическими потерями не дают гарантии абсолютной правильности результата.

Это связано с тем, что исследованию подвергаются охлажденные шлаки, а поскольку при охлаждении происходят различные физико-химические процессы, результат, полученный по косвенным данным, вполне может оказаться недостоверным.

Изучение жидких шлаков сопряжено с ещё большими методическими трудностями. Первая из них связана с практически невозможным сохранением исходных значений составляющих серо-кислородного потенциала при проведении каких-либо измерений, т.е. без искажения результата. Вторая трудность обусловлена агрессивностью шлаковых расплавов и их взаимодействием с тиглями и элементами измерительных устройств. Третья вызвана невозможностью доставки промышленных шлаков в лабораторию как в жидком виде, так и без существенных изменений при охлаждении и повторном

Таблица 1

Соотношение между механическими и химическими потерями цветных металлов в шлаках для различных процессов плавки на штейн

№	Наименование технологического процесса	По данным [2,3]			По данным Хасанова А.С. [1]		
		Содержание меди в шлаке, %	Форма потерь, %		Содержание меди в шлаке, %	Форма потерь, %	
			механические	химические		механические	химические
1	Отражательная плавка	0,3-0,6 Cu	40-80	20-70	0,73	67	28
2	Отражательная плавка медных концентратов с вводом жидкого конвертерного шлака	0,44-078	60-82	40-18	0,81	79	18
3	Конвертирование медных штейнов	1,5-3,5 Cu	20-40	60-80	2,7	42,5	56,3
4	Кислородно-факельная плавка (КФП)	0,7-1,1 Cu	15-25	75-85	0,93	21,3	73,6
5	Плавка Ванюкова	0,4-0,6 Cu	5-10	90-95	0,55	4,6	85,9

расплавлении. Очень большой объем работ по определению соотношений между механическими и химическими потерями меди в шлаках был выполнен А.В. Ванюковым, В.П. Бысторым и С.М. Кожахматовым.

Основной упор делался на разработку методик, либо исключающих образование мелкодисперсных частиц, либо обеспечивающих их полную коагуляцию.

Однако неполнота знаний физико-химических процессов, происходящих в металлургических расплавах, не позволяет считать и эти данные абсолютно надежными. Так, в качестве одного из способов определения растворимости меди в шлаке было предложено использовать для коагуляции мелкодисперсных взвесей газовую флотацию. Эксперименты, проведенные с эвакуацией штейн - шлаковой пены, стабильно давали явно заниженный результат при внешней правильности методики.

Для оценки перспектив снижения потерь меди со шлаками необходимо проанализировать возможности уменьшения как механических, так и химических (растворенных) составляющих.

Химические потери меди (растворенная медь) связаны с переходом меди из сульфидной фазы (штейн) или металла в оксидную шлаковую фазу до достижения равновесной конфигурации.

Медь в шлаке может присутствовать в CuO (атомарном), Cu_2S (сульфидном), Cu_2O (оксидном) виде.

С точки зрения ионной теории можно говорить о трех механизмах перехода и двух видах нахождения (CuO , Cu^{2+}).

Наличие медьсодержащих компонентов в шлаке определяется связывающей их химической реакцией металлотермического типа

$2Cu_2O + Cu_2S = 6Cu + SO_2$

$2Cu_2S = 4Cu + S_2$ $\qquad K_p = \frac{a_{1.4}}{a_{2.4}^2} P_{S2}$

$2Cu_2O = 4Cu + O_2$ $\qquad K_p = \frac{a_{1.4}}{a_{3.4}^{1.4}} P_{O2}$

С учётом того, что можно сделать вывод, что увеличение PS приводит к увеличению доли меди в сульфидном, а увеличение Po - в оксидном виде.

Учитывая, что в свободном виде оксиды и сульфиды взаимодействуют с образованием меди и равновесие реакции сдвинуто влево, можно установить качественный характер соотношения между формами нахождения меди в шлаке в растворенном виде. Существует большое количество работ по определению растворимости меди в шлаках в зависимости от различных факторов. Использование в качестве независимой переменной содержания меди в штейне или в сульфидной взвеси эквивалентно использованию PO_2, и в целом представленные результаты соответствуют общетеоретическим закономерностям.

Особенно велики потери меди в шлаках в процессах прямого получения черновой меди. В этом случае превалирующей является металлическая (или атомарная) и оксидная формы нахождения меди в шлаке. Для железосиликатных рядовых шлаков такая технология вообще трудновыполнима. Поэтому в технологических процессах для прямого получения меди используют либо шлаки с пониженным содержанием оксидов железа, либо феррит-кальциевые шлаки.

В первом случае содержание железа невелико и низкая активность оксидов железа не позволяет произойти гетерогенизации шлаков по магнетизму.

Во втором случае образование магнетита в системе FeO - Fe_2O - CaO не играет роли, т.к. не приводит к гетерогенизации. Кроме того, содержание меди в шлаке феррит-кальциевого типа в контакте с медью при высоких значениях PO_2 ниже за счет перевода оксида меди в металлургии по реакции

$Cu_2O + 3FeO = Fe_3O_4 + 2Cu$

поскольку растворимость металла в шлаке ниже, чем у оксида.

Второй составляющей потерь меди со шлаками являются механические потери. Количество взвешенных частиц в шлаке колеблется от 2 до 200 *мкм*. Причины образования мелкодисперсной взвеси (дисперсоида расслаивания) детально изучены А.В. Ванюковым и В.Я. Зайцевым. [3].

Основными причинами являются:

наличие мелкой вкрапленности сульфидов в шихте и флюсах;

разбрызгивание штейна или металла при ударе;

флотационные процессы в расплавах;

смачивание и растирание жидких сульфидов по твердой шихте в процессе плавления;

- сульфидирование или восстановление компонентов штейна, приводящее к образованию мелкодисперсной взвеси.

Слияние всех мелкодисперсных частиц в одну каплю или присоединение к существующему объему штейна (металла) ведет к уменьшению энергии Гиббса системы:

$$\Delta G^{omc} = \Delta H^{omc} — T\Delta S^{omc}$$

Эти составляющие характеризуют горизонтальную и вертикальную устойчивость к дисперсному расслаиванию, при условии, что оно отнесено к одному его мольному объему.

Система (фазовая ассоциация) может быть термодинамически неустойчива. Но приведение её к устойчивому термодинамическому состоянию может оказаться невозможным за приемлемое время из-за кинетической устойчивости, т.е. из-за недостаточной скорости процесса.

Содержание меди в шлаке в форме частиц или в растворенном виде зависит от фактического состояния фазовой ассоциации, которая может быть далека от равновесного. Это означает, в переводе на металлургическую терминологию, что содержание меди в шлаке в растворенном виде или в виде механической взвеси зависит от способа получения штейна и шлакообразования.

Рассмотрим данные, приведенные в табл. 1. Наибольшей долей механических потерь характеризуются в шлаке отражательной плавки. Это связано с тем, что все эти процессы характеризуются наличием твердофазного окисления, при котором неизбежно образование в значимых количествах оксидов меди. При расплавлении материала оксиды меди переходят в шлак, где восстанавливаются и сульфидируются, но с образованием мелкодисперсной взвеси.

Отражательная плавка с выводом конверторного шлака связана с получением вязкого шлака, в котором коагуляция и отстаивание практически не происходят.

Для отражательной плавки сырой шихты образование мелкодисперсной взвеси связано с взаимодействием между шлаком от плавки шихты и конверторным шлаком, при котором происходит общее снижение растворимости меди, и как следствие, образование мелкодисперсной взвеси.

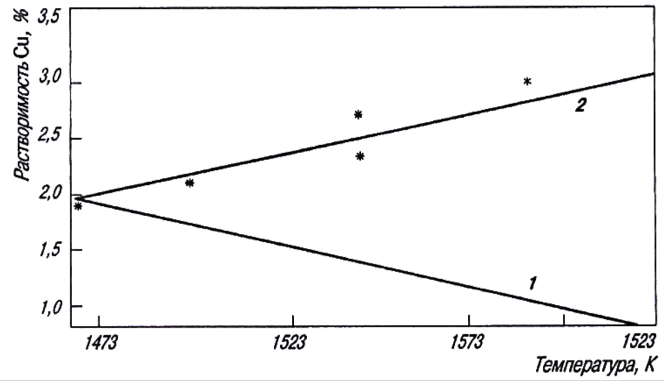


Рис. 1. Растворимость меди в шлаках при постоянных P_{o2} (1) и CO/CO_2

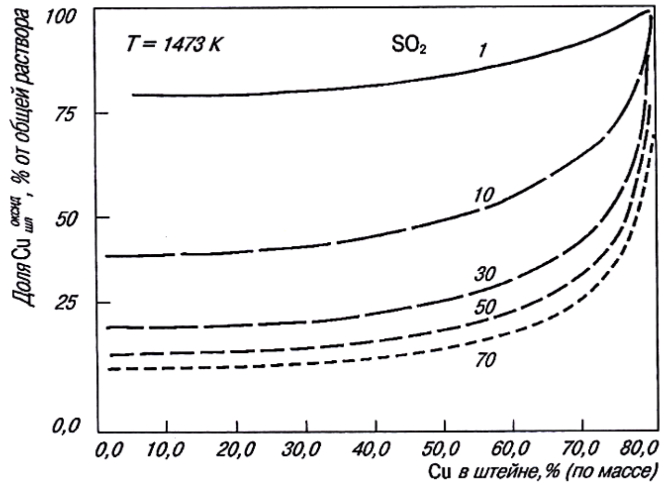


Рис. 2. Влияние состава штейна на оксидную растворимость меди в шлаках

В конверторном процессе образование мелкодисперсной взвеси связано с подачей дутья в штейн и образованием первичного оксисульфидного расплава или вюститного шлака. При реагировании оксидов железа с кремнеземом также снижается растворимость меди, что и приводит к объемному образованию мелкодисперсной взвеси. Для кислородно-факельной плавки процесс штейно-шлакообразования локализован в узком пространстве на поверхности шлака. Высокая копнен грация взвеси и промывка сульфидами создают условия для коагуляции, позволяющие избежать титрования значительных долей механических потерь. Поверхностный слой можно рассматривать как реакционную зону. Дополнительное снижение содержания штейновой взвеси обеспечивается за счёт промывки сульфидами шлака, что нехарактерно для отражательной плавки, где сульфиды попадают в шлаковую ванну в виде струй и крупных включений.

Наиболее оптимальные условия для снижения доли мелкодисперсной штейн в шлаке созданы в процессе Ванюкова в АГМК. В специально ограниченной над фурменной зоне осуществляется принудительное укрепление частиц. Дополнительного образования мелкодисперсной взвеси при охлаждении расплава, по-видимому, не происходит из-за медленной скорости охлаждения шлаков и наличия собственной мелкодисперсной взвеси.

В работе В. Тавера исследовано распределение меди между медным штейном (25-79% меди) и железосиликатным шлаком, насыщенным кремнеземом при температурах 1150-1300 °С. Газовая фаза представляла собой смесь и сернистого ангидрида, при изменении парциального давления SO_2 в газовой смеси от 0,1 до 1 *атм*. Автор отмечает значительный рост растворимости меди в шлаке при увеличении содержания меди в штейне выше 65%. Повышение парциального давления SO_2 в газовой фазе также приводит к увеличению растворимости меди в шлаке.

Многими исследователями установлено, что при повышении окислительного потенциала системы растворимость меди в присутствии серы возрастает, незначительно отклоняясь от значений, характерных для четырехкомпонентной системы Cu-Fe-Si-O. Максимальная растворимость меди в гомогенном шлаке из расплава медь - белый матт не должна превышать 2,5-3,0% в зависимости от парциального давления кислорода газовой фазы. В случае значений PO_2 = (10-10—10-11 *атм*.) концентрация растворенной меди в рассматриваемой системе находится в пределах 0,2-0,4%. Переход к более низким значениям окислительного потенциала (в присутствии металлического железа) снижает растворимость до 0,07-0,15%. Гетерогенизация шлака по магнетиту повышает растворимость меди до 3%.

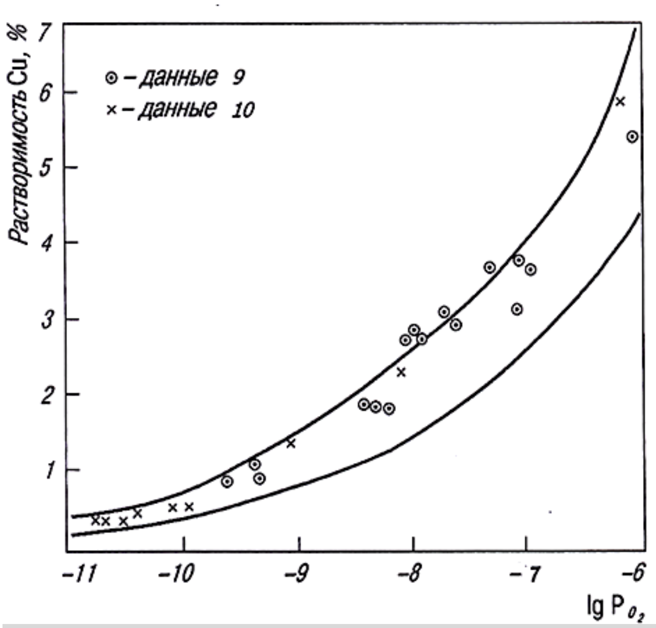


Рис. 3. Влияние парциального давления кислорода на растворимость меди в шлаках

Авторы данного исследования отмечают, что при увеличении концентрации меди в штейне до 55-65% идет монотонное нарастание величины растворимости до 0,5-0,7%. При переходе к более богатым штейнам, а особенно к белому матту, наблюдается скачкообразное увеличение растворимости меди в шлаке.

Большинство исследователей при построении зависимости оксидной растворимости металлов в шлаковой фазе от температуры стабилизируют парциальное давление кислорода в газовой фазе, игнорируя естественный рост парциального давления кислорода при повышении температуры [4]. При этом получается, что растворимость меди понижается с повышением температуры (рис. 1). В случае же фиксирования отношения парциальных давлений CO_2/CO (что учитывает повышение P_{O_2}) наблюдается противоположная картина. Для построения зависимости влияния парциального давления кислорода на оксидную растворимость меди в шлаке были зафиксированы температура и состав шлака. Вид полученной кривой приведен на рис. 2 вместе с экспериментальными данными работ [5].

При изучении сульфидной растворимости меди в железосиликатных шлаках применен метод определения активностей компонентов Cu_2S, FeS, FeO при заданном составе штейна с использованием диаграммы изоактивностей компонентов штейна. По найденным активностям меди и парциальному давлению кислорода в газовой фазе PO_2 рассчитывается величина оксидных потерь меди в системе штейн-шлак-газ с использованием схемы расчета для системы медь-шлак-газ.

В качестве независимых переменных при определении величины сульфидных потерь меди со шлаком выбраны: температура, содержание SO_2 в газах.

При построении зависимостей влияния состава штейна на оксидную и сульфидную составляющие потерь меди со шлаком были заданы, характерные для процесса Ванюкова, состав шлака (65% FeO, 25% SiO_2, 5% CaO, 5% Al_2O_3), температура 1250 °С и парциальное давление SO_2 от 1 104 *Па*. Графические зависимости оксидной и сульфидной растворимостей приведены на рисунках 2 и 3 соответственно. Величина оксидной растворимости меди в шлаке (рис. 2) зависит от равновесного давления SO_2, незначительно, почти линейно возрастает с повышением содержания меди в штейне до 65-70% и затем резко увеличивается при контакте с белым маттом, достигая величины 3% для принятых условий. Зависимость сульфидной растворимости меди в шлаке от ее содержания в штейне (рис. 4) имеет вид кривой с максимумом, приходящимся на 60-65% меди в штейне. С увеличением давления SO_2 в газовой фазе сульфидные потери резко возрастают [6].

Таким образом, общая растворимость меди в шлаке складывается из оксидной и сульф идной составляющих, вид кривой которой зависит от состава штейна и величины PsO_2, а так же от состава шлака и температуры.

Крупность мелкодисперсной сульфидной взвеси составляет от 2-3 до 200 *мм*. Вопросы оседания, коагуляции, изотермической перегонки и устойчивости дисперсионного расслаивания детально изложены в [3] и здесь не рассматриваются.

Библиографический список:

1. Хасанов А.С. «Шлаки и отходы металлургического производства», Издательство «Мухаррир» Ташкент, 2018 г. 270 с.
2. Шмонин Ю.Б. «Пирометаллургическое обеднение шлаков цветной металлургии». М. «Металлургия», 1981г. 130 с.
3. Ванюков А.В., Зайцев В.Л. «Шлаки и штейны цветной металлургии». М. «Металлургия», 1967 г. 405 с.
4. Toguri M., Santander N.M. Distribution of copper between Cu-Au alloys and silicasaturated fayalite slag. met. trans. - 1972. vol. 3. pp. 585-588.
5. Bailey J.B.W. Garner F.A. the effect of slag. minerals. Sci. Enr., 1974, Vol. 6. pp.106-107.
6. Федоров А.Н. и др. Отчет НИР по договору №1431059 от 30.10.2017 г. МИСиС, Комьютерной программы расчета технологических режимов плавки медного сырья АО «Алмалыкский ГМК» в печи Ванюкова. Москва, 2019г.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 60-63

REVIEW AND RESEARCH ON THE SOLUBILITY OF COPPER IN SLAGS OF COPPER-SMELTING PRODUCTION

Isroilov A.T., First *Deputy Chairman of the Board*
Hasanov U.A., *Senior master of the metallurgical plant of the Copper-smelting plant*
Bekbutayev A.N., *chief metallurgist,*
Mutalibkhonov S.S.*, Senior master of the metallurgical plant of the Copper-smelting plant*

JSC "Almalyk Mining and Metallurgical Combine", Almalyk, Uzbekistan

Abstract:
The article analyzes the results of the depletion of slag from a smelter to reduce the loss of copper and valuable components in the slag. The effect of the composition and amount of fluxes on the efficiency of the melting process was studied. And also, the relationship between the mechanical and chemical losses of copper and non-ferrous metals in slags for various processes of matte smelting in oxygen-torch smelting furnaces, Vanyukov furnace and reflective furnace is analyzed.

Keywords: *flux, coagulation, matte, slag, heterogenization, sulfides, oxide compounds, white matte, partial pressure, reflective furnace, Vanyukov furnace, iron-silicate slags.*

References

1. Khasanov A.S. Slags and wastes of metallurgical production. Tashkent, 2018. 270 p.
2. Shmonin Yu.B. Pyrometallurgical impoverishment of non-ferrous metallurgy slags. M. "Metallurgy", 1981. 130 p.
3. Vanyukov A.V., Zaitsev V.L. Slags and mattes of non-ferrous metallurgy. M. "Metallurgy", 1967. 405 p.
4. Toguri M., Santander N.M. Distribution of copper between Cu-Au alloys and silicasaturated fayalite slag. vol. 3., 1972. pp. 585-588.
5. Bailey J.B.W. Garner F.A. the effect of slag. minerals. Sci. Eng., 1974, Vol. 6. pp. 106-107.
6. Fedorov A.N. Research report under agreement No. 1431059 of 10.30.2017 MISiS, Computer program for calculating technological modes of smelting of copper raw materials of Almalyksky MMC JSC in the Vanyukov furnace. Moscow, 2019.

УДК 669-1

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВЫСОКОМАРГАНЦОВИСТОЙ СТАЛИ 110Г13Л, ОТЛИВАЕМОЙ В ПО «НМЗ»

Абдуллаев К.С.,
главный инженер
ПО «НМЗ», НГМК

Ахмедов Х.И.,
зав. кафедрой «Технология машиностроения», НГГИ
к.т.н., доцент

Бободустов З.М.,
начальник ЛП ПО «НМЗ»,
НГМК

Улугов Г.Д.,
инженер металловед
ПО «НМЗ», НГМК

Ushbu maqolada 110G13L markali ishqalanishga bardoshli po'latning yaratilish tarixi, uning bugungi kunda Navoiy mashinsozlik zavodi IChBda ishlab chiqarilishiga oid ma'lumotlar keltirilgan. Ushbu po'lat tarkibi, xossalari va mikrostrukturasi hakidagi tadqiqotlar tahlili bayon etilgan. Termik ishlov berish me'yorlari atroflicha yoritilgan.

***Tayanch iboralar:** ishqalanishga bardoshli po'lat, birlamchi kristallanish, holat strukturasi, termik ishlov berish me'yorlari, austenit, karbidlar, texnologik xossalar.*

В статье описывается история создания стали 110Г13Л о ее выплавке в условиях программного обеспечения ПО «Навоийский машиностроительный завод». Всесторонне проанализировано влияние термической обработки на структуру и эксплуатационные свойства стали 110Г13Л.

***Ключевые слова:** 110Г13Л., первичная кристаллизация, микроструктура, термическая обработка, аустенит, карбиды, эксплуатационные свойства.*

Более ста лет назад, в 1878 году английским металлургом Робертом Гадфильдом была запатентована аустенитная марганцовистая сталь (Г13), обладающая высокой способностью к упрочнению при холодной деформации и износостойкостью, названная позднее сталью Гадфильда [1].

Наибольший интерес марганец как легирующий элемент представляет в нестабильных аустенитных сталях, способных упрочняться под воздействием деформации. Первым обнаружил эти свойства Гадфильд. Его высокоуглеродистая марганцовистая сталь сразу же получила признание у металлургов и машиностроителей и до сих пор не имеет равноценных заменителей [2].

С развитием горнодобывающей промышленности в центральных Кызылкумах в середине шестидесятых годах на ПО «Навоийский машиностроительный завод» начали освоение литья из марганцовистой стали (110Г13Л) и она прочна себя зарекомендовала в мельницах МШР и ММС-70. На сегодняшний день, объем отливок из стали 110Г13Л на ПО НМЗ составляет более 15 тысяч тонн в год. Из нее изготовляют детали, работающие с повышенными ударными нагрузками футеровки шаровых мельниц, зубья ковшей экскаваторов и землечерпалок, траки гусеничных машин, сменные детали железнодорожных путей и другие детали, работающие на ударный износ [3, 4].

Специалистами литейного производства ПО НМЗ освоена технология отливки конуса и чаши дробилок весом более 7 тонн каждой. Образцы отливок отливаемых из стали 110Г13Л приведены на рис.1 и 2.

Сталь 110Г13Л по TS 07621395-038.2015 имеет следующий химический состав: 0,9-1,1% С; 11,5-14,5% Mn; 0,2-0,6% Si; S <0,05%; P <0,10%. При таком соотношении углерода и марганца в стали обеспечивается аустенитная структура, обладающая уникальным сочетанием повышенной износостойкости и склонности к упрочнению при деформации с высокой пластичностью и ударной вязкостью.

После литья структура состоит из аустенита и избыточных карбидов марганца и железа $(Fe, Mn)_3C$. (рис 3). При нагреве карбиды растворяются в аустените, поэтому после закалки от температуры 1100 °С в воде сталь получает чисто аустенитную структуру (рис 4) с относительно малой твердостью *НВ 200* [5].

Структура аустенита является идеальной для данной стали после закалки. Сущность закалки заключается в растворении карбидов, выравнивании состава и фиксации при быстром охлаждении аустенитной структуры. В литых деталях помимо аустенита наблюдается некоторое количество карбидов, расположенных, чаще всего по границам зерен. Медленно охлажденные отливки из стали 110Г13Л имеют кроме аустенита и карбидов $(Fe,Mn)_3C$ перлита и тройную фосфидную эвтектику (рис 5). В процессе первичной кристаллизации сталь приобретает крупнозернистое строение с явно выраженной столбчатой структурой (рис 6). Предварительный отпуск измельчает зерно [6, 7]. При отпуске карбиды, выделяясь, обедняют аустенит углеродом и марганцем и способствуют превращению аустенита в мартенсит и троостит.

Рис.1. Продукция ЛП ПО НМЗ

Рис 2. Чаша дробилки весом 7,2 тонн, отлитая из стали 110Г13Л

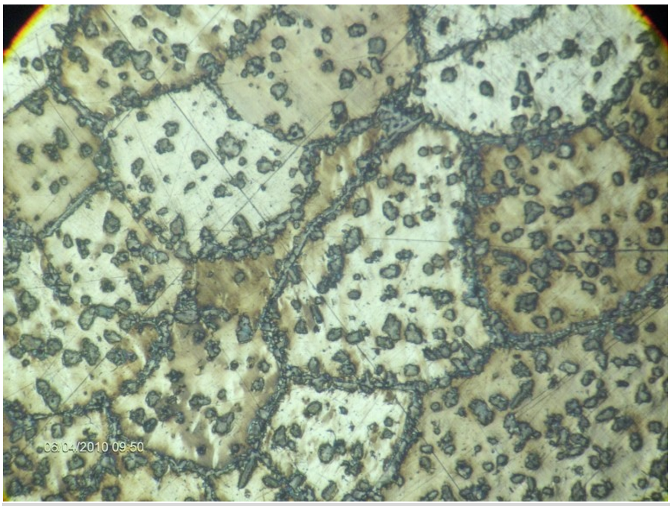


Рис.3. Микрофотография стали 110Г13Л. Литое состояние. (х 100). Аустенит и избыточные карбиды марганца и железа (Fe, Mn)$_3$C

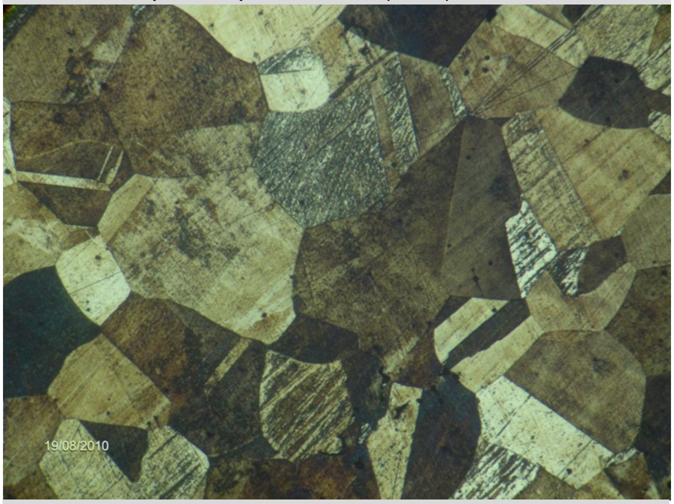


Рис.4. Микрофотография стали 110Г13Л после закалки, Т*зак* = 1100°*С* (х 100)

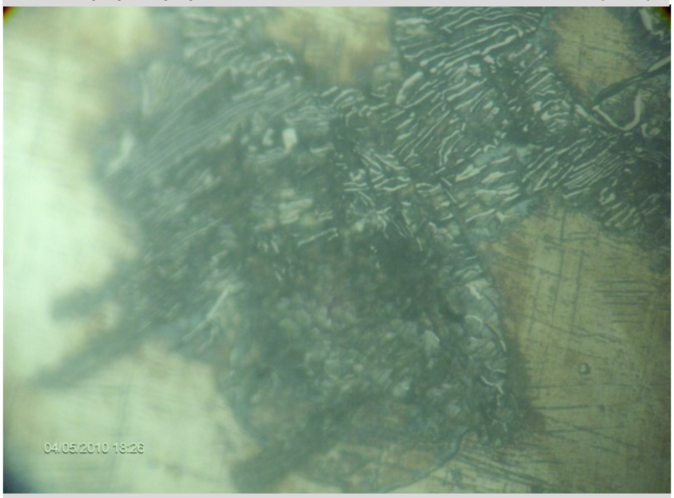


Рис 5. Перлит и тройная фосфидная эвтектика в стали Гадфильда (х 500)

В местах образования мартенсита и троостита при нагреве под закалку появляются мелкие зерна аустенита (рис 7).

Оптимальной температурой закалки, обеспечивающей максимальную износостойкость, является 1100°*С*. После термообработки сталь обладает следующими свойствами: σ_{02} = 250-400 *МПа*; σ_b= 800-1000 *МПа*; δ = 35-40%; ψ =40-50%; НВ170-230.

При температуре выше 1100°*С* в стали 110Г13Л наблюдается рост зерна, а по границам и внутри зерна появляются крупные карбиды (рис 8). Это приводит к значительному снижению механических свойств и износостойкости.

Рис.6. Крупнозернистое строение с явно выраженной столбчатой структурой (х 100)

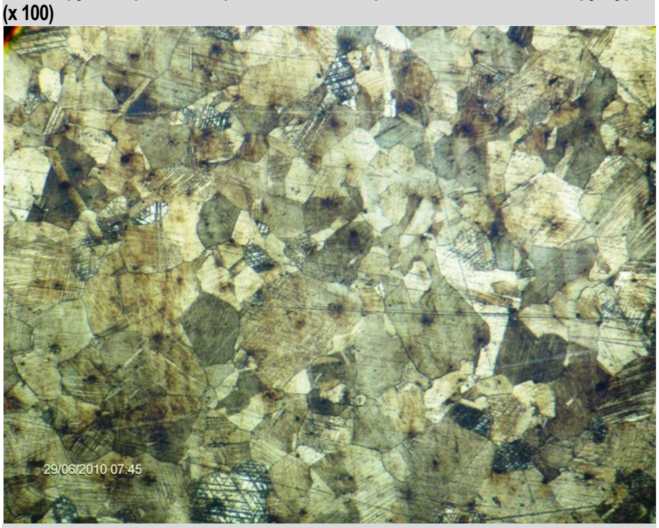


Рис.7. Мелкие зерна аустенита стали 110Г13Л после предварительного отпуска. Т*отп.* = 600°*С*. (х 100)

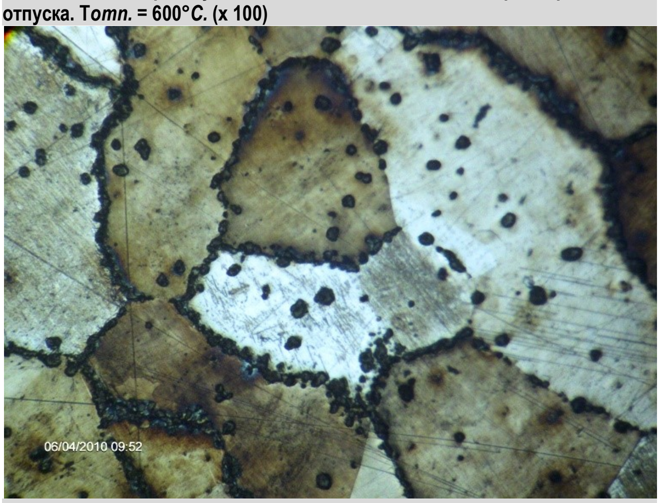


Рис 8. Рост зерна аустенита и появление карбидов в теле и по границам зерен аустенита стали 110Г13Л. (х 100)

Способность стали 110Г13Л к упрочнению в процессе пластической деформации ограничивает ее использование в качестве конструкционного материала из-за чрезвычайно трудной обработки резанием.

С момента разработки стали Гадфильдом было выполнено большое число исследований, направленных на установление зависимости ее свойств от содержания основных элементов. В настоящее время работы по улучшению свойств стали при использовании ее в конкретных условиях эксплуатации продолжаются [8, 9].

До настоящего времени нет единой точки зрения, объясняющей природу упрочнения стали 110Г13Л [10]. Анализ литературных данных показывает, что высокая стойкость и самоупрочнение обусловлены тремя основными факторами:

1. Образованием мартенсита деформации. Эту причину в первые годы изучения природы упрочнения считали основной. В исследованиях мартенсит образуется в очень малых количествах и поэтому его влияние не может быть решающим, тем более что образование фаз деформации не менее 30-50% и максимальный прирост твердости не соответствует максимальному количеству фазы.

2. Изменением тонкой кристаллической структуры. Фрагментация зерен, измельчение и дробление блоков мозаичной структуры приводят к возникновению микро-напряжений в микро- и субмикрообъемах. Наиболее интенсивное упрочнение сопровождается наиболее интенсивным дроблением блоков, что, в свою очередь, связано с выделением чрезвычайно мелких карбидов, концентрирующих скольжению. Этому способу упрочнения отводится решающая роль.

3. Интенсивным образованием дефектов упаковки аустенита при внешнем воздействии, вероятность образования которых достигает максимума вблизи состава стали Гадфильда.

В процессе деформации наблюдаются все три перечисленных выше фактора. Относительная роль каждого из этих факторов определяется температурными и скоростными параметрами деформации и величиной и схемой приложенного внешнего напряжения.

Библиографический список:

1. Редтеченски М.Р., Черепанов А.Н., Тухто О.М., и др. Плазмохимический синтез нанопорошков тугоплавких соединений и их применение для модификации конструкционных сталей и сплавов, Литейщик России, 2010, 3, С. 28-29
2. Feiler S.V., Cherepanov A.N., Protopopov E.V., Kalimullin R.F. The rationale for the selection of inoculants and the techniques of presenting the material during the treatment of steel in continuous casting process Izvestiya. Ferrous Metallurgy, 2012, 12. pp. 64-65.
3. Krushenko G.G., Iamskikh I.C., Bochenkov A.A., Mishin A.S. Improving the quality of iron castings with the help of nanopowders, Metallurgy of Machinery Construction, 2002, 2(9). pp. 20-21.
4. Pinkin V.F., Karengin A.G., Osinenko S.A. Modification of high-chromium cast iron COE ultrafine powder, Liteinoye proizvodstvo, 1994. pp. 3,7.
5. Khrychikov V.E., Kalinin V.T., Krivosheev V.A. at al. Ultrafine modifiers to improve the quality of castings, Liteinoye proizvodstvo, 2007. pp. 7, 2-5.
6. Jian-wei Lia, Mei-ling Chenb, Hong Gaob, Ying-hua Zhaoc Structures and Properties of Cast Irons Reinforced by Trace Addition of Modified SiC Nanopowders, Chinese journal of chemical physics, 2007. pp. 625-631.
7. Vlas M.I., Kalinin V.T., Khrychikov V.E. at al. Modification of wear-resistant cast iron ultra – and nanodispersed materials, System technologies, 2010, 1(66). pp. 150-162.
8. Protopopov E.V., Seleznev Yu.A., Cherepanov A.N. etc. Properties of Cast and Rolled Steel after Nanopowder Inoculation, External fields processing and treatment technology and preparation of nanostructure of metals and alloys, Book of the International seminar articles. Ed. by V. Gromov, 2014. pp. 190-195.
9. Krushenko G.G., Voevodina M.A. The effect of the type of modifier and filtering on the machinability of nodular cast iron, Tekhnologiia metallov, 2015, 1. pp. 26-30
10. Komushkov V.P., Foigt D.B., Cherepanov A.N., Amelin A.V. Modification of continuously cast steel nanopowders of refractory compounds, Stal', 2009, 4. pp. 65-68.
11. Vlasov V.I. Litaya margansovistaya stal. – M.: Metallurgiya, 1963. 345 p.
12. Filippov M.A. Razrabotka novix iznosostoykix i nemagnitnix staley na osnove issledovaniya fazovix prevpasheniy v margansovisom austenite. Dokt. Dissertasiya Ekateriburg: UPI.-1993

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 64-66

INVESTIGATION OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF HIGH-MANGANESE STEEL 110G13L CAST IN THE NMP

[1]**Abdullaev K.S.,** Chief engineer of the software "Navoi Engineering Plant", infonmz@ngmk.uz
[2]**Akhmedov Kh.I.,** Head of the Department "Engineering Technology", axmedov_xi@mail.ru
[1]**Bobodustov Z.M.,** Foundry Production Manager, "Navoi Engineering Plant", infonmz@ngmk.uz
[1]**Ulugov G.D.,** Software Engineer "Navoi Engineering Plant", dgolibjon@mail.ru

[1]Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Navoi, Uzbekistan
[2]Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan

Abstract:
The article describes the history of the creation of steel 110G13L about its smelting in the conditions of the MO Navoi Machinery Plant software. Comprehensively analyzed the influence of heat treatment on the structure and operational properties of steel 110G13L.

Keywords: 110G13L, primary crystallization, microstructure, heat treatment, austenite, carbides, exploitation properties.

References

1. Predtechenskii M.R., Cherepanov A.N., Tukhto O.M. at al. Plasmachemical synthesis of nanopowders of refractory compounds and their application for modification of structural steels and alloys, Liteishchik Rossii, 2010, 3. pp. 28-29
2. Feiler S.V., Cherepanov A.N., Protopopov E.V., Kalimullin R.F. The rationale for the selection of inoculants and the techniques of presenting the material during the treatment of steel in continuous casting process Izvestiya. Ferrous Metallurgy, 2012, 12. pp. 64-65.
3. Krushenko G.G., Iamskikh I.C., Bochenkov A.A., Mishin A.S. Improving the quality of iron castings with the help of nanopowders, Metallurgy of Machinery Construction, 2002, 2(9). pp. 20-21.
4. Pinkin V.F., Karengin A.G., Osinenko S.A. Modification of high-chromium cast iron COE ultrafine powder, Liteinoye proizvodstvo, 1994. pp. 3,7.
5. Khrychikov V.E., Kalinin V.T., Krivosheev V.A. at al. Ultrafine modifiers to improve the quality of castings, Liteinoye proizvodstvo, 2007. pp. 2-5.
6. Jian-wei Lia, Mei-ling Chenb, Hong Gaob, Ying-hua Zhaoc Structures and Properties of Cast Irons Reinforced by Trace Addition of Modified SiC Nanopowders, Chinese journal of chemical physics, 2007,pp. 20, 625-631.
7. Vlas M.I., Kalinin V.T., Khrychikov V.E. at al. Modification of wear-resistant cast iron ultra – and nanodispersed materials, System technologies, 2010, 1(66). pp. 150-162.
8.Protopopov E.V., Seleznev Yu.A., Cherepanov A.N. etc. Properties of Cast and Rolled Steel after Nanopowder Inoculation, External fields processing and treatment technology and preparation of nanostructure of metals and alloys, Book of the International seminar articles. Ed. by V. Gromov, 2014. pp. 190-195.
9.Krushenko G.G., Voevodina M.A. The effect of the type of modifier and filtering on the machinability of nodular cast iron, Tekhnologiia metallov, 2015, 1. pp. 26-30
10.Komushkov V.P., Foigt D.B., Cherepanov A.N., Amelin A.V. Modification of continuously cast steel nanopowders of refractory compounds, Stal', 2009, 4. pp. 65-68.
11.Vlasov V.I. Litaya margansovistaya stal. – M.: Metallurgiya, 1963. 345 p.
12..Filippov M.A. Razrabotka novix iznosostoykix i nemagnitnix staley na osnove issledovaniya fazovix prevpasheniy v margansovisom austenite. Dokt. Dissertasiya Ekateriburg: UPI.-1993.

УДК 622.143

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН С ОЧИСТКОЙ ЗАБОЯ ВОЗДУХОМ




Джураев Р.У.,
доцент кафедры «Горная электромеханика», НГГИ, к.т.н.

Меркулов М.В.,
профессор кафедры «Механизации, автоматизации и энергетики горных и геологоразведочных работ», Российского государственного геологоразведочного университета, д.т.н., Россия

Хатамова Д.Н.,
старший преподаватель кафедры «Горное дело», НГГИ

Сафарова М.Д.,
магистрант кафедры «Горная электромеханика», НГГИ

Burg'ilash tezligini oshirish skvajinalar qurilishi, foydali qazilma konlarini qidirish va razvedka qilish muddatlarini va harajatlarini kamaytiruvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Skvajinalarni burg'ilash tezligini yuqori unumdor texnik vositalar va texnologiyalarni qo'llash evaziga oshirish mumkin.

Skvajina zaboyini havo yordamida tozalab burg'ilash zamonaviy ilg'or texnologiyalardan biri hisoblanadi. Ushbu usul an'anaviy burg'ilash usulidan shunisi bilan farq qiladiki, bunda skvajina zaboyini tozalash uchun suyuqlik o'rniga siqilgan havo qo'llaniladi. Burg'ilash amaliyotida siqilgan havoning tozalovchi agent sifatida qo'llanilishi burg'ilashning mexanik tezliklari oshishi va geologik qiyinchiliklarni bartaraf etish vaqtini kamaytirishi evaziga burg'ilash ishlarining unumdorligi va iqtisodiy samaradorligi oshishi isbotlangan.

Biroq, havo suyuqlikka nisbatan past issiqlik o'tkazuvchanligiga ega, buning natijasida zaboyda harorat faktorining salbiy ta'siri vujudga kelib, jins parchalovchi asbobning matritsasi deformatsiyasi, olmoslar buzilishi, olmoslar qattiqligi pasayishi va uskuna qizib ketishi kabi qaytarib bo'lmas oqibatlarga olib keladi. Ushbu salbiy oqibatlarni samarali bartaraf etish uchun skvajina zaboyida harorat tartibini ta'minlovchi texnik vosita va texnologiyalarni ishlab chiqish zarurati paydo bo'ladi.

Ushbu maqolada burg'ilash samaradorligiga jins parchalovchi uskunaning harorat tartiblarining ta'siri tahlil qilingan va havoning haroratini skvajina zaboyida pasaytirish evaziga jins parchalovchi asbobning haroratini o'zgartirish va yaxshilash mumkinligi ko'rib chiqilgan.

Tayanch iboralar: *havo bilan tozalash, burg'ilash, Rank effekti, skvajina, uyurmali truba, compressor, jins parchalovchi uskuna, yuvish suyuqligi, zaboy, harorat.*

Повышение скорости бурения является одним из главных факторов, способствующих сократить сроки строительства скважин, поиска и разведки месторождения и снизить стоимость работ. Повышение скорости проходки возможно за счет внедрения новых высокопроизводительных технических средств и технологий.

К новым прогрессивным методам относится бурение с продувкой воздухом. Этот способ принципиально отличается от промывки жидкостью тем, что для очистки забоя от шлама применяется газообразный агент, в частности сжатый воздух. Практикой бурения доказано, что применение сжатого воздуха как очистного агента обеспечивает значительное повышение механических скоростей бурения и снижает затраты времени на ликвидацию геологических осложнений, благодаря чему резко возрастают производительность и экономичность буровых работ.

Однако воздух имеет низкую теплоёмкость по сравнению с жидкостными промывочными растворами, это сказывается на работе породоразрушающего инструмента через высокие контактные температуры с необратимыми последствиями, такими как деформация матриц, разрушение алмазов, зашлифование, снижение твердости алмазов и прижоги инструмента. Для предотвращения этих проблем, возникает необходимость разработки технических средств и технологии эффективного обеспечения температурного режима скважины.

В настоящей статье выполнен анализ влияния температурного режима породоразрушающего инструмента на эффективность бурения и рассмотрена возможность нормализации и регулирования температурного режима породоразрушающего инструмента за счет принудительного охлаждения очистного воздуха на забое скважины до отрицательных температур.

Ключевые слова: *продувка воздухом, бурение, эффект Ранка, скважина, вихревая труба, компрессор, буровой снаряд, промывочная жидкость, забой, температурный режим.*

В настоящее время, одним из прогрессивных и высокоэффективных способов бурения в определенных условиях является бурение скважин с продувкой воздухом и другими газообразными агентами. Сущность этого способа заключается в том, что для очистки забоя от разбуренной породы применяется газообразный агент, в частности сжатый воздух.

Практикой бурения доказано, что применение сжатого воздуха как очистного агента обеспечивает значительное повышение механических скоростей бурения и снижает затраты времени на ликвидацию геологических осложнений, благодаря чему резко возрастают производительность и экономичность буровых работ.

Бурение с продувкой является эффективным в самых неблагоприятных для жидкостной промывки условиях: при бурении в зонах значительных потерь циркуляции, при затруднениях с водоснабжением, высокогорной или труднопроходимой местности или в районах с суровым климатом.

Однако, воздух имеет низкую теплоёмкость по сравнению с жидкостными промывочными растворами, таким образом, возникает отрицательное действие температурного фактора, сказывающегося на работе породоразрушающего инструмента через высокие контактные температуры с необратимыми последствиями: деформация матриц, разрушение алмазов, зашлифование, снижение твердости алмазов, прижоги инструмента и т.п.

При бурении скважин в скальных породах разрушение породы сопровождается значительным выделением тепла, так как собственно на разрушение породы расходуется около 1% подводимой к забою механической энергии, вся же остальная часть энергии рассеивается в форме тепла [1].

Нагрев буровых алмазов до 650 *°C* вызывает заполирование их режущих граней, а нагрев до 800 *°C* и выше- – растрескивание и выпадение алмазных зерен из матрицы породоразрушающего инструмента, при температуре нагрева алмазов до 600 *°C* их микротвердость снижается на 30%, до 1000 *°C* – на 60% [2, 3]. Это приводит к преждевременному выходу алмазных коронок из строя, т.е, к снижению производительности и удорожанию буровых работ.

Высокие температуры бурового инструмента создают аварийные ситуации в виде прижога алмазных коронок, затраты времени на ликвидацию которых составляют 8÷10% [3, 4]. Очевидно, что повышение эффективности непосредственно связано с обеспечением оптимального температурного режима при бурении скважин.

Процесс бурения твердых пород сопровождается высокими контактными температурами, вызывающими снижение абразивных качеств и микротвердости буровых алмазов и тем самым способствующими развитию и механических деформаций.

В процессе бурения крепких пород температурные деформации занимают преобладающие положение, это значит, что при разрушении таких пород алмазными инструментами необходимо учитывать действие температурного фактора.

Особое значение приобретает решение вопроса температурного фактора при внедрении прогрессивных видов алмазного бурения: с высокими частотами вращения бурового снаряда, инструментами из синтетических алмазов и с применением сжатого воздуха в качестве очистных агентов. При внедрении этих видов алмазного бурения необходимо учитывать и предупреждать действие температурного фактора, особенно в случаях применения синтетических алмазов и высокооборотного бурения [1].

Нагрев и охлаждение работающего породоразрушающего инструмента определяются мощностью на разрушение породы и трением на забое, теплофизическими свойствами проходимой породы, материала из которого изготовлен инструмент, циркулирующей промывочной среды и ее расходом в единицу времени. По Л.А. Шрейнеру, физический КПД разрушения породы при механическом бурении не превышает 0,01%, т.е. из общих затрат энергии менее 0,01% переходит в поверхностную энергию, остальное рассеивается в форме тепла [2].

Тепло, генерируемое на контакте твердосплавного резца, алмаза, зубца шарошки с породой забоя, распространяется в тепло инструмента и в породу.

Омывающая призабойную зону промывочная среда при установившемся режиме воспринимает в единицу времени от породоразрушающего инструмента то же количество тепла, которое поступает в ту же единицу времени в тело инструмента.

При бурении с промывкой требуемый расход промывочной жидкости традиционно определяется лишь из условия очистки забоя и транспортирования шлама, поскольку он заведомо достаточен для надежного охлаждения коронки или долота даже при форсированных режимах. Прирост температуры любой промывочной жидкости Δt в результате охлаждения породоразрушающего инструмента составляет десятые доли градуса [1].

При алмазном бурении с промывкой водой перегрев инструмента не наступает даже при расходе 5-6 *л/мин*. Вода обладает особо высокими охлаждающими свойствами в силу значительного массового расхода, большой теплоемкости, малой вязкости и очень высокой удельной теплоты парообразования Ψ`=2,26*10^6 *Дж/кг*. По этой причине при бурении с использованием аэрированной жидкости, пены или тумана проблема охлаждения инструмента не возникает. Даже при весьма малых расходах воды в потоке воздуха можно обеспечить надежное испарительное охлаждение, при котором температура инструмента не будет превышать 100 *°C* [2].

Наиболее неблагоприятны условия охлаждения инструмента, в особенности алмазного, при бурении с продувкой воздухом. Это объясняется следующими причинами:

- малым массовым расходом, из-за очень малой плотности воздуха;
- у воздуха приблизительно в 4 раза меньше, чем у воды, удельная теплоемкость (при постоянном давлении);
- полное отсутствие у воздуха такого параметра, как удельная теплота парообразования.

Условия охлаждения долот при бурении с продувкой существенно хуже, чем при использовании газожидкостных систем. Поэтому, нормализация температурного режима породоразрушающего инструмента при бурении с продувкой возможна, во-первых, за счет, увеличения массового расхода при умеренных скоростях движения воздуха при расширении проходных каналов и кольцевых зазоров и, во-вторых, за счет принудительного охлаждения продувочного воздуха [5, 6].

Первое направление потребует увеличение массового расхода компрессора при увеличении его мощности, что малоэффективно. Второй способ является более приемлемым, при условии разработки эффективного охладителя.

В работе [5] приводятся исследования по использованию в качестве охладителя воздуха вихревой трубы. Результаты проведенных экспериментальных исследований позволили обосновать возможность получения отрицательных температур продувочного воздуха без необходимости увеличивать мощность компрессора. Это позволяет утверждать, что применение вихревых труб в бурении является достаточно энергоэффективным.

Вопросы прогнозирования и регулирования теплового режима бурящихся скважин детально рассмотрены в работе [2], где приведены аналитические формулы (1) и (3) для расчета температуры нагрева торца кольцевых коронок и установившейся температуры в цапфе шарошечного долота при бурении с очисткой забоя воздухом.

Расчетная формула для определения средней температуры торца работающей кольцевой коронки, имеет вид [2]:

$$t_\tau = \frac{2K_p N}{\pi\sqrt{\lambda_1(a_1 D_1 + a_2 D_2)}(D_2^2 - D_1^2)} + \frac{K_p N}{2Gc_p} + t_1, \qquad (1)$$

где λ_1–коэффициент теплопроводности материала коронки, *Вт/ч* (*м°C*); a_1 и a_2–коэффициенты теплоотдачи соответственно в зазорах между коронкой и керном, между коронкой и стенками скважины, *Вт/*(*м*^{2}*·°C*); D_1 и D_2 –внутренний и наружный диаметры короночного кольца, *м*; t_1–начальная температура промывочного агента (внутри колонковой трубы над коронкой), *°C*; N–мощность затрачиваемая коронкой на забое, (*Вт*), G–массовый расход очистного агента (*кг/с*), c_p–удельная массовая теплоёмкость воздуха, *Дж/(кг°C)*, K_p–безразмерный коэффициент распределения тепловых потоков, определяемый из выражения [2]:

$$K_p = \frac{1}{1 + \lambda_2 / \lambda_1 \sqrt{a_1 / a_2}}, \qquad (2)$$

где а – коэффициент температуропроводности, м^2/с (индексы 1, 2 относятся к материалу коронки и горной породе).

Формула (1) позволяет проследить влияние на температуру торца коронки таких факторов, как развиваемая на забое мощность, температура очистного агента на подходе к забою, конструктивные поперечные размеры коронки, свойства ее материала и проходимых пород, а также свойства, расход и режим движения промывочной среды через коэффициенты теплоотдачи a_1 и a_2, определяемые в зависимости от вида очистного агента [2].

Наличие многих источников тепла (зубья шарошек, шариковые и роликовые опоры, спинки лап), большое количество и сложность конфигурации элементов шарошечного долота затрудняют аналитическое исследование его температурных полей и требуют выбора некоторого определенного участка, температура которого в процессе бурения могла бы характеризовать температурный режим долота в целом.

В качестве такого участка принято поперечное сечение цапф в месте их сопряжения с лапами, через которое тепло от шарошек передается корпусу долота [2].

$$t_ц = \left[\left(\frac{h}{\lambda_1 f_ц} + \frac{1}{af_л}\right)\frac{k_1 k_2}{m} + \frac{1}{2G_г c_p} \right] N - \frac{\Psi \Delta W}{2c_p} + t_1, \qquad (3)$$

где *h*–средняя толщина лапы вдоль оси цапфы, *м*; $f_ц$, $f_л$–площади сечения основания цапфы и наружной поверхности лапы, *м²*; λ_1–коэффициент теплопроводности материала коронки, *Вт/ч (м°С)*; α–коэффициент температуропроводности, *м²/с*; c_p–удельная весовая теплоемкость очистного воздуха при постоянном давлении, *Дж/кг·°С*; $G_г$ – весовой расход воздуха, *кг/с*; k_1, k_2–безразмерные коэффициенты потерь мощности на трение в опорах и распределения тепловых потоков в подшипнике доли ед.; N–забойная мощность, *Вт*; *m*–число шарошек; Ψ–удельная теплота парообразования, *Дж/кг*; ΔW–влажность доли единицы. При бурении с продувкой воздухом (газом) по «сухим» породам, не содержащим влаги в жидком или твердом состоянии, а также при бурении с газожидкостными системами следует принимать $\Delta W=0$, при этом формула упрощается. При одиночных расчетах можно принимать $k_1=0{,}1$; $k_2=0{,}5$ [2].

С целью, определения влияния величины начальной температуры очистного воздуха на температурный режим породоразрушающего инструмента на основе формул (1) и (3) в графической программе Mathcad построена математическая модель расчета температурного режима породоразрушающего инструмента.

Результаты расчета температурного режима кольцевой буровой коронки и температурного режима шарошечного долота приведены на рис.1,2.

Результаты расчета по определению температуры на торце кольцевой буровой коронки показывают, что температура коронки изменяется в зависимости от величины начальных температур очистного воздуха. При увеличении температуры воздуха t_1 наблюдается повышение температуры торца коронки t_T.

Из графика приведенной в (рис.2) также наблюдается, что температура цапфы трехшарошечного долота изменяется в зависимости от величины начальных температур очистного воздуха. При начальной температуре воздуха $t_1= -20°C$, температура цапфы трехшарошечного долота $t_ц$ составляла 228°С, при температуре очистного воздуха $t_1=80°C$, температура долота $t_ц$ составляет 327°С. Из графика наблюдается что, при повышении температуры очистного воздуха на 5°С, температура на цапфе шарошечного долота увеличивается на 4÷5°С.

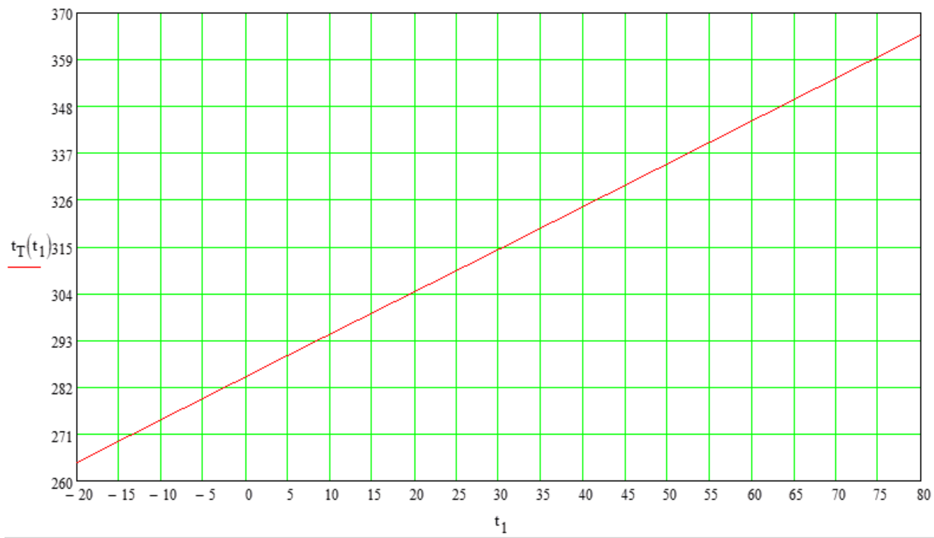


Рис. 1. Расчетная зависимость температуры на торце кольцевой коронки (t_T) от величины начальной температуры продувочного воздуха (t_1). D_1=64 *мм*, D_2=76 *мм*; N=2500 *Вт*; G=400 *кг/ч*; t_1 изменялся от –20 до 80 °С

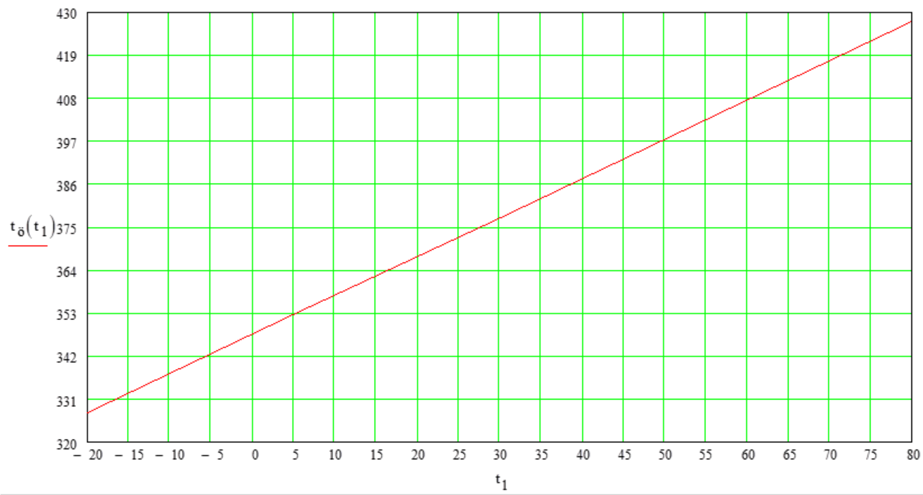


Рис.2. Расчетная зависимость температуры цапфы трехшарошечного долота ($t_ц$) от величины начальной температуры продувочного воздуха (t_1). N=2500 *Вт*; G=0,210 *кг/с*; m=3; t_1 изменялся от –20 до 80 °С

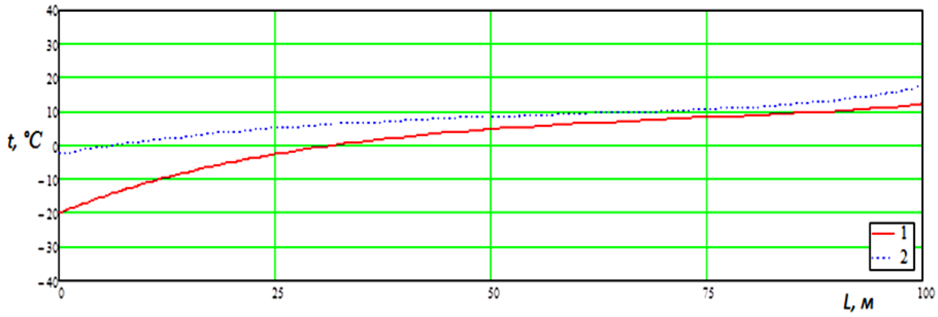


Рис.3. График распределения температуры t в бурильных трубах (1) и кольцевом канале (2) по глубине скважины

Анализ формул (1) и (3) показывает, что начальная температура, влажность и мощность оказывают существенное влияние на конечную температуру породоразрушающего инструмента на забое. Таким образом можно сделать вывод, что совершенствование температурного режима породоразрушающего инструмента возможно за счет обеспечения низких температур на забое.

Одним из эффективных средств поддержания температурного режима скважины при бурении с продувкой воздухом, является применение охлажденного до отрицательных температур воздуха в качестве очистного агента [5]. Применяемые холодильные установки для охлаждения воздуха достаточно дорогие и энергоемкие. Кроме того, охлаждение продувочного воздуха в холодильных машинах осуществимо лишь на поверхности, так как, воздух имеет низкую теплоемкость и при ее подаче по бурильным трубам, у которых теплопроводность высока, воздух на начальных глубинах 30÷40 *м* приобретает температуру близкой к температуре породы [5].

Это подтверждают результаты исследований, приведенные в работе [5, 6]. На основе рекомендаций [2, 4] была разработана аналитическая модель температурного режима скважины. Результаты моделирования приводятся на рис. 3. Моделирование выполнено для скважины с диаметром 76 *мм* с расходом воздуха 400 *кг/ч*; глубина скважины L=100 *м*; наружный диаметр бурильных труб D=0,063 *м*; внут-

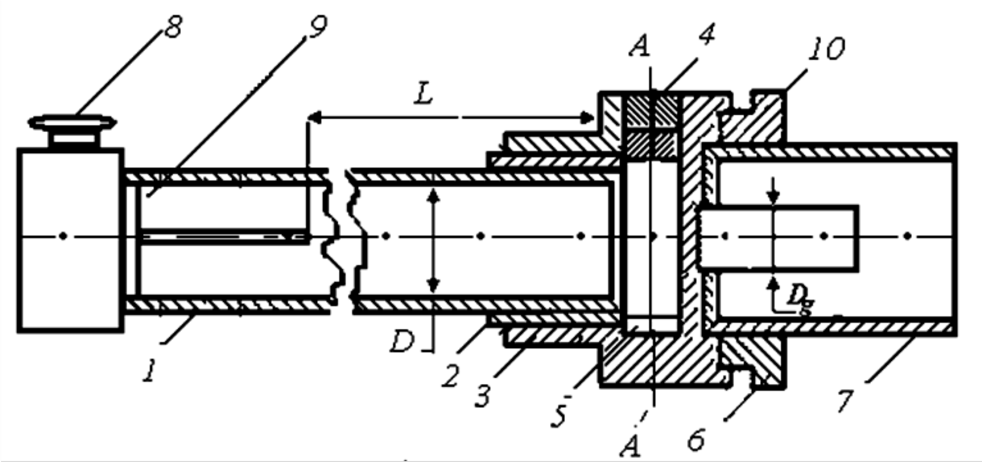


Рис.4. Конструкция вихревой трубы. *1 - трубка, 2 - гайка, 3 - корпус, 4 - улитка, 5 - диафрагма, 6 - гайка, 7 - трубка, 8 - дроссель, 9 - крестовина, 10 - прокладка*

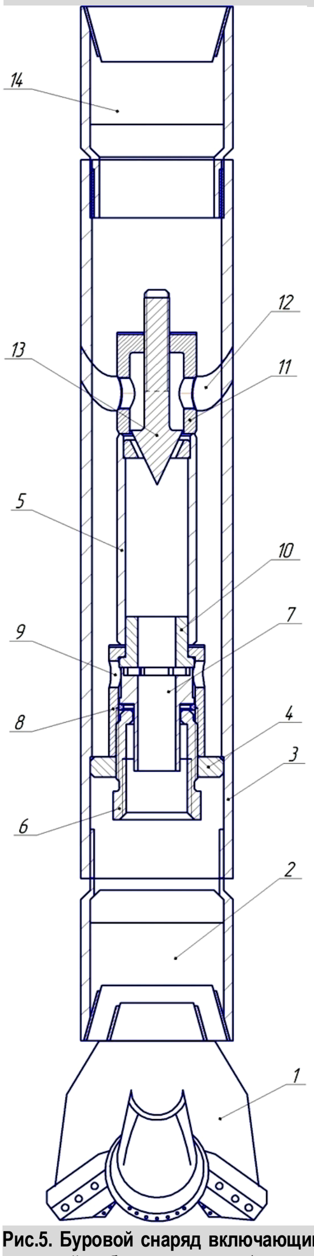


Рис.5. Буровой снаряд включающий в себя вихревую трубу для бурения с очисткой забоя воздухом. *1–шарошечное долото; 2–переходник; 3–наружная труба; 4–перемычка (шайба); 5–вихревая труба; 6–гайка; 7–генератор холодной фракции на холодном выходе; 8–корпус; 9–входное отверстие; 10–шайба; 11–корпус дросселя на горячем выходе; 12–тангенциальное отверстие для выхода горячего воздуха; 13–дроссель на горячем выходе; 14–верхний переходник*

ренний диаметр d=0,04 *м*; порода типа песчаников, мощность на забое 2,5 *кВт*.

Результаты расчета с теплоизолированными бурильными трубами при расположении вихревой трубы на устье скважине с расходом воздуха 400 *кг/ч* при глубине скважины 100 метров и начальной температуре продувочного воздуха -20*°С* (рис. 3) показывает, что от верхних участков ствола до глубины 75÷80 метров происходит повышение температуры продувочного воздуха и температура становится близкой к температуре породы. Это происходит за счет трения колонны бурильных труб о стенки скважины. В призабойной зоне на глубине 90 метров наблюдается постепенное возрастание температуры воздуха под действием тепла, отбираемого от породоразрушающего инструмента. Температура воздуха на конечной глубине 100 метров достигает в бурильной трубе 11*°С* и в кольцевом канале скважине 18*°С*.

Оптимальным решением совершенствования температурного режима породоразрушающего инструмента следует признать обеспечение низких температур на забое, т.е. без нагрева воздуха за счет трения, за счет потерь мощности вращения колонны, это возможно за счет перспективного использования вихревой трубы в качестве холодильника, встраиваемого в состав бурового снаряда.

Применение вихревой трубы, в которой происходит эффект Ранка, в качестве холодильной установки при бурении скважин с продувкой воздухом, возможно является более эффективной, в тоже время и экономически выгодной установкой для охлаждения продувочного воздуха [6].

Вихревой эффект, или эффект Ранка, заключается в том, что если в трубу подать тангенциально закрученный поток газа, то в ней при определенных условиях будет происходить температурное разделение газа. В центре образуется более холодный поток, чем на периферии, и через центральное отверстие одного из концов трубы будет выходить газ, температура которого окажется значительно ниже, чем на входе. Периферийные слои газа, имеющие более высокую температуру, будут выходить через дроссельное отверстие с другого конца трубы [6].

В общем виде конструкция вихревой трубы (рис.4) [9, 10] состоит из корпуса *3*, в кольцевой полости которого пропилен тангенциальный прямоугольный канал шириной *b* и выстой *h*. С внешней стороны прямоугольного канала к корпусу припаян штуцер для подвода сжатого воздуха. В кольцевой полости корпуса устанавливается отбортованная трубка *1* со строго цилиндрической полированной внутренней поверхностью диаметром *D,* а затем улитка *4*, что ее пропил (размеры которого совпадают прямоугольному каналу корпуса) совпадает с каналом, образуя сопловый вход. В ту же полость корпуса вставляется диафрагма *5* с отверстием D_g и герметизирующая прокладка *10*, подвижимаемая гайкой *6.* В противоположном конце трубки *1* на растоянии *L* от улитки плотно устанавливается четырехлопастная крестовина *9* и дроссель *8.*

Вихревая труба отличается малыми размерами и не имеет движущихся частей, что позволяет использовать его в качестве призабойного генератора холода при бурении скважин.

Наилучшего охлаждения очистного воздуха на забое можно достичь, установив вихревую трубу в состав бурового снаряда над породоразрушающим инструментом. Но в этом случае возникает необходимость разработки надёжной конструкции забойного бурового снаряда, обеспечивающую бесперебойную работу.

Обобщение результатов исследований и опыта использования вихревых труб, позволило разработать конструкцию вихревой трубы для установки ее в призабойной зоне бурового снаряда для охлаждения продувочного воздуха непосредственно на забое скважины. С целью нормализации и регулирования температурных режимов породоразрушающего инструмента при бурение с очисткой забоя воздухом предложена следующая конструкция бурового снаряда, включающая в себя вихревую трубу (рис. 5).

Буровой снаряд с вихревой трубой работает следующим образом. При бурении скважины сжатый воздух по наружной трубе 3 через входные отверстия 9 подается на генератор холодной фракции 7 вихревой трубы 5 и закручивается в ней. Поток сжатого воздуха при прохождении через вихревую трубу разделяется на два потока, поток холодного и горячего воздуха. Поток холодного воздуха вытекает из отверстия гайки 6 и через переходник 2 и буровое долото 1 поступает на забой скважины для выноса продуктов разрушения в затрубное пространство с одновременном охлаждением бурового долота. Генератор холодной фракции в данном устройстве выполнен съемным, который возможно заменить на другой тип генератора, что позволяет изменить режим охлаждения при необходимости при изменении режимов бурения.

Горячий воздух из вихревой трубы 5 через тангенциальное отверстие для выхода горячего потока воздуха 12 вытекает в затрубное пространство. Поскольку отверстие 12 выполнено тангенциально эжекторным, то оно создаёт вихревое движение в затрубном кольцевом зазоре, что позволяет эжектировать холодный поток с продуктами разрушения, что улучшает очистку забоя и благоприятно сказывается на охлаждение долота, так как уменьшаются затраты энергии на повторное переизмельчение частиц породы.

Такое выполнение бурового снаряда для бурения с продувкой воздухом позволяет повысить стойкость бурового долота и нормализовать температурные режимы породоразрушающего инструмента.

Применение охлажденного продувочного воздуха значительно снижает температуру в скважине, которая создает благоприятные температурные условия для работы породоразрушающего инструмента, предотвращая отрицательные влияния высоких температур на забое скважины.

Представленные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- температурный режим породоразрушающего инструмента оказывает существенное влияние на эффективность бурения, что особенно актуально при бурении скважин с продувкой;
- обеспечение температурного режима наиболее приемлемо за счет охлаждения воздуха с использованием вихревой трубы;
- установлена зависимость температуры породоразрушающего инструмента от температуры охлаждающего воздуха, что позволяет обосновать параметры воздуха на забое;
- использование охладителей на устье скважины не эффективно, т.к. температура воздуха растет с глубиной за счет трения труб о стенки скважины и не обеспечивает необходимой температуры на забое;
- для получения необходимой температуры воздуха на забое предложено новое техническое решение, позволяющее разместить охладитель в виде вихревой трубы в забойной зоне бурового снаряда;
- предложенная конструкция позволяет обеспечить заданную температуру породоразрушающего инструмента и изменять режим охлаждения при изменении режима бурения.

Библиографический список:

1. Горшков Л.К., Гореликов В.Г. Температурные режимы алмазного бурения. – М.: Недра, 1992. 173 с.
2. Кудряшов Б.Б., Кирсанов А.И. Бурение разведочных скважин с применением воздуха. // М.: Недра, 1990. 263 с.
3. Кудряшов Б.Б, Чистяков В.К, Литвиненко В.С. «Бурение скважин в условиях изменения агрегатного состоя-ния горных пород».// Л.: Недра, 1991. 295 с.
4. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в осложненных условиях - М.: Недра, 1987. 269 с.
5. Джураев Р.У., Меркулов М.В. Нормализация температурного режима скважин при бурении с продувкой воздухом.// –Навоий, «А. Навоий», 2016. 128 с.
6. Джураев Р.У., Меркулов М.В. О возможности применения вихревых труб при бурении геологоразведочных скважин.// Известия Вузов. Геология и разведка. Москва. 2013. №3. С.76-78.
7. Джураев Р.У., Меркулов М.В. Результаты экспериментальных исследований вихревой трубки применительно к бурению геологоразведочных скважин.// Горный информационно-аналитический бюллетень. – Изд. МГГУ. Москва, 2015 г. – №4. С. 349-352.
8. Джураев Р.У., Меркулов М.В. Моделирование температурного режима при бурении скважин в мерзлых породах с продувкой воздухом при использование вихревой трубы.// Горный информационно-аналитический бюллетень. – Изд. МГГУ (Москва), депонированная рукопись, №1057/11-15. 2015 г. – №11.
9. Меркулов А.П. Вихревые холодильно - нагревательные установки. Куйбышевское книжное издательства. 1961. 204 с.
10. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в техники.// Машиностроение. 1969. 185 с.
11. Moore C. L., La Fave V. O. “Air and gas drilling”. Petroleum Technology, v.8, no.2, 1956.
12. Garnier A. I., Lingen N. H. Phenomena affecting drilling rates at depth. Petroleum Technology, v. 11, No. 9, 1959. p. 52.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2020, №2 (81) pp. 67-71

IMPROVING THE TEMPERATURE REGIME OF THE DRILL BIT WHEN DRILLING WELLS WITH AIR CLEANING OF THE BOTTOM

[1]**Djuraev R.U.,** Assistant Professor, Department of Mining and Electromechanical Engineering, strong0185@mail.ru
[2]**Merkulov M.V.,** Professor, Department of Mechanization, automation and energy of mining and geological exploration, Doctor of Technical Sciences.
[1]**Khatamova D.N.,** Senior teacher, Department of Mining, strong0185@mail.ru
[1]**Safarova M.D.,** graduate student

[1]Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan
[2]Russian State Geological Exploration University, Moscow, Russia,

Abstract:

Increasing the drilling speed is one of the main factors that help to reduce the time of well construction, search and exploration of the field and reduce the cost of work. Increasing the speed of penetration is possible due to the introduction of new high-performance technical means and technologies.

To new progressive methods include drilling with air purge. This method is fundamentally different from liquid washing in that a gaseous agent, in particular compressed air, is used to clean the face from the sludge. Drilling practice has proven that the use of compressed air as a cleaning agent provides a significant increase in mechanical drilling speeds and reduces the time spent on eliminating geological complications, which dramatically increases the productivity and efficiency of drilling operations.

However, the air has a low heat capacity compared to liquid washing solutions, this affects the operation of the rock-breaking tool through high contact temperatures with irreversible consequences, such as deformation of the matrices, destruction of diamonds, grinding, reducing the hardness of diamonds and cauterization of the tool. To prevent these problems, there is a need to develop technical means and technology to effectively ensure the temperature regime of the well.

This article analyzes the influence of the temperature regime of the rock-breaking tool on the drilling efficiency and considers the possibility of normalizing and regulating the temperature regime of the rock-breaking tool by forced cooling of the cleaning air at the bottom of the well to negative temperatures.

Keywords: air purging, drilling, effect of Rank, well, vortex tube, compressor, drill bits, flushing fluid, bottom hole, temperature mode.

References

1. Gorshkov L.K., Gorelikov V.G. Temperature regimes of diamond drilling. //Moscow: Nedra, 1992. 173 p.
2. Kudryashov B.B., Kirsanov A.I. Drilling exploration wells using air. //Moscow: Nedra, 1990. 263 p.
3. Kudryashov B.B, Chistyakov V.K, Litvinenko V.S. "drilling wells in conditions of changes in the aggregate state of rocks"./ / L.: Nedra, 1991. 295 p.
4. Kudryashov B.B., Yakovlev A.M. The drilling of wells in the complicated conditions - M.: Nedra, 1987. 269 p.
5. Djuraev R.U., Merkulov M.V. Normalization of the temperature regime of wells when drilling with air blowing. //Navioy, A. Navoi, 2016. 128 p.
6. Djuraev R.U., Merkulov M.V. On the possibility of using vortex tubes in drilling exploration wells. // News of universities. Geology and exploration. Moscow. 2013. №3. pp. 76-78.
7. Djuraev R.U., Merkulov M.V. Results of experimental studies of the vortex tube in relation to drilling of exploration wells.// Mining informational and analytical Bulletin. - Ed. Moscow state mining University . Moscow, 2015, no. 4. pp. 349-352.
8. Djuraev R.U., Merkulov M.V. Modeling of the temperature regime when drilling wells in frozen rocks with air purging using a vortex tube.//Mining informational and analytical Bulletin. - Ed. Moscow state mining University (Moscow), deposited manuscript No. 1057/11-15. 2015-No. 11 p.
9. Merkulov A.P. Vortex cooling and heating installations. Kuibyshev book publishing house. 1961. 204 p.
10. Merkulov A.P. Vortex effect and its application in technology.//Russia. Mechanical engineering. 1969. 185 p.
11. Moore C. L., La Fave V. O. “Air and gas drilling”. Petroleum Technology, v.8, no.2, 1956.
12. Garnier A. I., Lingen N. H. Phenomena affecting drilling rates at depth. Petroleum Technology, v. 11, No. 9, 1959. p. 52.

УДК 622.235 (043.3)

СХЕМЫ ВЗРЫВАНИЯ И ИНТЕРВАЛЫ ЗАМЕДЛЕНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОННОМ ИНИЦИИРОВАНИИ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА КАРЬЕРАХ АРИСТАНТАУСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ НГМК

Назаров З.С.,
доцент кафедры «Горное дело» НГГИ, к.т.н.

Кенжаев Х.Т.,
магистрант кафедры «Горное дело» НГГИ

Кенжаева Д.А .,
магистрант кафедры «Горное дело» НГГИ

Tog 'jinslarini yuqori sifatli maydalashni va portlash sodir bo'lganda massiv joyidan siljib va yoriqlardan o'tgan gazlar oqibatida, keyingi navbatda portlashi kerak bo'lgan quduqni o'pirishini oldini olishni ta'minlash uchun burg'ilash va portlatish ishlarida eng maqbul va eksperimental parametrlari, masalan, sekinlashtirish oraliqlari, quduqlarning joylashuvi panjarasi va EDEZ elektron detonatoridan foydalanib inisiyalash sxemasi kabi asoslar mavjud.

Tayanch iboralar: *ochiq kon, tog ' massasi, seysmik ta'siri, qisqa portlash sxemalari, portlash zaryadi, detonator, sekinlashuv oralig'i, eng kam qarshilik chizig'i.*

Для обеспечения качественного дробления горных пород и исключения подбоя скважин обоснованы оптимальные расчетно-экспериментальные параметры БВР, такие как интервалы замедления, сетка расположения скважин и схемы инициирования с использованием электронного детонатора ЭДЭЗ.

Ключевые слова: *карьер, горная масса, сейсмическое воздействие, схемы короткозамедленного взрывания, заряд ВВ, детонатор, интервал замедления, линия наименьшего сопротивления.*

При взрывании горных пород на карьерах Аристантауского рудного поля НГМК, применяются схемы короткозамедленного взрывания (КЗВ): диагональная, трапециевидная, порядная, клиновая и др. (рис. 1). В качестве средств инициирования ВВ многорядных скважинных зарядов используется неэлектрическая система инициирования НСИ ИСКРА, с использованием устройств ИСКРА-С с внутрискважинным замедлением и ИСКРА-П с поверхностным замедлением. Инициирование зарядов в системе ИСКРА производится капсюлем-детонатором с замедлением. Источником взрывного импульса для НСИ ИСКРА является ИСКРА-СТАРТ, а для электродетонаторов взрывной прибор ПВЗ 1700-2,3. Буровые работы производятся станками ударно-вращательного бурения DRILTECH D25KS диаметром бурения 130 *мм* и GL-150 диаметром бурения 152 *мм*.

В качестве ВВ для скважинных зарядов применяются взрывчатые вещества промышленного назначения, допущенные к применению на открытых горных работах в Республике Узбекистан: Нобелан 2080, Игданит и др. Промежуточными детонаторами для скважинных зарядов ВВ используются патронированный Nobelit 216z диаметром 70 и 90 *мм* (рис.2).

Величина рационального интервала замедления между зарядами по условию дробления горной массы определяется по формуле:

$$t_{зам} = A \cdot W,\ мс \qquad (1)$$

где: A — коэффициент зависящий от свойств взрываемых пород, равный 3; W - величина ЛНС (СПП).

d = 130 *мм*; $t_{зам}$= 3 · 3,2 = 9,6 *м/с*

d = 152 *мм*; $t_{зам}$= 3 · 3,8 = 11,4 *м/с*

Принимается интервал замедления из условий применения НСИ ИСКРА; ИСКРА-С-500 *мс*, и ИСКРА-П- 25, 42 *мс* (рис. 2—3)[1].

Минимально допустимое расстоя-ние между зарядами, взрываемыми с замедлениями, из условия исключения подбоя смежных скважин определя-ется по формуле:

$$a_{min} = (5 + 0{,}3 \cdot t) \cdot d \cdot C_i,\ м \qquad (2)$$

где: t — интервал замедления, *м/с* (t = 25 *м/с*); d — диаметр скважины (d = 0,130 *м*, d = 0,152 *м*);

Ci — коэффициент, учитывающий длину забойки (табл. 1).

При d = 130 *мм*;

a_{min}= (5+0,3·25)·0,13·1,0=1,6 *м*

d = 155 *мм*

a_{min}= (5+0,3·25)·0,152·1,0=1,9 *м*

При принятом интервале замедления t=25 *м/с*, отношение длины забойки к диаметру зарядов 4,0/0,130=30,7; 3,9/0,152=26,1 и принятой сетке подбоя скважин не происходит.

Применение систем взрывания с ИСКРА в зарядах промышленных взрывчатых веществ (ПВВ) протяженностью свыше 10...15 *м* с использованием инициирования боевиков детонаторами с пиротехнической задержкой 500 *мс* и более связано с появлением разброса в их срабатывании до 40 *мс*, что превосходит время прохождения детонации по заряду ПВВ (3...6 *мс*). Это дает однонаправленный детонационный фронт в заряде, как правило, от дна скважины к ее устью и, как следствие, увеличение сейсмического воздействия.

Таким образом, принятая технология неэлектрического взрывания с ИСКРА проигрывает по качеству дробления и по сейсмическому воздействию, средствам инициирования - с электронным замедлением (ЭДЭЗ) с возможностью программировать время срабатывания при минимальном шаге КЗВ 1 *мс* с точностью до 1 *мс* в диапазоне от 0 до 12 *с* [2].

На рис. 4 показана общая схема системы электронного взрывания с применением электродетонатора с электронным замедлением (ЭДЭЗ).

Таблица 1

Значение коэффициента C_i

Интервалы замедления, *м/с*	**Значение C_i при длине забойки в диаметрах заряда**					
	11	**15**	**19**	**21**	**25**	**30**
10	2,7	2,2	1,6	1,0	Подбоя нет	—
40	2,1	1,8	1,4	1,0	То же	—
50	1,8	1,6	1,3	1,0	То же	—
70	1,6	1,4	1,2	1,0	0,37	Подбоя нет
80	1,5	1,4	1,2	1,0	0,59	0,17
90	1,4	1,3	1,11	1,0	0,71	0,41

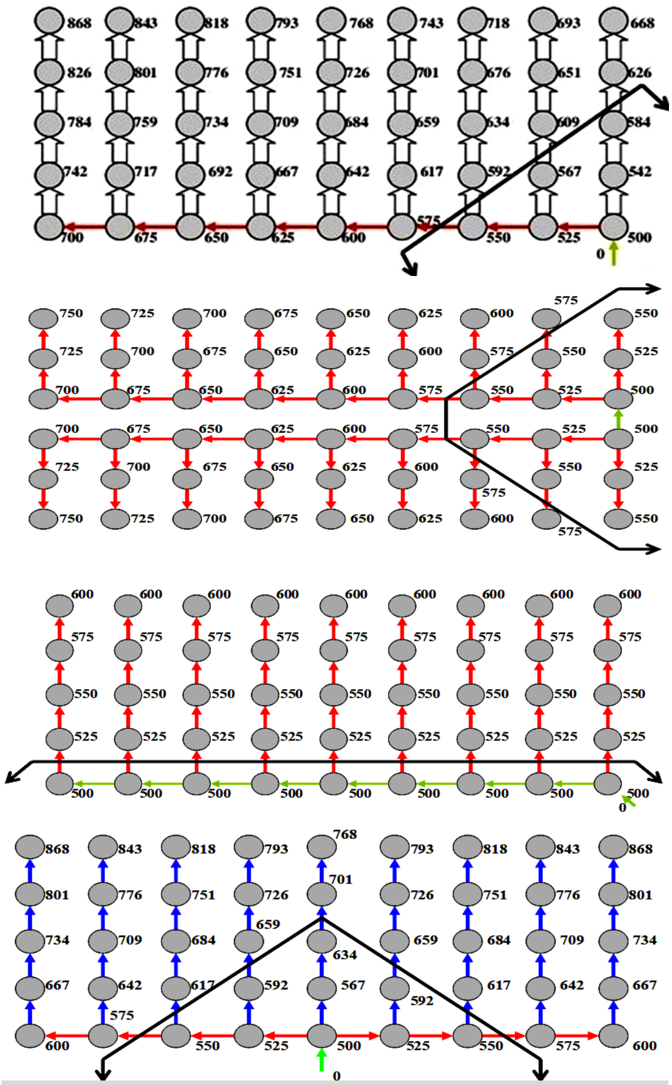


Рис. 1. Схемы короткозамедленного взрывания: *а – диагональная; б – трапециевидная; в – порядная; г – клиновая*

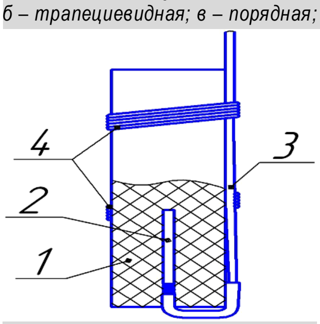


Рис.2. Схема инициирования эмульсионного патрона ВВ: *1 – патрон ВВ; 2 – капсюль-детонатор; 3 – волновод устройства; 4 – шпагат, лента клейкая*

Кроме того, в отличие от ЭДКЗ с пиротехническим замедлением электрический ток в ЭДЭЗ, обусловливающий срабатывание мостика накаливания 5 и зажигание воспламеняющегося состава 4, формируется при разряде конденсатора 7, размещенного в гильзе детонатора. В обычном ЭДКЗ конденсатор располагается во взрывной машинке и подсоединяется к мостику накаливания магистральной двухпроводной линией, наличие микропроцессора 8 дает возможность еще в процессе производства ЭДЭЗ присваивать каждому из них индивидуальный идентификационный номер. Благодаря этому номеру оператор может обращаться к тому или иному детонатору независимо от остальных, включенных в линию, а в случае хищения позволяет проследить пути их миграции. Следует отметить еще одну немаловажную особенность: ЭДЭЗ имеет мощную встроенную защиту от блуждающих токов и бытовых источников как постоянного, так и переменного тока (батареи, аккумуляторы, сеть 220 *В*). Чтобы взорвать такой детонатор, необходимо подать на его вход особый, хорошо защищенный (в информационном смысле) кодовый сигнал. Во время монтажа взрывной сети до 1000 *шт*. [5]. ЭДЭЗ с помощью двухпроводной взрывной линии 10 (рис. 4) длиной до 3000 *м*, могут соединяться через согласующий адаптер 11 с портативным управляющим компьютером 12. Линия 10 используется для подачи питания к ЭДЭЗ и для передачи кодированных команд детонаторам и получения ответной информации от них.

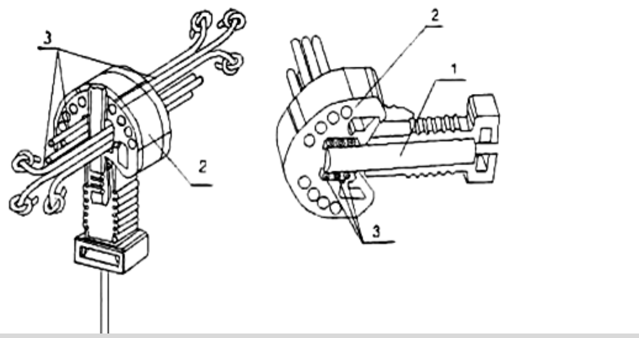


Рис.3. Схема подсоединения волноводов устройств в монтажные соединители: *1 – капсюль-детонатор с замедлением; 2 – монтажный соединитель; 3 – волноводы инициирующих устройств*

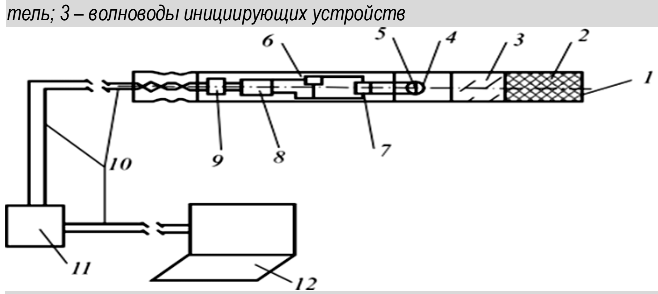


Рис.4. Схема КЗВ с использованием ЭДЭЗ: *1 - гильза; 2 - заряд бризантного ВВ; 3 - колпачок с зарядом инициирующего ВВ; 4 - воспламенительный состав; 5 - мостик накаливания; 6 - транзисторный ключ; 7 - конденсатор; 8 - микропроцессор, 9 - логическая цепь заряда и управления; 10 - двухпроводная линия связи для передачи импульсных сигналов; 11 - согласующее устройство; 12 - управляющий компьютер*

Для подготовки массового взрыва используется специальное программное обеспечение. Первое, что необходимо сделать проектировщику взрыва, составить схему расположения скважин и монтажа взрывной сети с использованием ЭДЭЗ, на которой будет производиться взрыв (рис. 5) для условий карьеров Аристантауского месторождения НГМК.

Составив план, с помощью программного обеспечения можно рассчитать линии наименьшего сопротивления, сопротивление по подошве. После составления плана проектировщик задает конструкцию заряда в скважине, указывает типы и объемы ВВ, наличие промежутков, забойки, типы боевиков, используемых детонаторов и сопутствующих материалов. Программа автоматически составит ведомость расходных материалов на весь массовый взрыв. При получении отклика об исправности взрывной цепи в целом и каждого детонатора в отдельности проектировщик задает время срабатывания каждого детонатора индивидуально в соответствии со схемой взрывания, которое проставляется на плане рабочей площадки в виде цифры (рис.5) рядом с номером скважины. Проектировщик может проверить правильность установленной последовательности времени срабатывания детонаторов с помощью мультипликационного клипа, который симулирует процесс массового взрыва. Тем самым работа проектировщика завершается. При работе в поле программа предоставляет взрывнику так называемый «пульт взрывника».

По завершении программирования и монтажа взрывной сети оператор-взрывник с помощью компьютера тестирует ЭДЭЗ посредством запуска команды проверки. При этом проверяются готовность и соответствие времени срабатывания каждого детонатора. В случае неуспешной проверки программа выдает взрывнику номер отказавшего детонатора и указывает его положение на плане. Успешное завершение проверки означает готовность ЭДЭЗ к срабатыванию в заданной последовательности. Получив положительный отклик, оператор дает команду ответственному за взрыв на подачу боевого сигнала. По окончании звучания сирены он нажимает кнопку «Подрыв» на пульте взрывника. С этого момента ЭДЭЗ переходят в режим авто-

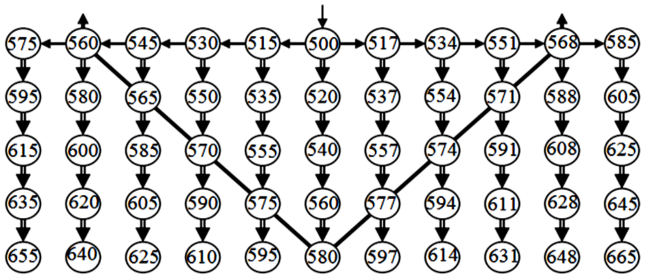


Рис. 5. Схема расположения скважин и монтажа взрывной сети с использованием ЭДЭЗ-С

номного питания, отсчитывают запрограммированное время и срабатывают даже в случае разрушения взрывной сети. В отличие от обычных детонаторов с пиротехническим замедлением ЭДЭЗ при разлете не дают тлеющих осколков, что делает их безопасными при применении в шахтах, опасных по газу и пыли.

Применение ЭДЭЗ предлагается по двум технологическим схемам, различающимся местом их установки: вне и внутри скважин.

По этой схеме предусмотрено инициирование боевиков с помощью ЭДЭЗ. К магистральной линии через клипсы-соединители параллельно подключают ЭДЭЗ; одновременно каждый ЭДЭЗ соединяют через блок-соединитель с УВТ ИСКРА. С целью исключения возможного подбоя УВТ при взрыве соседних скважин УВТ вместе с ЭДЭЗ в соединительном блоке заглубляют в устье взрываемой скважины.

Далее устанавливают соответствие номера ЭДЭЗ и времени замедления и выполняют прочие технологические операции, перечень которых приведен выше.

Этот вариант использования ЭДЭЗ, обеспечивает точность взрывания зарядов в соответствии с заданными интервалами времени. Он позволяет реализовать встречное инициирование скважинных зарядов ВВ, не сопровождающееся частичным выгоранием колонки заряда, что имело место при обычном взрывании с использованием ИСКРА (известно, что при встречном инициировании существенно снижается сейсмическое воздействие на взрываемый массив и повышается дробление породы). К его преимуществу относится также возможность быстрой и безопасной замены обнаруженного при тестировании неисправного ЭДЭЗ, а также возможность обслуживания одним ЭДЭЗ одновременно группы из двух-трех скважин, что позволяет снизить затраты на взрывание с их применением [3, 4].

Соблюдение оптимальных расчетно-экспериментальных параметров БВР и системы электронного взрывания с применением электродетонатора с электронным замедлением (ЭДЭЗ) позволяет достигнуть высокого уровня управляемости массовыми взрывами за счет широкого выбора времени замедления и схем взрывания, эффективно использовать энергию заряда, особенно при применении простейших ВВ, реализовать наиболее эффективное «донное» инициирование скважинных зарядов, использовать прерывистые скважинные заряды с целью снижения удельного расхода ВВ и уменьшения кусковатости горной массы, уменьшить сейсмическое воздействие взрыва на охраняемые объекты.

Библиографический список:

1.Инструкция по применению устройств неэлектрических систем инициирования с замедлением скважинным ИСКРА-С (завод изготовитель) ГУП «Новосибирский механический завод «ИСКРА»». 4 с.
2.Бибик И.П., Ершов В.П. Сравнительный анализ применения неэлектрических и электронных систем инициирования взрывов скважинных зарядов на карьерах. – Журнал «Горный вестник Узбекистана», №25, 2006 С. 20-23.
3.Кутузов Б. Н., Эквист Б. В., Брагин Б. В. Сравнительная оценка сейсмического воздействия взрыва скважинных зарядов при использовании системы неэлектрического инициирования и электродетонаторов с электронным замедлением. – «Горный журнал», №12, 2008. С. 38- 45.
4.Рубцов С.К., Ершов В.П., Сидоров Е.Ю. Сравнительный анализ применения неэлектрических систем инициирования на горнодобывающих предприятиях. – 2005 г. 124 с.
5.Андреев В.В., Гуськов А.В., Милевский К.Е. «Эксплозивные вещества». Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018г. 342 с.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 72-74

BLASTING SCHEME AND THE INTERVALS OF DELAY IN ELECTRONIC INITIATION OF EXPLOSIVE CHARGES IN QUARRIES ARISTANTAU ORE FIELD NAVOI MINING AND METALLURGICAL COMBINAT

Nazarov Z.S., *Associate professor of the department «Mining», PhD in Technical Sciences, gafurcom@mail.ru*
Kenzhaev H.T., *undergraduate of the department "Mining", hurshid.kenjayev@mail.ru*
Kenzhaev D.A., *undergraduate of the department "Mining"*

Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan

Abstract:
In order to ensure high-quality crushing of rocks and elimination of well seizure, the optimal design and experimental parameters of the drilling rigs, such as deceleration intervals, well grid and initiation schemes using an electronic detonator EDEZ, are substantiated.
Keywords: *quarry, rock mass, seismic impact, short-blasting schemes, explosive charge, detonator, deceleration interval, line of least resistance.*

References
1. Instructions for the use of devices of non-electric initiation systems with deceleration downhole ISKRA-S (manufacturer) State Unitary Enterprise "Novosibirsk Mechanical Plant" ISKRA ". 4 p.
2. Bibik I.P., Ershov V.P. Comparative analysis of the use of non-electric and electronic systems initiation of explosions of borehole charges in quarries. - The journal "Mountain Herald of Uzbekistan", No. 25, 2006. pp. 20-23.
3. Kutuzov B.N., Equist B.V., Bragin B.V. Comparative evaluation of the seismic effect of an explosion downhole charges when using a system of non-electric initiation and electronic detonators. - "Mountain Journal", No. 12, 2008y. pp. 38-45.
4. Rubtsov S.K., Ershov V.P., Sidorov E.Yu. Comparative analysis of the use of non-electric systems initiation at mining enterprises. - 2005. 124 p.
5. Andreev V.V., Guskov A.V., Milevsky K.E. "Explosive substances." Novosibirsk: NSTU Publishing House, 2018. 342 p.

УДК 669.849+669.233

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРАКЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ РЕНИЯ ИЗ ДЕСОРБАТОВ




Курбанов М.А.,
зам. главного инженера
РУ-5 НГМК,
доктор PhD

Аликулов Ш.Ш.,
зав.кафедры «Безопасность жизнедеятельности» НГГИ,
доктор ScD

Ганиева Д.С.,
инженер-геотехнолог
Инновационного центра,
НГМК

Каримов Н.М.,
магистрант кафедры «РРМ»,
НГГИ

Skvajina zaboyini havo yordamida tozalab burg'ilash zamonaviy ilg'or texnologiyalardan biri hisoblanadi. Ushbu usul an'anaviy burg'ilash usulidan shunisi bilan farq qiladiki, bunda skvajina zaboyini tozalash ucun suyuqlik urniga siqilgan havo qullaniladi. Burg'ilash amalitotida siqilgan havoning tozalovchi agent sifatida qo'llanilishi burg'ilashning mexanik tezliklari oshishi va geologik qiyinchiliklarni bartaraf etish vaqtini kamaytirishi evaziga burg'ilash ishlarining unumdorligi va iqtisodiy samaradorligi oshishi isbotlangan.

Tayanch iboralar: *havo bilan tozalash, burg'ilash, Rank effekti, skvajina, uyurmali truba, compressor, jins parchalovchi asbob, yuvish suyuqligi, zaboy, harorat tartibi.*

К новым прогрессивным методам относится бурение с продувкой воздухом. Этот способ принципиально отличается от промывки жидкостью тем, что для очистки забоя от шлама применяется газообразный агент, в частности сжатый воздух. Практикой бурения доказано, что применение сжатого воздуха как очистного агента обеспечивает значительное повышение механических скоростей бурения и снижает затраты времени на ликвидацию геологических осложнений, благодаря чему повышается эффективность и экономичность буровых работ.

Ключевые слова: *продувка воздухом, бурение, эффект Ранка, скважина, вихревая труба, компрессор, буровой снаряд, промывочная жидкость, забой, температурный режим.*

В мире одним из сырьевых источников рения являются месторождения урановых руд, отрабатываемых методом подземного выщелачивания (ПВ). Рений является редким и рассеянным металлом, его содержание в земной коре составляет 0,0007 *г/т*. Преимущественно рассеянное состояние рения в горных породах и в рудах других металлов (в качестве попутного компонента) определяет большую трудность промышленного производства и научных исследований. Рений, являясь наиболее ценным компонентом урановых руд, подвергающихся подземному выщелачиванию, находится в водорастворимой форме в пределах 6,4%. Это объясняет факт его присутствия и низкого содержания в продуктивных растворах подземного выщелачивания урана.

Из литературных источников [1] известно, что наиболее эффективным экстрагентом рения являются третичные амины, в частности, триалкиламин (ТАА). Основные экстрагенты – это органические основания, для которых растворимость экстрагируемых соединений в неполярных растворителях обусловлена образованием солей с органическим катионом, поэтому металлы могут экстрагироваться, если они образуют комплексные анионы. К этой группе экстрагентов относятся, прежде всего, органические амины и четвертичные аммониевые основания [2].

Экстракционная способность основных экстрагентов увеличивается в ряду:

первичные < вторичные < третичные < четвертичные.

Известно, что процесс экстракции, также как и сорбция, основан на ионообменном механизме. Взаимодействие рения, находящегося в водных растворах в виде перренат-иона, с экстрагентом, содержащим триалкиламин, протекает в соответствии с уравнением реакции ионного обмена [3]:

$$(R_3NH)^+ HSO_4^- + ReO_4^- = (R_3NH)^+ ReO_4^- + HSO_4^-$$

В промышленной практике использование ТАА выявило один крупный недостаток – образование устойчивых межфазовых эмульсий («бороды»), приводящих к потерям экстрагента и рения [4].

Для устранения указанного недостатка было решено использовать ТАА в смеси с трибутилфосфатом (ТБФ), который, как и спирты, [5] должен снизить (ликвидировать) образование устойчивых эмульсий. В качестве разбавителя использовали углеводородное сырьё (УВС) в виде керосина.

В исследованиях по выбору оптимальной смеси экстрагентов использовали азотнокислые десорбаты, содержащие рения 567,7 *мг/л*, NO_3^- 142,0 *г/л*, pH = 0,9.

Для выбора оптимального состава экстракционной смеси были взяты следующие составы экстрагентов:

0,2*М* ТАА + 0,35*М* ТБФ
0,3*М* ТАА + 0,5*М* ТБФ
0,4*М* ТАА + 0,35*М* ТБФ
0,5*М* ТАА + 0,2*М* ТБФ.

На начальном этапе были проведены работы по определению кинетики экстракции рения и влияние концентрации экстрагентов на время расслоения фаз. Экстракцию проводили в термостатированном реакторе, при соотношении фаз Vо : Vв = 1: 10, температуре t = 25*°C* и скорости перемешивания n = 500 *об/мин*. После прекращения перемешивания смесь водной и органической фазы переносили в делительную воронку и фиксировали время полного расслаивания фаз. Результаты по определению кинетики экстракции рения и времени расслоения фаз при соотношении Vо.ф. : Vв.ф. = 1 : 10, t = 27-30*°C*, приведены в табл.1.

Из кинетических кривых видно, что практически при всех составах органики равновесие в системе происходит в течение 25 минут. С увеличением концентрации ТАА от 0,2 до 0,5 *М* время расслаивания фаз возрастает от 35 до 65 *сек*.

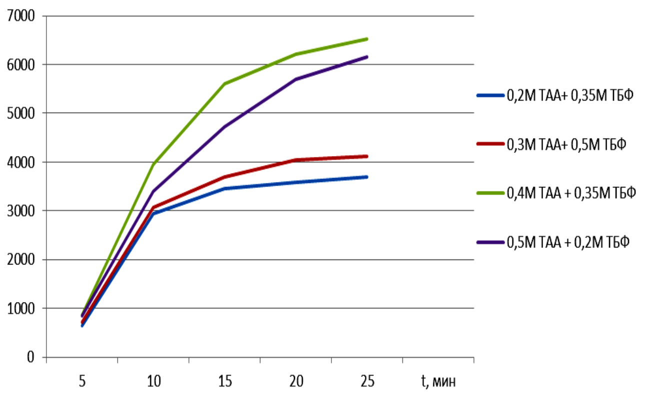


Рис.1. Кинетика экстракции рения

Таблица 1

Результаты по определению кинетики экстракции рения и времени расслоения фаз

№ п/п	Состав органики	Время перемешивания, *мин.*	Время расслоения, *сек*	Содержание рения. *мг/л*		Коэффициент распределения, α
				[Re] в.ф.	[Re] о.ф.	
1	0,2*М* ТАА+ 0,35*М* ТБФ	0		567,7	0	0
		5	35,0	436,67	655	1,5
		10	35,0	299,69	2937	9,8
		15	35,0	273,97	3452	12,6
		20	30,0	231,35	3586	15,5
		25	30,0	216,00	3698	17,1
2	0,3*М* ТАА+ 0,5*М* ТБФ	0		567,7	0	0
		5	65,0	378,95	720	1,9
		10	65,0	303,47	3065	10,1
		15	65,0	292,62	3687	12,6
		20	60,0	203,84	4036	19,8
		25	60,0	193	4123	21,4
3	0,4*М* ТАА + 0,35*М* ТБФ	0		567,7	0	0
		5	65,0	409,52	860	2,1
		10	65,0	340,69	3952	11,6
		15	65,0	276,45	5612	20,3
		20	65,0	149,78	6216	41,5
		25	65,0	140	6525	46,6
4	0,5*М* ТАА + 0,2*М* ТБФ	0		567,7	0	0
		5	65,0	420,00	840	2,0
		10	65,0	333,82	3405	10,2
		15	60,0	247,38	4725	19,1
		20	60,0	170,48	5694	33,4
		25	60,0	155	6150	42,1

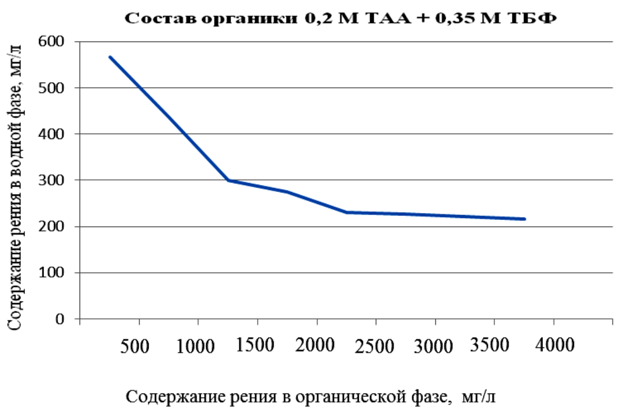


Рис.2. Изотерма экстракции рения при составе органики 0,2*М* ТАА+ 0,35*М* ТБФ

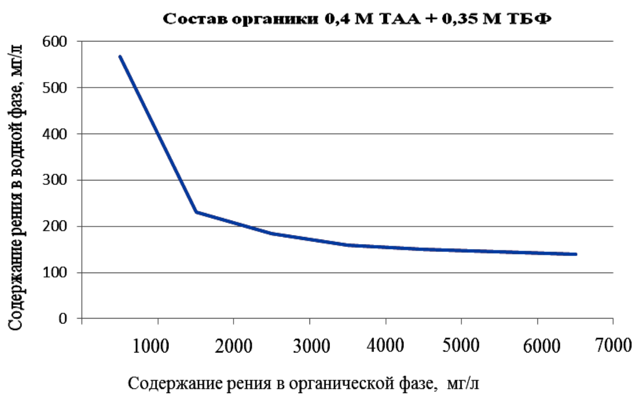


Рис.4. Изотерма экстракции рения при составе органики 0,4*М* ТАА + 0,35*М* ТБФ

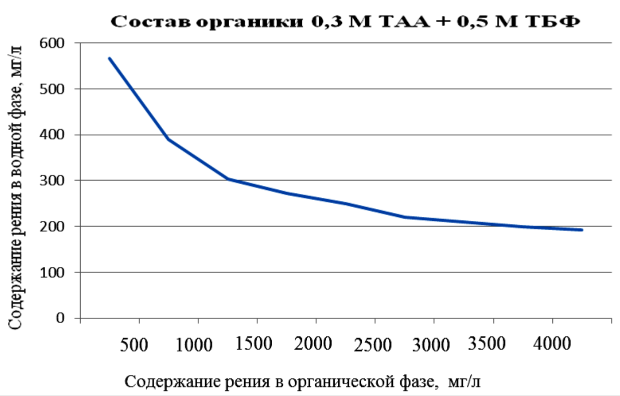


Рис.3. Изотерма экстракции рения при составе органики 0,3*М* ТАА+ 0,5*М* ТБФ

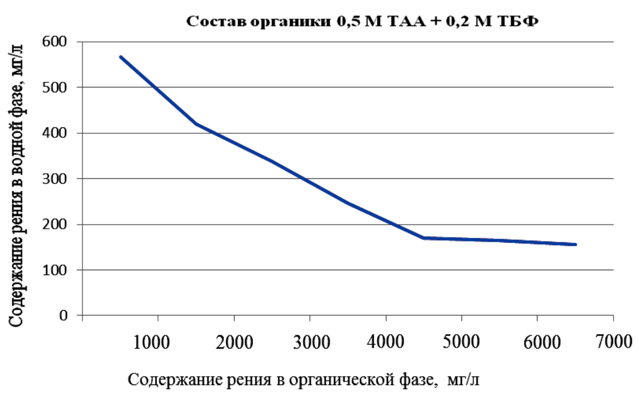


Рис.5. Изотерма экстракции рения при составе органики 0,5*М* ТАА + 0,2*М* ТБФ

Из табл. 1. также следует, что при оптимальном времени контакта фаз 25 *мин*. изменение концентраций экстрагентов (ТАА и ТБФ) в выбранных пределах практически не влияет на коэффициент распределения Re. Вследствие этого, на следующем этапе было решено определить изотермы экстракции Re, которые позволят определить насыщение экстрагента рением и число требуемых ступеней экстракции.

Изотермы экстракции снимали методом переменных объемов водной и органической фаз и времени перемешивания 25 *мин*. Изотермы экстракции рения приведены на рис. 2 и 3. По результатам изотерм экстракции (рис.2–5) следует, что оптимальной экстракционной смесью экстрагентов является состав 0,4*М* ТАА + 0,35*М* ТБФ, при которой максимальное насыщение по рению составило 6525 *мг/л* количество ступеней экстракции – 4.

Таблица 2

Некоторые основные экстрагенты, используемые в технологии редких металлов

Экстрагент, его сокращенное название и формула	Молек масса, г/моль	Плотность г/см^3	$t_{кип}$, °С	$t_{плав}$, °С	Динам вязк., мПас (20 °С)	Раств-сть в воде, %
Три-н-октиламин, ТОА $(C_8H_{17})_3N$	353	0,805	145	154-156	6,02	1
Три-н-дициламин, ТДА $(C_{10}H_{21})_3N$	457	0,815	200-245	-	-	0,01
Три-н-додециламин (трилауриламин), ТЛА $(C_{12}H_{25})_3N$	521	0,819	200-264	-	-	-
Триалкиламин, алкил C_7-C_9, ТАА	~353	~0,785	160-180	120-130	-	-
Триалкилаллиламмоний нитрат, АлАН-1 $(C_7\text{-}C_9)_3N(CH_2\text{-}CH{=}CH_2)NO_3$	~456	-	-	-	-	-
Триалкилбензил-аммонийнитрат, ТАБАН-1 $(C_7\text{-}C_9)_3N(C_6H_5CH_2)NO_3$	~507	-	-	-	-	-
Трикаприлметил-аммоний хлорид, Aliquate-336 $(CH_3(CH_2)_6)_3(CH_3)N\text{-}Cl$	~445	-	-	-	-	-

Для получения редкоземельного элемента чистотой более 99% из технологических растворов требуется применение многоступенчатых экстракционных процессов, организованных по определенной схеме.

В настоящее время известно три классических метода организации многоступенчатых процессов экстракционного разделения редких металлов: полупротивоток, противоток и экстракция с перекрестным током.

Последний вариант практически не используется в промышленных схемах.

Полупротивоток характеризуется следующей организацией потоков водной и органической фаз: одна фаза находится в неподвижном состоянии, а вторая проходит через одну или N ступеней (ячеек) экстрактора, последовательно вымывая компоненты разделяемой смеси.

Противоток характеризуется движением обеих фаз через N ступеней (ячеек) экстрактора в противоположных направлениях (принцип полного противотока). При проведении полного противотока зачастую в одном каскаде объединяют два процесса - экстракционное извлечение и промывку. В этом случае исходный водный питающий раствор подают в центральную часть каскада, промывной раствор - в конец промывного каскада, а органическую фазу, проходящую противотоком к водной фазе - в начало экстракционного каскада.

Для полупротивотока выделяют три основных способа организации процесса разделения:

1. Классический полупротивоток проводят следующим образом: на первую (нулевую) ступень вводят исходную смесь компонентов, а на все остальные ступени – промывной раствор. Органическая фаза (экстрагент) последовательно проходит через все ступени. Разделяемые компоненты смеси распределяются по ступеням каскада в соответствии с их величинами коэффициентов распределения.

2. Фронтальный анализ является зеркальным отражением классического полупротивотока. В этом случае разделяемая смесь проходит непрерывно через все ступени каскада и выходит из N-ной ступени совместно с органической фазой. Последнюю вводят на нулевую ячейку при заполнении каскада исходным раствором.

3. Рациональный метод разделения. При использовании этого варианта раствором содержащим ценный компонент заполняют одну группу ячеек, а промывным раствором - вторую группу ячеек. Органическая фаза последовательно протекает через все ячейки каскада. Все компоненты разделяемой смеси будут вымываться в порядке уменьшения величин коэффициентов распределения. При обращении фаз, когда неподвижной остается органическая фаза, а проходящей - водная, порядок вымывания меняется на противоположный, где в первую очередь вымываются плохо экстрагируемые компоненты.

Особенность полупротивоточных методов экстракции заключается в том, что они практически не отличаются от аналогичных методов разделения ионным обменом или хроматографией. Это позволяет их использовать для получения особо чистых соединений редких металлов, сколь угодно требуемой чистоты.

Противоточный процесс экстракции можно проводить тремя способами:

–по схеме простого противотока (экстракция одним растворителем);

–по схеме полного противотока (экстракция двумя растворителями);

–фракционной экстракцией с накоплением среднего компонента или некоторой смеси компонентов в центральной части противоточного каскада.

В соответствии с первым методом, водная или органическая фаза, содержащая ценный элемент движется противотоком органической фазе (соответственно водной фазе) через ячейки противоточного каскада. При такой организации процесса на одном экстракционном каскаде возможно получение чистого компонента.

Таким образом, экстракционное извлечение редкого металла будет определяться следующими наиболее важными факторами:

–селективностью экстракционной системы, включающей как один экстракционный реагент, так и синергетную смесь экстрагентов;

–составом водной фазы, включающим, прежде всего, анионную составляющую водной среды (как правило, хлоридные, роданидные или нитратные среды, в отдельных случаях сульфатная среда);

–наличием высаливающих реагентов;

–наличием промышленных экстрагентов для подбора селективной экстракционной системы;

–подбором экстракционного оборудования для создания многоступенчатых противоточных (полупротивоточных) каскадов экстракторов (в настоящее время для этих целей используют, как правило, смесители-отстойники ящичного типа различной конструкции или центробежные экстракторы).

К перечисленным факторам необходимо добавить мероприятия по эффективному разделению фаз с целью разрушения микроэмульсий и повышения степени извлечения в данной экстракционной системе, а также снижения потерь экстрагента. Важным фактором экономического порядка является стоимость экстрагентов, разбавителей, минеральных кислот, в среде которых проводят разделение высаливателя. Необходимо учитывать экологические аспекты жидкостной экстракции, так как рафинаты экстракции и реэкстракты, после выделения из них целевых компонентов, промывные растворы требуют утилизации, устранения дисбаланса по воде, дополнительной очистки от органических компонентов перед сбросом в окружающую среду. Значительные затраты любого экстракционного передела связаны с мероприятиями по пожарной безопасности, так как практически большинство промышленно применяемых разбавителей пожароопасны.

При подборе оборудования для проведения жидкостной экстракции в коррозионно-активных средах необходимо учитывать стоимость материалов, из которых изготовлены экстракторы (в настоящее время это, как правило, полимерные материалы: полипропилен, фторопласт), их устойчивость к коррозионным средам и возможность их использования при повышенных температурах.

В солях аминов и четвертичных аммониевых оснований роль нуклеофильного (электронодонорного) центра играет анион, входящий в состав этих солей. Способность соли металла экстрагироваться одноименной солью амина определяется способностью основного аниона-лиганда системы образовывать недиссоциированные комплексы типа

МА с катионом извлекаемого металла, кроме того, способностью этого аниона, входящего в состав соли амина образовывать координационную связь с атомом металла, увеличивая число присоединенных к металлу анионов-лигандов до возникновения в экстрагирующемся соединении структуры комплексного аниона $[MA_{m.n}]^{n-}$.

В соли амина вида R'R"R'''NHA нуклеофильность аниона A^- зависит, с одной стороны, от влияния заместителей, присоединенных к атому азота, а с другой от природы самого аниона A^-, определяемой тем, какая кислота присутствует в водной фазе, равновесной с амином.

Экстракция металлов происходит в том случае, когда водная фаза содержит ионы водорода в достаточном количестве для превращения амина в замещенную соль аммония, так как экстрагентом является только соль амина, способная к обмену аниона. Экстракция по механизму анионообмена характерна для четвертичных аммониевых оснований (ЧАО).

Предполагается, что гидраты солей ЧАО имеют, по крайней мере, гидратные оболочки, молекулы воды в которых связаны с катионом и анионом неравнозначны: наиболее сильно связаны с четвертичной солью молекулы воды, ближе расположенные к атому азота.

Вторая гидратная оболочка практически представляет собой гидратную оболочку аниона. Вода составляющая как бы третью гидратную оболочку, также может переходить в органические растворители, приводя к образованию молекулярных структур при высоком содержании воды в фазе (табл.2) [6].

Установлена принципиальная возможность экстракционного концентрирования рения из азотнокислых десорбатов, полученных селективной сорбцией рения из маточных растворовуранового производства. Эффективным экстрагентом для концентрирования рения является смесь 0,4*М* ТАА + 0,35*М* ТБФ на основе углеводородного сырья (керосина), при следующих параметрах: соотношении фаз $V_o:V_в$ = 1 : 10, температуре t = 25 - 30 °*С*, скорость перемешивания n = 500 *об/мин*., количество ступеней 3-4 *шт*.

В результате жидкофазной экстракции рения из азотнокислых десорбатов концентрация металла в насыщенной органике составила в среднем 6300 *мг/л,* а степень концентрирования составила 10-11 раз. В качестве оборудования для экстракции можно применить ящичный экстрактор, состоящий из 3-4 камер.

Библиографический список:

1. Блохин А.А., Копырин А.А., Михайленко М.А. Извлечение рения из сернокислотных растворов с помощью композиционного ионита на основе полимерного носителя и триалкиламина // Цветные металлы. – 2005. – №2. С. 59-62.

2. Трошкина И.Д., Г.А. Хасанова, А.М., Чекмарев Сорбционное извлечение микроколичеств рения из промывной серной кислоты // Цветные металлы. – 2000. – №9. – С. 134-137.

3. Трошкина И.Д., Сербин А.М., Кхаинг Зо Наинг. Сорбционное извлечение рения из сернокислых растворов аминосодержащими импрегнатами // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2006. – Т.6. – Вып.6. С. 1022-1027.

4. Захарьян С.В. Исследование сорбционных методов извлечения рения из промывной кислоты и разработка технологии получения высокочистого перрената аммония : Автореф. дисс. канд. техн. наук. – М.: 2012. 22 с.

5. Трошкина И.Д., Г.А. Хасанова, А.М., Чекмарев Сорбционное извлечение микроколичеств рения из промывной серной кислоты // Цветные металлы. – 2000. – №9. С. 134-137.

6. Вольдман Г.М. Основы экстракционных и ионообменных процессов в гидрометаллургии // М.: Металлургия, 1982. 183 с.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 75-78

RESEARCHES IN THE FIELD OF TECHNOLOGY OF EXTRACTION CONCENTRATION OF RHENIUM FROM DESORBATES

[2]***Kurbanov M.A.,*** *Chief Technologist of Mine Management Unit № 5, mashkhur.kurbanov@mail.ru*
[1]***Alikulov Sh.Sh.,*** *Head of the Department "Security activity", sharofovich@mail.ru*
[2]***Ganieva D.S.,*** *geotechnologist engineer Innovation Center, DS.Ganieva@ngmk.uz*
[1]***Karimov N.M.,*** *Master student of the department "RRM", sharofovich@mail.ru*

[1]*Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan*
[2]*Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Navoi, Uzbekistan*

Abstract:

New progressive methods include air-purged drilling. This method is fundamentally different from washing with a liquid in that a gaseous agent, in particular compressed air, is used to clean the bottom of the sludge. Drilling practice has proven that the use of compressed air as a cleaning agent provides a significant increase in the mechanical drilling speeds and reduces the time required to eliminate geological complications, due to which

Keywords: *air purge, drilling, Rank effect, well, vortex tube, compressor, drill, flushing fluid, bottom face, temperature conditions.*

References:

1. Blokhin A.A., Kopyrin A.A., Mikhailenko M.A. Extraction of rhenium from sulfuric acid solutions using a composite ion exchanger based on a polymer carrier and trialkylamine // Non-ferrous metals. - 2005. - No. 2. - pp. 59-62.

2. Troshkina I.D., G.A. Khasanova, AM, Chekmarev Sorption extraction of trace amounts of rhenium from washing sulfuric acid // Non-ferrous metals. - 2000. - No. 9. - pp. 134-137.

3. Troshkina I.D., Serbin A.M., Khaing Zo Naing. Sorption extraction of rhenium from sulfuric acid solutions by amine-containing impregnates // Sorption and chromatographic processes. - 2006. - T.6. - Issue 6. - pp. 1022-1027.

4. Zakharyan S.V. The study of sorption methods for the extraction of rhenium from washing acid and the development of technology for producing high-purity ammonium perrenate: Abstract. diss. Cand. tech. sciences. - M.: 2012. 22 p.

5. Troshkina I.D., G.A. Khasanova, AM, Chekmarev Sorption extraction of trace amounts of rhenium from washing sulfuric acid // Non-ferrous metals. - 2000. - No. 9. - pp. 134-137.

6. Voldman G.M. Fundamentals of extraction and ion-exchange processes in hydrometallurgy // M .: Metallurgy, 1982. 183 p.

УДК 57.014

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЙОДА ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ХИМИЧЕСКИМИ И ЭЛЕКТРОСОРБЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ




Мухиддинов Б.Ф.,
профессор кафедры
«Химическая технология»,
НГГИ, д.х.н.

Бегманов С.Н.,
ассистент кафедры
«Химическая технология»,
НГГИ

Вапоев Х.М.,
зав. кафедрой «Химическая
технология», НГГИ,
доктор ScD

Шодиев А.Ф.,
магистрант кафедры
«Химическая технология»,
НГГИ

Lazurniy, Krug va Umid konlari suvlarining tarkibi o'rganildi va aniqlandi. Kruк va Umid konlarida yodning miqdori yuqori bo'lib, uning miqdori mos ravishda 21,8 va 55,2 mg/l ekanligi ko'rsatildi. Yodidning yodga oksidlanish jarayoniga oksidlovchilar (natriy gipohlorid va erkin hlor) ta'siri o'rganildi. Oksidlanish jarayoni temperatura, pH va oksidlovchining konsentratsiyasiga bog'liqligi aniqlandi.

Bundan tashqari, tabiya er osti suvlaridan yodni elektrosorbtsion usulda ajratib olish tehlogiyasi ham urganildi va sorbent sifatida Norit RO NMU-20 va AM-2B lardan foydalanildi. Yodni laboratoriya va sanoat qurilmalarida ajratib olish imkoniyatlari ko'rsatiladi.

Tayanch iboralar: *yod, elektrosorbsiya, er osti suvlari, izoamil spirt, sorbentlar, artesian basseynlari, elektroliz, barbatajlash, ekstragen.*

Изучены и определены химический состав воды в месторождениях Лазурный, Крук и Умид. Установлено, что содержания йода больше в месторождениях Крук и Умид, который составляет 21,8 и 55,20 мг/л, соответственно. Исследовано влияние окислителей (гипохлорит натрия и свободного хлора) на процесс окисления йодид ионов на йод. Установлено, что на процесс окисления влияет температура, pH и концентрации окислителей.

Также исследована электросорбционная технология извлечения йода из природных подземных вод, которые в качестве сорбентов использовали Norit RO NMU-20 и AM-2Б. Показана возможность извлечения йода в лабораторных и опытных установках.

Ключевые слова: *йод, электросорбция, подземные воды, изоамиловый спирт, сорбенты, артезианские бассейны, электролиз, барбатирование, экстрагент.*

Йод встречается в природе в горных породах, почвах, водах, в живых организмах и других объектах.

Исследования по изучению распространения йода в природе проведены академиком В.И. Вернадским, который один из первых получил сведения о содержании йода в морских и речных водах, а также минералах. По сведениям Вернадского, общее количество йода в земной коре составляет 10^{14}-10^{13} *т* [1].

Кроме того опубликованы работы академика А.Е. Ферсмана о распространении йода и его соединений в объектах окружающей среды. По его данным значительное количество йода находится в горных породах, почвах, водах, в живых организмах [2].

Распространение йода в природе подробно изучается в связи с огромной ролью, которую играет этот элемент в жизни человека, животных и растений. Это стало очевидным особенно после того, как выяснилось, что недостаток йода является причиной тяжелого заболевания - зоба, наблюдающегося среди населения некоторых горных и болотистых местностей [3].

Минералы, в которых йод является главной составной частью, немногочисленны и очень редко встречаются в природе. Такие минералы представляют собой индивидуальные или смешанные галогениды серебра или меди, они найдены в некоторых месторождениях серебряных руд. Известен также минерал лаутарит $Ca(IO_3)_2$, встречающийся в месторождениях селитры в Южной Америке [4].

Исследованы содержание йода в горючих сланцах месторождения Кохта-ярве (кукерсит) и продуктах его переработки. Средняя концентрация йода в кукерсите составляет (0,57-0,75)x10^{-3}%. Привлекать кукерсит в качестве нового сырья для промышленного получения йода авторы считают экономически нецелесообразным [5].

Промышленные подземные воды обычно характеризуются широким региональным распространением и большими эксплуатационными запасами. Они являются, как обычно, поликомпонентным сырьём и могут одновременно использоваться для извлечения некоторых ценных компонентов, в том числе йода и брома. В годы независимости Узбекистана установлена опытно-промышленная установка по добыче йода на месторождениях Гуртепа (Наманганская область), Ханкыз (Ферганская), Хаудак, Кокайты (Сурхандарьинская область) и Крук (Бухарская область), которая основана для извлечения йода воздушно-десорбционным методом. Недостатком данного метода является то что, для окисления йодида требуется свободный хлор, который, во-первых, недоступен, во-вторых, ядовит. В настоящее время по некоторым причинам, эти установки не работают для извлечения йода.

Потребность Узбекистана в кристаллическом йоде для производственных нужд составляет более 50 тонн и удовлетворяется за счет импортных поставок (Чили, Япония и Туркменистан). Йод в условиях Узбекистана содержится в попутных водах нефтяных месторождений. Однако его добыча остается пока не организованной и несистематизированной.

В связи с этим, проведены исследования по изучению химического состава подземных вод на месторождениях Умид и Крук в Караулбазарском районе Бухарской области и Лазурный в Навоийской области, результаты которых приведены в табл. 1.

Анализ результатов исследования показывает, что среди исследованных подземных вод месторождений наибольшее содержание йода и брома определено в месторождениях Умид и Крук, содержания которых составляют 55,20 и 436,8 *мг/л* и 21,8 и 198,9 *мг/л*, соответственно.

Нами было исследовано [6], что влияние окислителей на процесс окисления йодид ионов в йод имеет предельный характер, так как процесс является динамическим.

Как видно из табл. 2, наибольший эффект окисления йода достигается при использовании NaClO, при стехиометрическом соотношении компонентов. Также установлено, что уменьшение pH раствора благоприятно

Таблица 1

Химический состав воды в месторождениях Лазурный, Крук и Умид

№ п/н	Наименование компонентов	Содержание компонентов в месторождениях, *мг/л*		
		Лазурный	Крук	Умид
1	Ca^{+2}	11,1	3006,0	150
2	Mg^{+2}	66,3	851,2	70
3	Na^{+}	-	24295,5	1069,56
4	K^{+}	-	517,5	1069,56
5	Ba^{+2}	4,6	-	-
6	Sr^{+2}	59,2	-	-
7	Zn^{+2}	-	-	0,24
8	SiO_2	261,8	-	-
9	Mn^{+2}	0,91	0,34	0,55
10	Ni^{+2}	0,009	3,10	4,64
11	Pb^{+2}	0,044	2,23	2,8
12	Al^{+3}	-	0,02	0,34
13	Cu^{+2}	-	0,22	0,30
14	Fe^{+2}	1,4	-	-
15	Fe^{+3}	-	2,58	0,14
16	Mo^{+2}	-	0,30	1,065
17	Co^{+2}	-	4,06	6,19
18	Cr^{+3}	-	0,13	0,14
19	F^{-}	-	0,66	1,39
20	I^{-}	1,0-1,2	21,8	55,20
21	Br_2	-	-	-
22	Br^{-}	20-90	198,9	436,80
23	NO_3^{-}	-	0,37	0,06
24	NO_2^{-}	0,015	0,24	0,01
25	Cl^{-}	7200	45376,0	1280,00
26	HCO_3^{-}	-	500,36	8,20
27	SO_4^{2-}	51,0	255,19	5,31
28	pH	7,5	7,7	7,7

Таблица 2

Влияние концентрации окислителей на процесс перехода йодидов в йод ($V_{общ}$ =100 *мл*, $C_{йода}$=55,2 *мг/л*, T=25-30°*C*, $t_{окис}$= 3 *час.*)

№ п/п	Окислитель		pH	Конц-я йода, *мг/л*	Окисление йода, %
	Наимено-вание	Конц-я, *мг/мл*			
1	NaClO	0,228	5,0	8,17	14,80
2	NaClO	0,456	5,0	12,88	23,33
3	NaClO	0,684	5,0	17,69	32,05
4	NaClO	0,912	5,0	21,11	38,24
5	NaClO	1,140	5,0	26,40	47,83

Таблица 3

Извлечение йода из попутных вод при различных количествах циклов использования изоамилового спирта ($C_{исх}$=55,2 *мг/л*, t=3 *час*, окислитель NaClO)

№	Извлекающий реагент (изоамиловый спирт)	Цикл извле-чения	Количество изоамилово-го спирта, *г*	Объем техни-ческого р-ра, *мл*	T, °C	Извле-чение, %
1	Изоамиловый спирт	1	10	100	25	43,08
		2	10	100	28	51,70
		3	10	100	30	37,15

влияет на процесс окисления йодид ионов в элементарный йод. Наиболее доступным и безопасным окислителем является гипохлорит натрия, 19%-ный водный раствор которого выпускается в АО «Навоиазот».

Исследование влияния температуры на процесс окисления йода показало, что хорошим интервалом температур для данной системы является 25-30ºС (рис.1). Экстремальный характер кривой зависимости окисления от температуры, можно объяснить увеличением скорости окисления при повышении температуры до 28 °С, а при дальнейшем увеличении превалировании скорости летучести йода из системы над первым фактором.

На втором этапе работы был исследован процесс выделения йода из рассола. Так как йод хорошо растворяется в спиртах, нами была исследована возможность применения для этого, не смешивающийся с водой, широко используемой в промышленности экстрагента-изоамиловый спирт (марки «чистый»).

В табл. 3 представлена зависимость процента извлечения йода от циклов выделения при использовании изоамилового спирта, где видно, что при экстракции йода органическими реагентами происходит быстрое насыщение экстрагента уже в 3-х циклах, что требует его перегонки для дальнейшего использования. Этот процесс требует больших энергозатрат и приводит к потере растворителя при перегонке. Этот технический этап также опасен с точки зрения пожаробезопасности, так как изоамиловый спирт относится к легкогорючим соединениям.

Кроме того, нами исследован для извлечения йода в качестве окислителя свободный хлор, выпускаемый в АО «Навоиазот».

Извлечение йода из подземных вод нефтяных месторождений окислением хлора осуществляется следующим образом [7]. Для извлечения йода производится подкисление раствора соляной кислотой до pH=2. Подкисленная вода барбатируется газообразным хлором (скорость потока хлора $1{,}5\cdot10^{-3}$ *м³/сек*), при этом происходит окисление йодида до свободного йода, который экстрагируется в изоамиловом спирте. Извлечение йода составляет 72,2%.

Таким образом, в вышеуказанных методах низкое извлечение йода, а также для окисления йодида требуется свободный хлор, серная кислота которые, во-первых недоступны, во вторых ядовиты и требуют особых условий работы. Поэтому требуются другие методы извлечения йода, обеспечивающие экономическую эффективность, охрану окружающей среды, исключающих использование химических реагентов.

Нами также исследована электросорбционная технология извлечения йода из природных рассолов.

Опыты проводились на лабораторной установке, которая представляет собой сорбционную колонку и одновременно является проточным электролизером, в нижней ее части вставлен графитовый электрод, на который насыпан слой хорошо спрессованного активного угля марки Norit RO NMU 20. Поверх угля располагается медный катод.

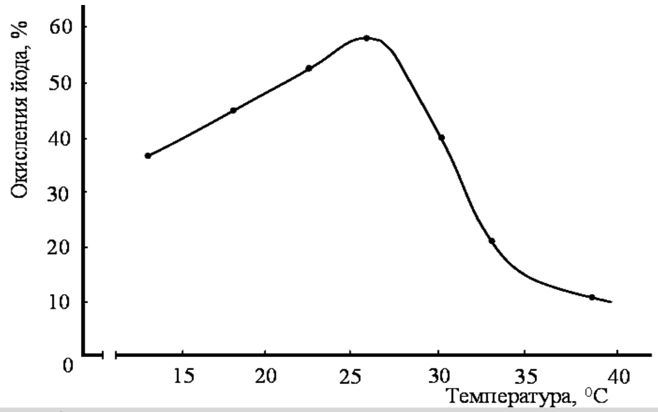


Рис.1. Зависимость температуры системы на процесс окисления йодида иона (pH=3, окислитель NaClO)

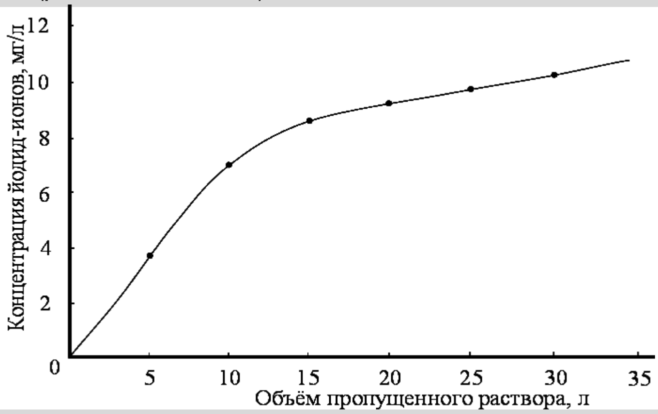


Рис.2. Выходная кривая сорбции йода из естественных растворов с C_I= 10 *мг/л*

Например, на 200 *г* угля марки Norit RO NMU-20 из гидротермальной воды месторождения Умид, содержащей 50-55 *мг* йодидов в 1 литре, адсорбировано 370 *мг* йода, после этого ток был перевернут и при силе тока 20 *мА* и напряжении 2 *В* весь йод был полностью выделен с угля в виде йодид-ионов.

Наглядно процесс сорбции можно пояснить в виде кривой сорбции, которая показывает зависимость концентрации йодид-ионов в фильтрате от объема пропущенного раствора и кривой, которая показывает зависимость динамической обменной емкости сорбента-угля по йоду от объема пропущенного раствора (рис. 2, 3).

Основная идея метода может быть пояснена следующими соображениями. Так как уголь обладает металлической проводимостью, то уголь насыщенный йодом, может выполнять роль катода и процесс восстановления йода в йодид можно осуществить пропусканием соответствующего количества электричества. Если при этом применить вспомогательный электрод, подобранный таким образом, чтобы на нем не возникало высоких скачков потенциала, то расход энергии должен был бы определяться величиной потенциала, необходимого для восстановления йода в иодид.

Процессы, проходящие на электродах электролизера показаны схематично на рис.4.

Из схемы видно, что на аноде из воды выделяются свободные катионы водорода, которые создают кислую среду для окисления йодидов. Далее, в этом же анодном пространстве происходит окисление йодидов до молекулярного йода и его сорбция на угле. Кроме того, на аноде также выделяется хлор и кислород, которые являются дополнительными окислителями для йодидов. После сорбции раствор проходит через катодное пространство электролизера, подкисленный раствор нейтрализуется гидроксид-ионами, выделяющиеся из воды на катоде.

Полученные данные лабораторных испытаний представлены в табл. 4.

Таким образом, в результате исследований определена возможность получения электросорбционным способом йода путем одновременного подкисления поступающего на сорбцию раствора, окисления в нем йодидов до элементарного йода и его сорбция на угле в анодном пространстве электролизера.

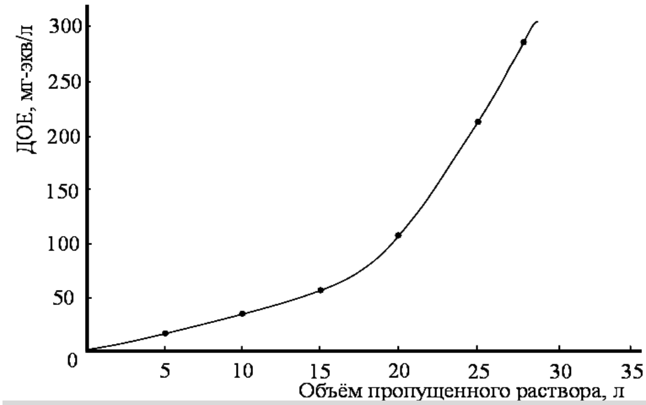


Рис.3. Зависимость динамической обменной емкости сорбента Norit RO NMU-20 от объема пропущенного раствора

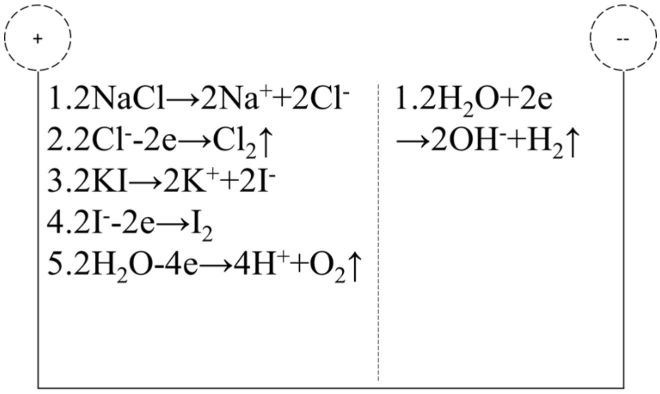


Рис.4. Схема электросорбционных процессов, протекающих на электродах

Таблица 4

Данные по электросорбционному извлечению йода на лабораторной установке

Показатель	Опыт
Продолжительность электролиза, *ч*	75
Пропущенное кол-во электричества, *А-ч*	6
Сила тока, *мА*	0,20-0,30
Напряжение, *В*	1,5-2,0
Потребляемая мощность, *кВт-ч*	0,012
pH электролита (*нач./кон.*)	7,5/6,5
Содержание I^- в исходном растворе, *мг/л*	55,0-70,0
Выход по току I^-, %	92,2

Таблица 5

Наиболее перспективные месторождения для организации промышленной добычи йода из подземных вод

№	Месторождения	Содержание йода, *мг/л*		Прогнозные ресурсы	
		от	до	Воды, *м³/сут*	Йода, *т/год*
Бухарская и Кашкадарьинская область					
1.	Крук	16	36	9282	94,5
2.	Умид	40	73	1632	16,7
3.	Северный Уртабулак	30	46	21592	321,5
4.	Джарчи	25	34	-	-
Наманганская область					
5.	Гуртепа	13	16	346 - 1296	41-194

Одной из актуальных задач отечественной фармацевтической, химической и пищевой промышленности является организация производств йодсодержащих соединений на основе собственного природного сырьевого ресурса. Потребность в кристаллическом йоде для производственных нужд составляет более 50 тонн в год. Йод в растворенном виде в условиях Узбекистана встречается в основном в нефтяных месторождениях.

Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-2298 от 11 февраля 2015 года «О программе локализации производства готовой продукции, комплектующих изделий и материалов на 2015-2019 годы» организация производства кристаллического йода определена в качестве актуальной задачи.

В настоящее время в водах нефтяных месторождений Узбекистана йод встречается в Бухарской, Кашкадарьинской, Ферганской и Наманганской областях, а именно в месторождениях Крук, Умид, Северный Уртабулак, Джарчи, Гуртепа, Чортак и другие.

Прогнозные ресурсы подземных вод, наличие которых предполагается на основе общих гидрогеологических представлений, оцениваются в границах артезианских бассейнов и в потенциальных эксплуатационных возможностях. Суммарные прогнозные ресурсы подземных промышленных нефтяных вод Узбекистана по состоянию на 01.01.2010 г. по данным ГКЗ РУз приведены в табл.5.

Анализ представленных данных показывает, что суточный объем воды из нефтяных скважин составляет 32,9-33,8 *тыс. м³/сут* и из них можно извлечь кристаллический йод около 500 *т/год*.

Собранная авторами опытная установка по электросорбционному способу, которая позволяет получить не менее 90% извлечения йода. В качестве сорбента использовали активированный уголь и специальный анионит.

Таким образом, извлекая йод из вод нефтяных месторождений Узбекистана по электросорбционному способу, Узбекистан полностью покроет свою потребность в йоде и в недалеком будущем, станет экспортёром йода за рубеж.

Библиографический список:

1. Вернадский В.И. Очерки геохимии. –М.: Горгеонефтиздат, 1934. 380 с.
2. Ферсман А.Е. Геохимия. –М.: Госхимиздат, 1939. 399 с.
3. Популярная библиотека химических элементов. // Под ред. Петриянова И.В. и Соколова Н.Т. -М. -1980. 130 с.
4. Ксензенко В.И, Стасиневич Д.С. Технология брома и йода. –М.: ГХИ, 1960. 303 с.
5. Овчинникова И.А., Жилин А.Г., Тамачева Э.И. О возможности привлечения нового вида сырья (Кукериста) для промышленного получения йода // Синтез йода, брома и их соединения. -М. -1985. С. 29-32.
6. Мухиддинов Б.Ф., Санакулов К.С., Хасанов А.С., Вапоев Х.М. Извлечение йода из подземных вод в химических реагентах Материалы республиканской научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития», г.Навои, 15-16 ноября2016 г. С. 287-288.
7. Мухиддинов Б.Ф., Хасанов А.С., Вапоев Х.М., Бекманов С. Нефт конлари кудуклари сувла-ридан йод ва бромни ажратиб олиш. Материалы республиканской научно –практичес-ческой конференции «Кимё фанининг долзарб муммолари ва уни ўқитишда инновацион технологиялар», Тошкент, , 30-31 марта 2016 г, С.12-13.

“GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA”, 2020, №2 (81) pp. 79-82

EXTRACTION OF IODINE FROM UNDERGROUND WATERS BY CHEMICAL AND ELECTROSORPTION METHODS

Mukhiddinov B.F., *DSc, professor of “Chemical technology” department, muhiddinov.b@mail.ru*
Begmanov S.N., *assistant teacher of “Chemical technology” department*
Vapoev H.M., *DSc, head of “Chemical technology” department, khusniddin73@mail.ru*
Shodiev A.F., *graduate student*

Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan

Abstract. *The chemical composition of water in the Lazurny, Kruk and Umid deposits was studied and determined. It was established that the iodine content is higher in the Kruk and Umid deposits, which are 21.8 and 55.20 mg / l, respectively. The effect of oxidizing agents (sodium hypochlorite and free chlorine) on the oxidation of iodide ions to iodine is studied. It has been established that the oxidation process is affected by temperature, pH, and oxidizer concentrations.*

The electrosorption technology for the extraction of iodine from natural groundwater, which used Norit RO NMU-20 and AM-2B as sorbents, was also studied. The possibility of iodine extraction in laboratory and experimental plants is shown.

Keywords: *iodine, electrosorption, groundwater, isoamyl alcohol, sorbents, artesian pools, electrolysis, barbation, extractant.*

References

1. Vernadsky V.I. Essays on geochemistry. –M .: Gorgeoneftizdat, 1934. 380 p.
2. Fersman A.E. Geochemistry. –M .: Goskhimizdat, 1939. 399 p.
3. A popular library of chemical elements. // Ed. Petriyanova I.V. and Sokolova N.T. -M. -1980. -FROM. 13 p.
4. Ksenzenko V.I., Stasinevich D.S. Technology of bromine and iodine. –M .: GHI, 1960. 303 p.
5. Ovchinnikova I.A., Zhilin A.G., Tamacheva E.I. On the possibility of attracting a new type of raw material (Cooker) for the industrial production of iodine // Synthesis of iodine, bromine and their compounds. -M. -1985. -FROM. pp. 29-32.
6. Mukhiddinov B.F., Sanakulov K.S., Khasanov A.S., Vapoev Kh.M. Iodine extraction from underground water in chemical reagents Materials of the republican scientific and technical conference "Mining and metallurgical complex: achievements , Problems and Prospects for Innovative Development ”, Navoi, 2016, November 15-16, pp. 287-288.
7. Mukhiddinov B.F., Khasanov A.S., Vapoev H.M., Bekmanov S. Neft konlari kuduklari suvlaridan yod va bromni ajratib olish. Materials of the Republican Scientific and Practical Conference, Toshkent, 2016, March 30-31. pp. 12-13.

УДК 622.1/.2 (075.8)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ КОНТУРНОГО ВЗРЫВАНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ЩЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ




Нурхонов Х.А.,
соискатель-исследователь кафедры горного дела и геодезии Каршинского инженерно-экономического института

Каримов Ё.Л.,
старший преподаватель кафедры горного дела и геодезии Каршинского инженерно-экономического института

Хужакулов А.М.,
старший преподаватель кафедры горного дела и геодезии Каршинского инженерно-экономического института

Латипов З.Ё.,
соискатель-исследователь кафедры горного дела и геодезии Каршинского инженерно-экономического института

Ushbu maqolada portlatilgan skvajina va shpur zaryadining diametridagi o'zgarishlarda jinslarning siqilish kuchi, portlovchi moddalarning detonatsiya tezligi, portlovchi moddalarning zichligi, kondagi bo'ylama to'lqinning tezligi va kontur zaryadining chiziqli massasiga, portlovchi jinslarning zichligiga bog'liqligi aniqlandi.

Tayanch iboralar: *skvajina, shpur,tog' jinsi,bo'ylama to'lqin tezligi, konturli portlatish, tog' jinsi siqilishi, zichlik, chiziqli massa, mustaxkamlik chegarasi, shpur radiusi, parobolik o'zgarish, darzlik, tangensial kuchlanish, va boshqalar.*

В этой статье рассмотрены интервал изменения в зависимости от диаметра скважины и заряда, зависимость от прочности на сжатие породы и скорости детонации взрывчатых веществ, плотности взрывчатых веществ, скорости приливной волны в кровле и плотности контуров.

Ключевые слова: *скважина, шпур, порода, скорость продольной волны, контурный взрыв, сжатие породы, интенсивность, линейная масса, предел прочности, радиус закрутки, параболическое изменение, растрескивание, касательное напряжение и многое другое.*

Метод предварительного щелеобразования (МПЩ) применяется для создания экранирующей щели с целью снижения воздействия взрыва на законтурный массив.

Цель контурного взрывания получить щель по заданному контуру и снизить воздействие массового взрыва на защищаемый массив. Поэтому напряжения на стенки контурного шпура, вызванные действием продуктов детонации, не должны превышать прочностной характеристики горных пород в условиях взрывного нагружения P_c:

$$P \leq P_c \tag{1}$$

Прочностную характеристику горных пород в условиях взрывного нагружения на последней стадии взрыва можно определить по зависимости [2]:

$$P_c = \sigma_{сж}\left(\frac{\rho_0 c^2}{5\sigma_{сж}}\right)^{1/4} \tag{2}$$

где $\sigma_{сж}$– предел прочности на сжатие, *Па*;ρ_0– плотность породы, *кг/м³*; c – скорость продольной волны в породе, *м/с*.

Выражение (2) получено из рассмотрения квазистатического расширения взрывной полости на заключительной стадии взрыва, что имеет место при контурном взрывании [1].

Диаметр заряда контурного шпура значительно меньше диаметра зарядной полости, поэтому давление продуктов детонации на стенки шпура:

$$P = P_D\left(\frac{V_З}{V_Ш}\right)^{\gamma} \tag{3}$$

или

$$P_c = P_D\left(\frac{V_З}{V_Ш}\right)^{\gamma} \tag{4}$$

где P_D– среднее давление продуктов детонации после взрыва, *Па*; $V_З/V_Ш$– отношение объема контурного заряда к объему зарядной полости; γ – показатель адиабаты продуктов взрыва для контурного взрывания γ = 1,5.

Отношение объема контурного заряда к объему зарядной полости на 1 *м* длины шпура:

$$V_З/V_Ш = (r_З/r_Ш)^2 \tag{5}$$

где, $r_З/r_Ш$ - отношение радиуса заряда к радиусу шпура.

Преобразуя (4) получим:

$$P_c = P_D\left(\frac{r_З}{r_Ш}\right)^{2\gamma} \tag{6}$$

Отсюда радиус заряда контурного шпура определится как:

$$r_З = r_Ш\left(\frac{P_c}{P_D}\right)^{1/3} \tag{7}$$

Среднее давление продуктов детонации при взрыве:

$$P_D = \rho_{ВВ}D^2/8 \tag{8}$$

$\rho_{ВВ}$– плотность ВВ, *кг/м³*;D – скорость детонации ВВ, *м/с*.

Подставляя формулы для P_cи P_D в (7) найдем радиус заряда контурного шпура:

$$r_З = 1{,}75\,\frac{(\rho_0 c^2)^{1/12}}{(\rho_{ВВ}D^2)^{1/13}\sigma_{сж}{}^{1/4}}r_Ш \tag{9}$$

или

$$r_З = 1{,}75\,\frac{(\rho_0 c^2)^{1/3}(\rho_0 c^2)^{1/4}}{(\rho_{ВВ}D^2)^{1/3}\sigma_{сж}{}^{1/4}}r_Ш \tag{10}$$

В выражении (10) второй сомножитель представляет собой корень кубический из отношения акустических жесткостей породы и ВВ. Чем больше это отношение тем меньше энергии взрыва переходит в горную породу и тем больше будет радиус заряда контурного шпура. Третий сомножитель представляет собой согласно [82] коэффициент динамичности. Эта величина показывает, во сколько раз увеличивается прочностная характеристика среды в условиях взрывного нагружения [2].

Диаметр заряда контурного шпура определится из зависимости:

$$d_3 = 1{,}75\ \frac{(\rho_0 c^2)^{1/3}(\rho_0 c^2)^{1/4}}{(\rho_{\text{ВВ}} D^2)^{1/3}\sigma_{\text{сж}}{}^{1/4}} d_{\text{Ш}} \qquad (11)$$

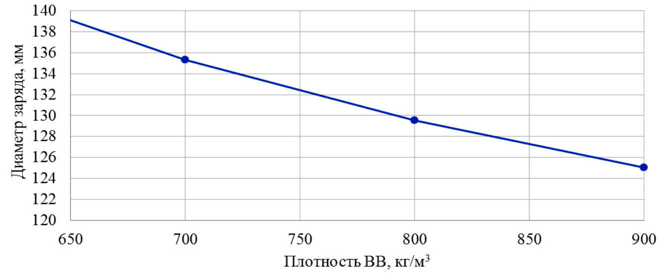


Рис.1. График изменения диаметра заряда от её плотности

На рис. 1. график изменения диаметра взрываемого заряда от его плотности. Зависимость показывает что, с увеличением плотности ВВ от 650 до 900 *кг/м³*, диаметр скважинного заряда уменьшается с 139 до 125 *мм*.

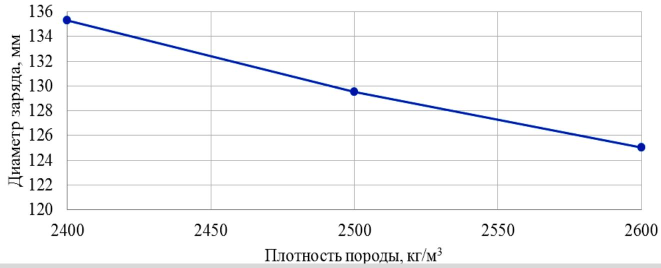


Рис.2. График изменения диаметра заряда в зависимости от плотности взрываемой породы

На рис. 2. график изменения диаметра взрываемого заряда от плотности взрываемой горной породы. Зависимость показывает, что с увеличением плотности взрываемой горной породы от 2400 до 2600 *кг/м³*, диаметр скважинного заряда уменьшается с 135 до 125 *мм*.

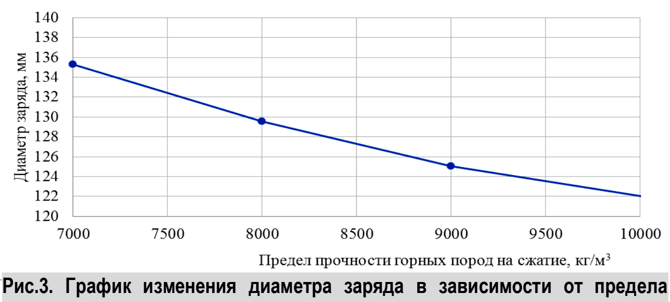


Рис.3. График изменения диаметра заряда в зависимости от предела прочности горных пород на сжатие

На рис. 3. график изменения диаметра взрываемого заряда от предела прочности горных пород на сжатие. Зависимость показывает, что с увеличением предела прочности горных пород на сжатие от 7000 до 10000 *кг/м³*, диаметр скважинного заряда уменьшается с 135 до 122 *мм*.

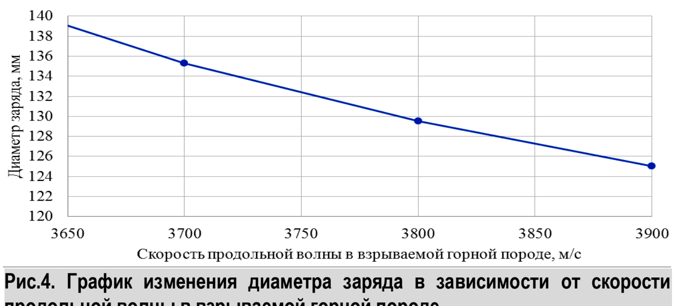


Рис.4. График изменения диаметра заряда в зависимости от скорости продольной волны в взрываемой горной породе

На рис. 4. приведен график изменения диаметра взрываемого заряда от скорости продольной волны в взрываемой горной породе. Полученная зависимость показывает, что с увеличением скорости продольной волны в взрываемой горной породе от 3650 *м/с* до 3900 *м/с*, диаметр скважинного заряда уменьшается с 139 *мм* до 125 *мм*.

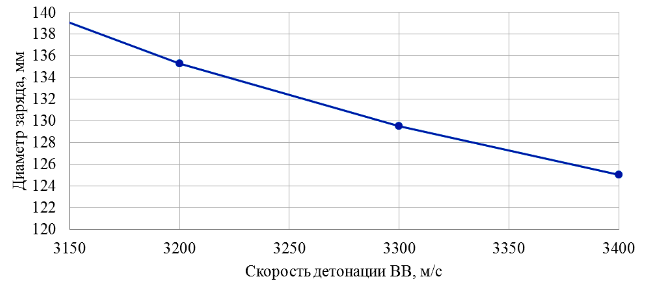


Рис.5. График изменения диаметра заряда в зависимости от скорости детонации ВВ

На рис. 5. приведен график изменения диаметра взрываемого заряда от скорости детонации ВВ. Полученная зависимость показывает, что с увеличением скорости детонации ВВ от 3150 до 3400 *м/с*, диаметр скважинного заряда уменьшается с 139 до 125 *мм*.

Таким образом, установлен график изменения диаметра взрываемого скважинного заряда в зависимости от плотности ВВ и взрываемых горных пород, а также придела прочности горных пород на сжатие, скорости продольной волны в породе и скорости детонации промышленных ВВ [3]. Полученная закономерность характеризуется параболической зависимостью.

Линейная масса заряда контурного шпура:

$$\rho = \pi\, r_3{}^2 \rho_{\text{ВВ}}$$

Преобразуя, получим:

$$\rho = 9{,}6 \left(\frac{\rho_0 c^2}{\rho_{\text{ВВ}} D^2}\right)^{2/3} \left(\frac{\rho_0 c^2}{\sigma_{\text{сж}}}\right)^{1/2} r_{\text{Ш}}{}^2 \rho_{\text{ВВ}} \qquad (12)$$

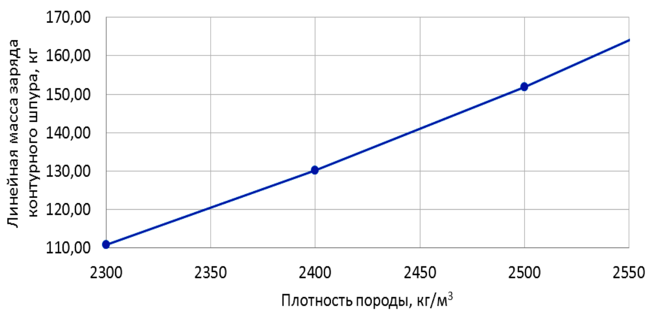


Рис.6. Зависимость изменения плотности горных пород от линейной массы заряда контурного шпура

На рис. 6. приведена зависимость изменения плотности взрываемой горной породы от линейной массы заряда контурного шпура. Полученная зависимость показывает что, с увеличением плотности взрываемых горных пород от 2300 до 2550 *кг/м³* линейная масса взрываемого контурного заряда увеличивается от 110 до 164 *кг*.

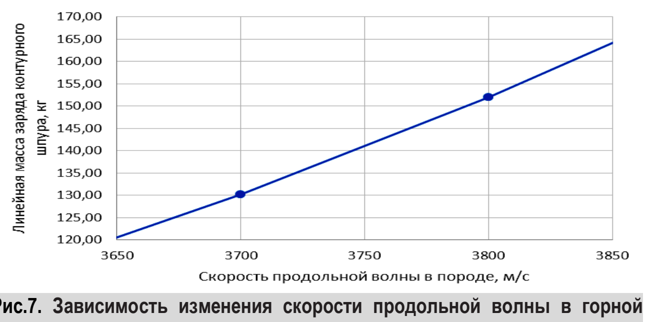


Рис.7. Зависимость изменения скорости продольной волны в горной породе от линейной массы контурного заряда

На рис. 7. приведена зависимость изменения скорости продольной волны в горной породе от линейной массы контурного заряда. Полученная зависимость показывает что, с увеличением скорости продольной волны в горной породе от 3650 до 3850 *м/с* линейная масса взрываемого контурного заряда увеличивается от 120 до 164 *кг*.

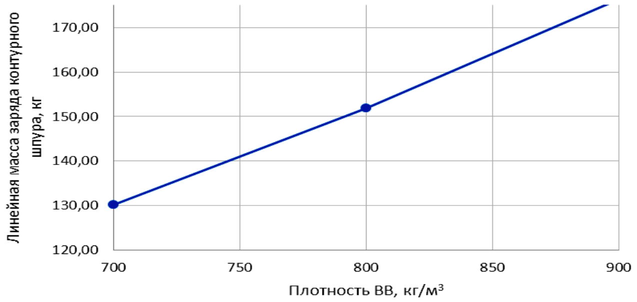


Рис.8. Зависимость изменения плотности ВВ от линейной массы контурного заряда

На рис. 8. приведена зависимость изменения плотности ВВ от линейной массы контурного заряда. Полученная зависимость показывает, что с увеличением плотности ВВ от 700 до 900 *кг/м³* линейная масса взрываемого контурного заряда увеличивается от 130 до 180 *кг*.

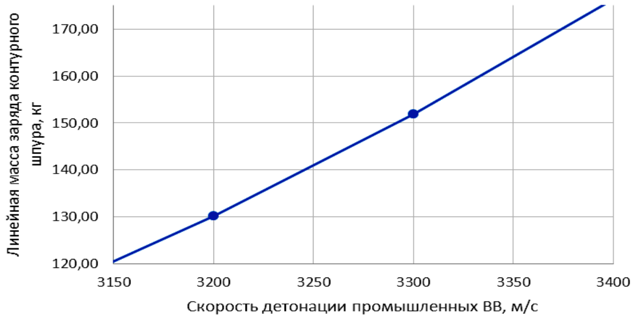


Рис.9. Зависимость изменения скорости детонации промышленных ВВ от линейной массы контурного заряда

На рис. 9. приведена зависимость изменения скорости детонации промышленных ВВ от линейной массы контурного заряда. Полученная зависимость показывает, что с увеличением скорости детонации промышленных ВВ от 3150 до 3400 *м/с* линейная масса взрываемого контурного заряда увеличивается от 120 до 180 *кг*.

Таким образом, установлена обобщающая параболическая закономерность изменения радиуса шпурового заряда, предела прочности горных пород на сжатие, скорости детонации промышленных ВВ, плотности ВВ, скорости продольной волны в горной породе и плотности взрываемой горной породы в зависимости от линейной массы контурного заряда. Полученная закономерность характеризуется зависимостью параболического типа [5].

Изменение тангенциальных напряжений при взрыве шпура радиусом $r_ш$ с расстоянием r определится из зависимости:

$$\sigma_\theta = P\left(\frac{r_{Ш}}{r}\right)^2 \tag{13}$$

Согласно (1) P ≤ Pc, тогда:

$$\sigma_\theta = \sigma_{сж}\left(\frac{\rho_0 c^2}{5\sigma_{сж}}\right)^{1/4}\left(\frac{r_{Ш}}{r}\right)^2 \tag{14}$$

Образование трещины по линии, соединяющей контурные шпуры возможно, в случае если в точке находящейся на половине расстояния между шпурами r = a/2 тангенциальные напряжения $\sigma_\theta \geq \sigma_р/2$:

$$\sigma_р/2 = \sigma_{сж}\left(\frac{\rho_0 c^2}{5\sigma_{сж}}\right)^{1/4}\left(\frac{2r_{Ш}}{a}\right)^2 \tag{15}$$

Отсюда расстояние между контурными шпурами при методе предварительного щелеобразования определится из зависимости:

$$a = 2{,}82\, r_{Ш}\sqrt{\frac{\sigma_{сж}}{\sigma_р}\left(\frac{\rho_0 c^2}{5\sigma_{сж}}\right)^{1/8}} \tag{16}$$

$$a = 1{,}41\, d_{Ш}\sqrt{\frac{\sigma_{сж}}{\sigma_р}\left(\frac{\rho_0 c^2}{5\sigma_{сж}}\right)^{1/8}} \tag{17}$$

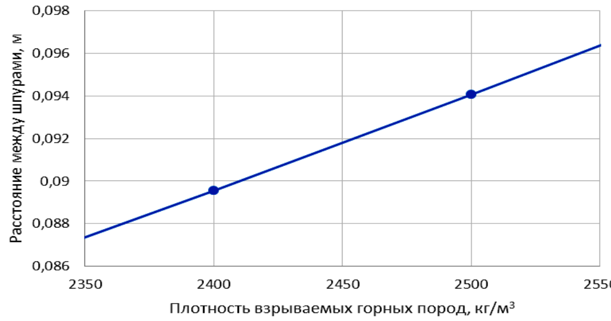


Рис.10. Зависимость изменения плотности взрываемых горных пород от расстояния между шпурами

На рис. 10. приведена зависимость плотности взрываемых горных пород от расстояния между шпурами. Полученная зависимость показывает, что с увеличением плотности взрываемых пород от 2350 *кг/м³* до 2550 *кг/м³* расстояние между шпурами увеличивается от 0,087 до 0,096 *м*.

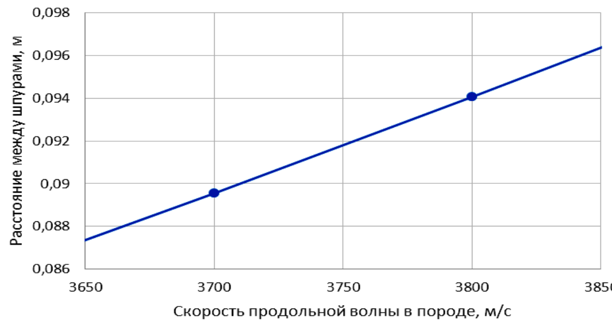


Рис.11. Зависимость изменения скорости продольной волны в породе от расстояния между шпурами

На рис. 11. приведена зависимость скорости продольной волны в породе от расстояния между шпурами. Полученная зависимость показывает, что с увеличением скорости продольной волны в породе от 3650 до 3850 *м/с* расстояние между шпурами увеличивается от 0,0875 до 0,096 *м*.

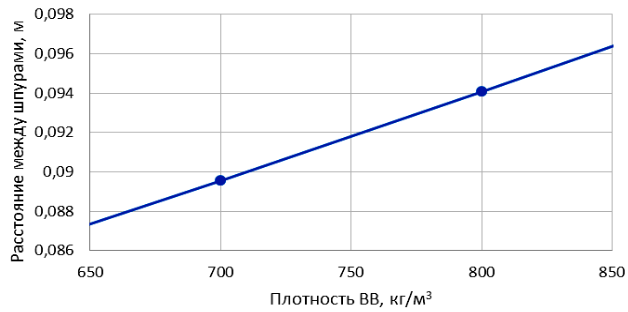


Рис.12. Зависимость изменения плотности ВВ от расстояния между шпурами

На рис. 12, приведена зависимость плотности ВВ от расстояния между шпурами. Полученная зависимость показывает, что с увеличением плотности ВВ от 650 до 850 *кг/м³* расстояние между шпурами увеличивается от 0,0875 до 0,096 *м*.

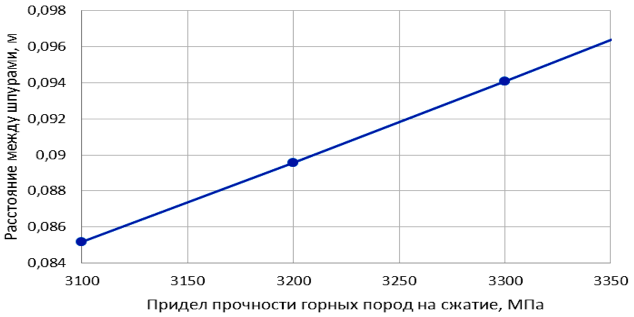


Рис.13. Зависимость изменения предела прочности горных пород на сжатие от расстояния между шпурами

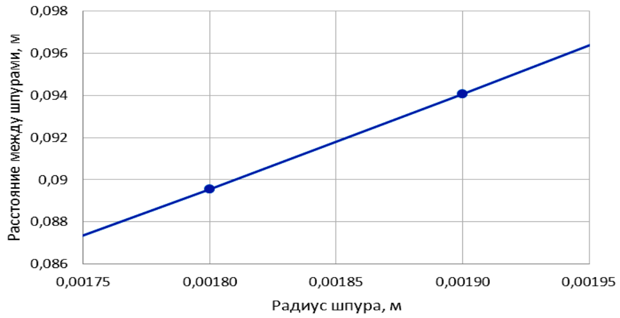


Рис.14. Зависимость изменения плотности ВВ от расстояния между шпурами

На рис. 13. приведена зависимость предела прочности горных пород на сжатие от расстояния между шпурами. Полученная зависимость показывает, что с увеличением предела прочности горных пород на сжатие от 3100 до 3350 *МПа*, расстояние между шпурами увеличивается от 0,085 до 0,096 *м*.

На рис. 14. приведена зависимость радиуса шпура от расстояния между шпурами. Полученная зависимость показывает, что с увеличением радиуса шпура от 0,00175 до 0,00195 *м*, расстояние между шпурами увеличивается от 0,0875 до 0,096 *м*.

Таким образом, установлена обобщающая параболическая закономерность плотности взрываемых горных пород, скорости продольной волны в породе, плотности ВВ, предела прочности горных пород на сжатие и растяжения, а также радиуса шпура в зависимости от расстояния между шпурами. Полученная закономерность характеризуется зависимостью параболического типа.

Установлена зависимость изменения диаметра взрываемого скважинного заряда в зависимости от плотности ВВ и взрываемых горных пород, а также придела прочности горных пород на сжатие, скорости продольной волны в породе и скорости детонации промышленных ВВ. Полученная закономерность характеризуется параболической зависимостью.

Установлена закономерность изменения радиуса шпурового заряда, предела прочности горных пород на сжатие, скорости детонации промышленных ВВ, плотности ВВ, скорости продольной волны в горной породе и плотности взрываемой горной породы в зависимости от линейной массы контурного заряда.

Установлена закономерность плотности взрываемых горных пород, скорости продольной волны в породе, плотности ВВ, предела прочности горных пород на сжатие и растяжения, а также радиуса шпура в зависимости от расстояния между шпурами. Полученная закономерность характеризуется зависимостью параболического типа.

Библиографический список:

1. Барон Л. И., Ключников А. В. Контурное взрывание при проходке выработок- Л.: Наука, 1967. 202 с.
2. Бротанек И., Вода И. Контурное взрывание в горном деле и строительстве. Пер. с чеш. Под редакцией Б. Н. Кутузова- М.: Недра, 1983. 144 с.
3. Шеметов П.А., Норов Ю.Д. Буровзрывные работы. Учебное пособие. Навоий, 2005. 237 с.
4. Норов Ю.Д. Действие взрыва траншейных зарядв выброса в грунтах. Монография. Ташкент, «Фан». 2005. 224 с.
5. Мальгин О.Н., Рубцов С.К., Шеметов П.А., Шлыков А.Г. Совершенствование технологических процессов буровзрывных работ на открытых горных работах. Монография. Ташкент, «Фан» 2003. 226 с.
6. Хазанович Г.Ш., Ленченко В.В. Буровзрывные проходческие системы: Учеб. пособие / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2000. 221 с.
7. Информационный бюллетень «Национальной организации инженеров- взрывников», 2001, №2. С. 13-18.
8. Мангуш С.К. Взрывные работы при проведении подземных горных выработок: Учебное пособие. М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2002. 120 с.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 83-86

THE METHOD OF CALCULATION OF PARAMETERS OF PRELIMINARY CONTOUR BLASTING CRACKING

***Nurhonov H.A.,** Research Fellow, Department of Mining and Geodesy, knurkhonov@mail.ru*
***Karimov Ya.L.,** senior lecturer of the Department of Mining and Geodesy*
***Hujakulov A.M.,** senior lecturer of the Department of Mining and Geodesy*
***Latipov Z.Ya.,** applicant is a researcher of the Department of Mining and Geodesy*

Karshi Engineering and Economic Institute, Karshi, Uzbekistan;

Abstract
In this article, we find that the changes in the scattered borehole and spherical radius depend on the strength of the rock, the rate of detonation of explosives, the density of explosive substances, the velocity of the wavelength and the linear mass of the contour, and the explosive rocks.
***Keywords**: skewing, frieze, rock type, wave velocity, contour detonation, rock groove, density, linear mass, threshold strength, spin radius, parabolic change, crack, tangential voltage.*

References
1. Baron L. I., Klyuchnikov A. V. Contour blasting during excavation of mine workings - L .: Nauka, 1967. 202 p.
2. Brotanek I., Water I. Contour blasting in mining and construction. Per. from Czech Edited by B. N. Kutuzov- M .: Nedra, 1983. 144 p.
3. Shemetov P.A., Norov Yu.D. Drilling and blasting operations. Tutorial. Navoi, 2005. 237 p.
4. Norov Yu.D. The action of the explosion of trench ejection charges in the ground. Monograph. Tashkent, "Fan." 2005. 224 p.
5. Malgin O.N., Rubtsov S.K., Shemetov P.A., Shlykov A.G. Improving the technological processes of drilling and blasting in open cast mining. Monograph. Tashkent, "Fan" 2003. 226 p.
6. Khazanovich G.Sh., Lenchenko V.V. Drilling and blasting tunneling systems: Textbook. allowance / South.-Ros. state tech. un-t-Novocherkassk: SRSTU, 2000. 221 p.
7. Newsletter of the National Organization of Explosive Engineers, 2001, No. 2. pp. 13-18.
8. Mangush S.K. Blasting operations during underground mining: Textbook. M .: Publishing house of Moscow State Mining University, 2002. 120 p.

УДК 669.213.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АРИСТАНТАУ НА УПОРНОСТЬ И ПОИСК ТЕХНОЛОГИЙ ПО ЕЁ ПЕРЕРАБОТКЕ

Санакулов К.,
генеральный директор ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат»,
д.т.н., профессор

Фузайлов О.У.,
докторант кафедры «Металлургия» НГГИ

Кенбаева Ж.А.,
магистрант кафедры «Металлургия» НГГИ

Maqolada Aristontau koningin doimiy oltin ma'danlarini kimyoviy, moddiy, mineralogik va oqilona tahlil qilish natijalari keltirilgan. Tajribalar natijalari sulfid oltingugurt, organik uglerod, marsenik va antimon tarkibini ko'rsatdi. Natijada, flotokontsentratning oksidativ yonishi bo'yicha operatsiyalar texnologik sxemaga kiritilgan. Pirit, arsenopirit va sfaleritda nozik bo'yalgan oltinning turli shakllari aniqlandi.

Tayanch iboralar: *doimiy oltin o'z ichiga olgan ruda, rentgen-fluoresens tahlil qilish, sulfidli minerallar, pirit, arsenopirit, organik uglerod, oksidlanish, flotokonsentrat, oksidlovchi qovurish.*

В статье представлены результаты химического, вещественного, минералогического и рационального анализов упорной золотосодержащей руды месторождения Аристантау. В результате исследований определено содержание сульфидной серы, органического углерода, мышьяка и сурьмы; обнаружены различные формы тонковкрапленого золота в пирите, арсенопирите и сфалерите; изучено влияние окислительного обжига на степень извлечения золота при сорбционном цианировании флотоконцентрата.

Ключевые слова: *упорная золотосодержащая руда, рентгено–флюоресцентный анализ, сульфидные минералы, пирит, арсенопирит, органический углерод, окисление, флотоконцентрат, окислительный обжиг.*

В настоящее время доля первичных (упорных) золотосодержащих руд, вовлекаемых в переработку на Гидрометаллургических заводах постоянно возрастает. Факторы, обуславливающие упорность золота требуют внедрения в технологическую схему дополнительных операций по «вскрытию», за счет которых золото станет легкодоступным для цианирования. Упорные руды золота характеризуются тонко вкрапленным (субмикроскопическим) трудно вскрываемым золотом, присутствием минералов сурьмы, меди, мышьяка, двухвалентного железа, а также сульфидов (пиритов), углистых сланцев и труднофильтруемых глин. В настоящее время в мире разрабатывается большое количество месторождений с такой характерной особенностью руд, в их числе месторождение «Иккижелон», «Апрелевка» (Таджикистан), «Сухой Лог» (Россия), «Hillgrove» (Австралия), «Аристантау», «Кокпатас» (Узбекистан) и другие [1, 2].

Процессы по химическому вскрытию тонковкрапленного золота достигаются двумя путями: полное разрушение золотоносных сульфидов; частичное изменение минералов в его составе. Первое предполагает автоклавное окисление, бактериально-химическое вскрытие, окислительный обжиг и др., второе – мягкое атмосферное окисление материала перед цианированием [2-4].

Современная металлургическая промышленность при переработке упорного золота часто сталкивается с понятием «ультратонкое измельчение». Среди таких технологий наибольшую известность на сегодняшний день получила технология «Альбион», которая совмещает в себе ультратонкое измельчение и окисление кислородом без давления и внешнего нагрева. Данная технология была разработана австралийской компанией Xtrata PLC. Агрегатами для измельчения служат биссерные мельницы до крупности порядка 80% класса 10 *мкм*. Данный тип ультратонкого измельчения концентрата позволяет достичь повышения площади поверхности минералов, а также механохимической активации сульфидов. Вследствие этого обеспечивается высокая скорость последующего окисления. Преимуществом данного процесса является относительная инертность продуктов окисления по отношению к цианидам и их экологическая безопасность [5-8]. Для выбора приемлемой технологии переработки руд упорного характера необходимо изучить различные физико–химические свойства рудного материала: минералогические особенности золота, рудо– и породообразующих минералов, содержание мышьяка, сульфидной серы и органического углерода, а также тип руды (окисленная, сульфидная, смешанная).

Целью исследования является определение условий переработки упорной руды месторождения Аристантау различными способами для максимального извлечения золота из руды.

Для исследований использовалась технологическая проба руды месторождения «Аристантау», химический анализ которой представлен в табл. 1 и 2.

По данным химического анализа, в материале пробы содержание Au составило 3,2 *г/т*, Ag – 0,30 *г/т*.

Таблица 1

Химический анализ исходной руды

Содержание, %													
Au, *г/т*	**Ag, *г/т***	**As**	**$Fe_{общ}$**	**$S_{общ}$**	**S_s**	**SO_3**	**CO_2**	**$C_{орг}$**	**$C_{общ}$**	**Sb**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
3,20	0,30	0,23	3,90	2,20	1,60	1,5	0,81	0,46	0,68	0,034	<0,005	<0,005	<0,005

Таблица 2

Полный химический анализ исходной руды

Содержание, %										
SiO_2	**Al_2O_3**	**TiO_2**	**FeO**	**Fe_2O_3**	**CaO**	**MgO**	**Na_2O**	**K_2O**	**P_2O_5**	**MnO**
64,7	16,4	0,6	1,93	2,86	0,5	0,8	0,9	3,0	0,37	0,03

Таблица 3

Минеральный состав исходной руды

Минералы	Содержание, %
Кварц	39
Алюмосиликаты:	50
- полевые шпаты	5
- глинистые минералы	20
- слюды (серицит, хлорит и др.) и гидрослюды	25
Рутил	0,5
Апатит	Редкие знаки
Карбонаты: *кальцит, доломит*	1,0
Сульфаты: *гипс, ярозит, барит*	2,5
Окислы и гидроокислы железа (гётит, гидрогётит и др.)	3,0
Углистое вещество	0,46
Сульфиды:	3,5
- пирит, марказит	3,0
- арсенопирит	0,5
- блеклые руды, сфалерит, халькопирит, пирротин ковеллин, антимонит	Редкие знаки
Арсенаты: *скородит и др.*	Редкие знаки
Самородное золото	Знаки

В исследуемой пробе отмечается содержание вредных примесей: сульфидной серы -1,6%, углерода органического 0,46%, мышьяка-0,23% и сурьмы- 0,034%. Согласно спектрального анализа Cu, Pb, Zn, содержатся в весьма незначительном количестве. Основными породообразующими компонентами являются оксид кремния (SiO_2) – 64,7% и оксид алюминия (Al_2O_3) – 16,4%.

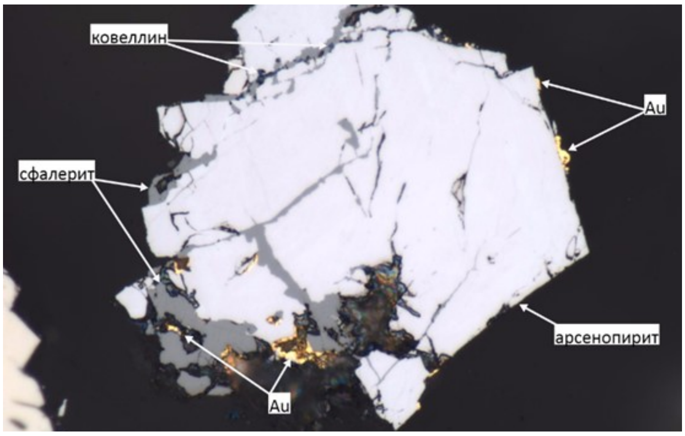
Для диагностирования материала исследуемой пробы, был проведен гранулометрический анализ с выделением различных классов крупности материала; фракционирование материала классов крупности в тяжелой жидкости на тяжелую и легкую фракции. Исходный материал изучался в разделенных фракциях по классам крупности под микроскопом в отраженном свете в аншлиф-брикетах. При диагностике вещественного состава материала пробы основное внимание было уделено главным рудным минералам и связанными с ними второстепенным рудным и гипергенным минералам, а также морфологии золота.

По результатам исследований материал пробы имеет следующее содержание составляющих минералов (табл. 3).

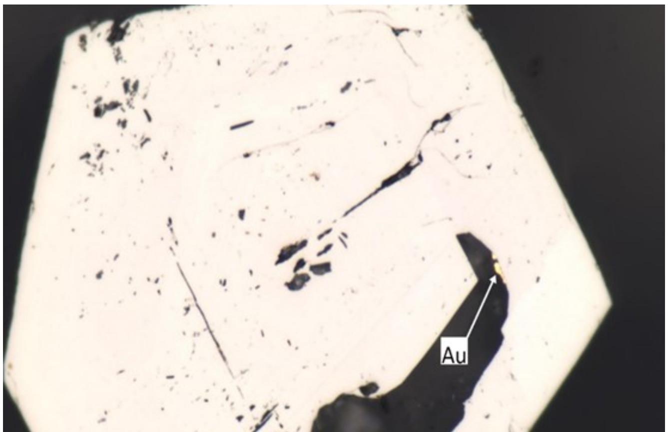
По результатам выполненных исследований определено, что проба руды месторождения «Аристантау» относится к смешанному типу руд и по вещественному составу представлена интенсивно раздробленными, незначительно ожелезненными сланцами глинистого, кварц-слюдистого состава и кварцем в виде тонких прожилков.

Главными породообразующими минералами являются кварц, глинисто-слюдистые минералы. Главными рудными минералами являются пирит, арсенопирит. Главными гипергенными – оксиды и гидрооксиды железа, гипс.

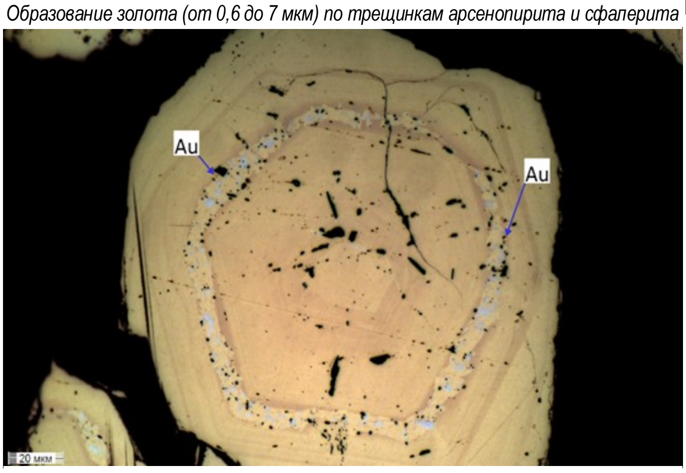
Пирит является главным рудным минералом с содержанием ~ 3%. Чаще встречается в виде мономинеральных зерен разнообразных форм выделений: идиоморфные – пентагондодекаэдрические, кубические и ксеноморфные – угловатые, обломочные и неправильной формы. Пирит редко встречается в сростках с арсенопиритом. Зерна пирита затронуты процессом окисления. По периферии и трещинкам видно начавшееся замещение гидроокислами железа. Пирит образует тонкую вкрапленность в породообразующих минералах, реже фрамбоидальные образования (гнездовые скопления в виде шарообразных форм). В пробе размеры выделений пирита варьируют в широких пределах от 0,02 *мм* до 1,0-1,5 *мм*, преобладают от 0,1 *мм* до 0,2 *мм*.



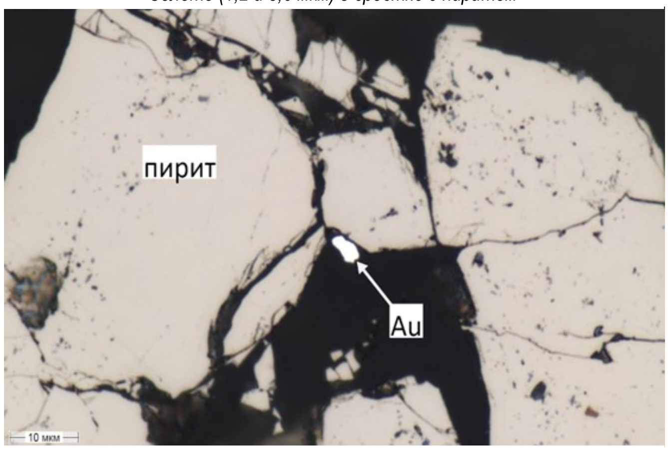
Образование золота (от 0,6 до 7 мкм) по трещинкам арсенопирита и сфалерита



Золото (1,2 и 3,6 мкм) в сростке с пиритом



Включения золота в пирите



Свободное зерно электрума (4,3 мкм)

Рис.1. Формы нахождения золота по трещинам пирита, арсенопирита и сфалерита (изображения самородного золота пробы руды месторождения «Аристантау», отраженный свет, николи параллельны (цифровой микроскоп «Олимпус ВХ 53»))

Арсенопирит – по массовой доле значительно уступает пириту ~ 0,5%. Имеет разнообразные формы выделений от идиоморфной до ксеноморфной. Преобладают зерна ромбоэдической и короткопризматической формы, редкие знаки затронуты процессом окисления; по периферии замещение гидроокислами железа. Арсенопирит в незначительных количествах встречается в сростках с породообразующими и рудными минералами. В пробе размеры арсенопирита варьируют от 0,01 *мм* до 0,5 *мм*.

Второстепенными единичными и редкими рудными минералами представлены, сфалерит, блеклые руды, халькопирит, антимонит. Они образуют мелкие включения реже сростки с главными рудными минералами.

Наиболее распространенными гипергенными минералами представлены оксиды и гидрооксиды железа: гётит, гидрогётит, гематит и лимонит с содержанием в пробе ~ 3%. Они представлены в виде землистых, почковидных, корковых, пленочных и пористых образований. При замещении зерен пирита и арсенопирита гидрооксидами железа образуются структуры краевых каемок. Содержание окисленного железа от общего составило 57%.

Углистое вещество в основном ассоциировано с породой, преимущественно с измененными метапеллитами.

Исследования материала по классам крупности показали наличие видимого золота, ассоциированного с сульфидами в виде сростков.

Наличие золота в легкой фракции исследованной пробы, говорит о содержании тонкодисперсного золота вкрапленного в породе. Золото находится в закрытых сростках в породообразующих минералах, сульфидах, а также в минералах, образованных по сульфидным минералам железа: гидроокислам (гетит и гидрогетит), сульфатам (ярозит).

На рис. 1 показано, что частички золота тонко вкраплены в микротрещинках арсенопирита и сфалерита, с включениями в пирите и наличием свободного золота в виде электрума. Золото тонковкрапленое в пирите может быть легко извлекаемым, т.к. пирит является пиритом дырочного типа. Однако пирит на третьем изображении является пиритом электронного типа (без трещинок), поэтому из такого пирита золото трудноизвлекаемо.

Таблица 4

Результаты рационального анализа исходной руды

Формы нахождения золота и характер его связи с рудными компонентами	Распределение золота	
	г/т	%
1. Свободное и в виде сростков (цианируемое)	1,3	40,6
2. Цианируемое после обработки NaOH (покрытое пленками, ассоциированное с антимонитом и аморфным кремнеземом)	0,47	14,7
3. Цианируемое после обработки HCl (связанное с оксидами, гидрооксидами железа, карбонатами, хлоритами)	0,15	4,7
4. Ассоциированное с сульфидами и углеродистым веществом в том числе: а) извлекаемое цианированием после обработки HNO_3 (ассоциированное с сульфидами) б) извлекаемое цианированием после окислительного обжига при t = 650°C (ассоциированное с углеродистым веществом и тонковкрапленными в него сульфидами)	0,45 0,34	14,1 10,6
5. Тонковкрапленное в породообразующие минералы	0,49	15,3
Итого в исходной пробе (по балансу):	**3,20**	**100,0**

Для определения форм нахождения золота был выполнен рациональный анализ (табл. 4), основанный на последовательном выщелачивании из руды золота, после предварительного освобождения его от ассоциации с другими рудными и породообразующими компонентами.

Данные рационального анализа показывают, что доля свободного (цианируемого) золота в исходной пробе руды месторождения «Аристантау» составляет 40,6%, ассоциированного с сульфидами и углеродистым веществом 24,7% и 15,3% золота тонковкрапленного в породообразующие минералы.

На основании результатов определения вещественного состава был сделан следующий вывод, что исследуемая проба руды месторождения «Аристантау» относится к категории упорных руд и переработка её по классической схеме сорбционного выщелачивания будет нерентабельна.

Для определения дальнейшей технологии переработки исследуемой пробы руды месторождения «Аристантау», была проверена обогатимость исходной руды методами гравитации и флотации при разной степени измельчения исходной руды. Тестовые опыты по гравитационному обогащению проводили на центробежном концентраторе «Knelson», результаты приведены в табл. 5.

Из табл. 5 следует, что данная проба руды плохо поддается гравитационному обогащению, извлечение в гравиоконцентрат составило от 4,95 до 11,4% в зависимости от степени измельчения исходной руды, дальнейшие исследования в этом направлении не проводились.

Тестовые опыты по флотационному обогащению проводили при стандартном реагентном режиме, результаты приведены в табл. 6.

Из табл. 6 видно, что при увеличении выхода готового класса с 60 до 80%, извлечение золота во флотоконцентрат повышается с 47,27 до 55,26%, при содержании золота в хвостах флотации 1,88 и 1,64 *г/т* соответственно.

С целью повышения извлечения золота во флотоконцентрат, была проведена серия опытов по уточнению реагентного режима и точек подачи реагентов. В результате проведенных исследований, был выбран оптимальный реагентный режим, при котором извлечение золота во флотоконцентрат составило 65,55%, при выходе концентрата 11,97% и содержании золота 17,63 *г/т*, при этом содержание золота в хвостах флотации составило 1,26 *г/т*. Полученные хвосты флотации были процианированы при параметрах: NaCN=500 *мг/л* с корректировкой,

Таблица 5

Результаты гравитационного обогащения исходной руды

Степень измельчения (выход класса - 0,074 *мм*), %	Наименование продуктов	Выход, %	Содержание Au, *г/т*	Извлечение Au, %
50	Концентрат	0,80	20,00	4,95
	Хвосты	99,20	3,10	95,05
	Итого:	**100,0**	**3,24**	**100,0**
65	Концентрат	0,94	25,60	7,52
	Хвосты	99,06	3,00	92,48
	Итого:	**100,0**	**3,21**	**100,0**
80	Концентрат	0,91	40,3	11,40
	Хвосты	99,09	2,88	88,60
	Итого:	**100,0**	**3,22**	**100,0**

Таблица 6

Результаты флотационного обогащения исходной руды

Степень измельчения (выход класса - 0,074 *мм*), %	Наименование продуктов	Выход, %	Содержание Au, *г/т*	Извлечение Au, %
60	Объединенный концентрат	**10,50**	**14,37**	**47,27**
	Хвосты	89,50	1,88	52,73
	Итого:	100,00	3,19	100,00
70	Объединенный концентрат	**9,95**	**16,80**	**52,50**
	Хвосты	90,05	1,68	47,50
	Итого:	100,00	3,18	100,00
80	Объединенный концентрат	**12,50**	**14,18**	**55,26**
	Хвосты	87,50	1,64	44,74
	Итого:	100,00	3,21	100,00

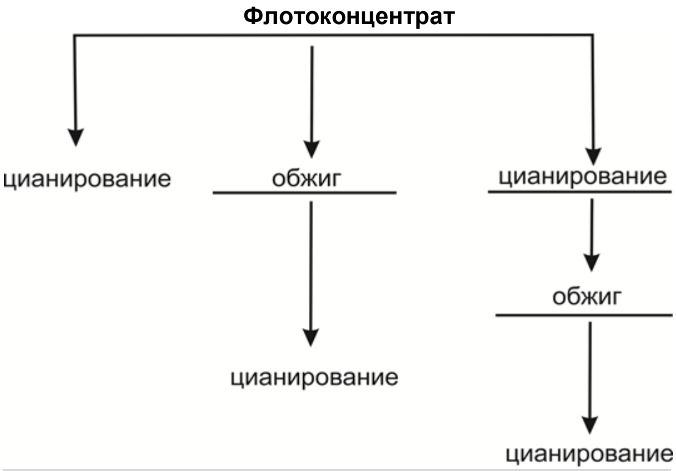


Рис.2. Схема переработки флотоконцентрата упорной золотосодержащей руды

загрузка смолы 3,0%, время сорбционного выщелачивания -18 часов, извлечение золота при сорбционном цианировании составило 56,3%.

Подготовка флотоконцентрата перед сорбционным цианированием была проведена по схеме, представленной на рис. 2.

Таблица 7

Извлечение золота при сорбционном цианировании флотоконцентрата

№	Наименование операций	Извлечение Au, %
1	Флотоконцентрат-Цианирование	32,5
2	Флотоконцентрат-Обжиг-Цианирование	72,7
3	Флотоконцентрат -Цианирование- Обжиг- Цианирование	85,6

Сорбционное цианирование флотоконцентрата проводили при параметрах: NaCN=1000 *мг/л* с корректировкой, загрузка смолы 5,0%, время сорбционного выщелачивания -18 часов, результаты приведены в табл. 7.

Из табл. 7 следует, что предварительный обжиг флотоконцентрата повышает извлечение золота из флотоконцентрата с 32,5 до 72,7%, цианирование огарка хвостов сорбционного выщелачивания флотоконцентрата увеличивает извлечение золота из флотоконцентрата до 85,6%.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что руду месторождения «Аристантау» можно перерабатывать по флотационно-сорбционной схеме с учетом переработки флотоконцентрата по схеме: Цианирование → Обжиг → Цианирование, расчетное сквозное извлечение золота по данной схеме составит 75,5%.

Библиографический список:

1. Санакулов К. С., Эргашев У. А. Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд Кызылкумов. – Ташкент : ГП «НИИМР», 2014. 286 с.

2. Рахманов О.Б., Аксенов А.В., Минеев Г.Г. Поиск рациональной технологии переработки упорных золотосодержащих руд с тонковкрапленным золотом месторождения «Иккижелон» (Северный Таджикистан) // Вестник Иркутского Государственного Технического Университета. - 2017. - Т. 21, № 6. С. 119-127.

3. Болдырев А.В., Баликов С.В., Емельянов Ю.Е., Копылова Н.В., Николаев Ю.Л., Поседко Е.Ю. Сравнительная оценка различных методов переработки упорного золотосульфидного флотоконцентрата // Вестник Иркутского Государственного Технического Университета. - 2017. №5. С. 161-170.

4. Набиулин Р.Н., Богородский А.В., Баликов С.В., Емельянов Ю.Е. Атмосферное окисление золотомедного флотоконцентрата // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. 2017. №1. С. 139-147.

5. Fraser, K.S., Walton, R.H. & Wells, J.A. (1991). Processing of refractory gold ores, Minerals Engineering, vol. 4, no. 7-11, pp. 1029–1041.

6. Сидоров И.А., Хмельницкая О.Д., Войлошников Г.И. Исследование поведения пирита при сверхтонком измельчении и интенсивной кислородно-известковой обработке // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 11. С. 159–166.

7. Золотарев Ф.Д., Александрова Т.Н., Львов В.В., Иванов Б.С. Применение сверхтонкого помола упорного золотосодержащего флотоконцентрата в технологии автоклавного окисления // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. №12. С. 96-100.

8. Corrans I.J., Angove J.E. Ultrafine milling for the recovery and refractory gold, Minerals Engineering Vol. 4, 1991, №. 7. pp. 1029-1041.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 87-90

STUDY OF GOLD ORE DEPOSITS OF ARISTANTAU FOR RESILIENCE AND SEARCH TECHNOLOGIES FOR ITS PROCESSING

[1]***Sanakulov K.,*** *General Director, Professor, Doctor of Technical Sciences, info@ngmk.uz*
[2]***Fuzaylov O.U.,*** *PhD student of the department* ***"Metallurgy",*** *omon_fuzaylov@ndki.uz*
[2]***Kenbaeva Zh.A.,*** *graduate student of the department "Metallurgy"*

[1]*Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Navoi, Uzbekistan*
[2]*Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan*

Abstract

The article presents the results of research of chemical, material, mineralogical and rational analyses of persistent gold-bearing ore of The aristantau Deposit. The results of experiments indicated the content of sulfide sulfur, organic carbon, arsenic and antimony. As a result, the technological scheme included operations for oxidative firing of the flotation concentrate. Various forms of fine-grained gold were found in pyrite, arsenopyrite, and sphalerite.

Keywords: *persistent gold-containing ore, x-ray fluorescence analysis, sulfide minerals, pyrite, arsenopyrite, organic carbon, oxidation, flotation concentrate, oxidative roasting.*

References

1. Sanakulov K. S., Ergashev U. A. Theory and practice of development of processing of gold-containing resistant ores of Kyzylkum. – Tashkent, State-owned enterprise "Institute of mineral resources», 2014. 286 p.

2. Rakhmanov O. B., Aksenov A.V., Mineev G. G. Search for rational technology for processing persistent gold-containing ores with fine-grained gold from the "Ikkizhelon" Deposit (Northern Tajikistan). Proceedings of Irkutsk State Technical University. 2017, vol. 21, no. 6. pp. 119–127.

3. Boldyrev A.V., Balikov S.V., Emelianov Yu.E., Kopylova N.V., Nikolaev Yu.L., Posedko E.Yu. Comparative evaluation of various processing methods for refractory gold-sulphide flotation concentrate. Proceedings of Irkutsk State Technical University. 2017, vol. 21, no. 5. pp. 161–170.

4. Nabiulin R.N., Bogorodsky A.V., Balikov S. V., Yemelyanov Yu. E. atmospheric oxidation of gold-copper flotation concentrate / / Journal of the Siberian Federal University. Chemistry. 2017, no. 1. pp.139-147.

5. Fraser, K.S., Walton, R.H. & Wells, J.A. (1991). Processing of refractory gold ores, Minerals Engineering, vol. 4, no. 7-11. pp. 1029–1041.

6. Sidorov I. A., Khmelnitskaya O. D., Voyloshnikov G. I. Investigation of pyrite behavior during ultrafine grinding and intensive oxygen-lime treatment. Proceedings of Irkutsk State Technical University. 2017, vol. 21, no. 6. pp. 159–166.

7. Zolotarev F. D., Alexandrova T. N., Lviv V. V., Ivanov B. S. Application of ultrafine grinding of persistent gold-containing flotation concentrate in autoclave oxidation technology / / Mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal). 2014. no. 12. pp. 96–100.

8. Corrans I.J., Angove J.E. Ultrafine milling for the recovery and refractory gold, Minerals Engineering Vol. 4, 1991, №. 7. pp. 1029-1041.

УДК 666.954.3.004.183

САНОАТ КОРХОНАЛАРИДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИСТЕЪМОЛЧИЛАРИНИНГ ИШ РЕЖИМЛАРИНИ АХБОРОТ-МАНТИҚИЙ СХЕМА ЁРДАМИДА БОШҚАРИШ

Каршибаев А.И.,
НДКИ, ЭМФ декани,
т.ф.д.

Нарзуллаев Б.Ш.,
НДКИ, «Электр энергетика»
кафедраси,
катта ўқитувчи

Расулова Б.И.,
НДКИ, «Электр энергетика»
кафедраси, магистрант

Sanoat korxonalarida elektr energiya iste'molchilaring ish rejimlarini boshqarish tizimlarini joriy etish bilan elektr energiya iste'molchilarini tizimlashtirish va nazorat qilish uchun qarorlarini qabul qilish, ish sifatini oshirish hamda rivojlaniyotgan energetika bozori sharoitida koxonalar elektr energiya iste'molini boshqarish masalalarga echim topilgan.

Tayanch iboralar:*axborot va mantiqiy diagramma, quvvat sarfi, ish rejimlari, mikroprotsessor kontrollerlari, energiya dispetcherlari, iqtisodiy samaradorlik.*

Внедрение АСУ в электроэнергетику предприятий обеспечивает системность управления и высокое качество принятия управленческих решений, полностью отвечает требованиям концепции автоматизации управления энергетикой предприятий в условиях формируемого энергетического рынка.

Ключевые слова: *информационно-логическая схема, режим электропотребления, микропроцессорные контроллеры, энергодиспетчеры, экономическая эффективность, микропроцессорные контроллеры.*

Ҳозирги вақтда саноат корхоналарида электр энергия истеъмолчиларининг иш режимларини бошқариш асосида электр энергия истеъмоли самарадорлиги ва ишончлилигини ошириш энергетика соҳасида энг долзарб муоммолардан бири ҳисобланади. Бундай муоммоларни олдинини олишда яъни, саноат корхоналарининг электр энергия истеъмоли иш режимларини оптимал бошқариш жараёнини таҳлил қилишда бошқарувнинг ахборот-мантиқий схемаси (АМС) ни тузиш таклиф этилади.

Бу схема асосида саноат корхоналаридаги барча электр қурилмаларни ишлаш режимларини ҳамда электр энергия сифатини назорат қилиш, техник ҳисобга олиш, қабул қилинган ва истеъмол қилинган электр балансини сақлаш, электр таъминотининг алоҳида параметрларини ҳисоблаш, электр ускуналарининг режали профилактика ишларини, электр истеъмоли бўйича маълумотларни автоматик архивлаш вазифаларини бажариш мумкин.

АМС функциялари саноат корхоналарида энергия менежментининг ташкилий-техник тузилмаларининг алоҳида элементлари ўртасида тақсимланади. Саноат корхоналаридаги мавжуд энергия хизматлари учун хос бўлган бошқарув органларига: бош энергетик, унинг ўринбосарлари, асосий энергетика хизмати (бўлимлар, цехлар, бюролар ва гуруҳлар) раҳбарлари, энергия диспетчерлари, маълумот йиғиш тизимлари ва менежерлар киради.

Бошқарувнинг АМСни тузиш жараёнида функцияларни автоматлаштириш яъни, маҳаллий ва хорижий саноат корхоналари томонидан ишлаб чиқарилган техник воситаларга эътибор қаратиш керак жумладан, сезгир сенсорлар, ўлчаш ўзгартиргичлари, коммутаторлар, маълумотларни йиғиш ва қайта ишлашнинг мураккаб қурилмалари, маълумотни намойиш қилиш мосламалари, микропроцессор контроллерлари, ЭҲМ, бажариш меҳанизмлари, Siemens, Analog Devises, Grayhill, Ostagon systems, Fastwell, Advantech, Measurement Somputing, Honowell, Industrial tech, Reus, TREI GMBH, Pepperl+Futchs Group ва бошқалар.

Бошқарувнинг ахборот-мантиқий схемаси саноат корхоналарида электр энергияси истеъмолидан самарали фойдаланишнинг дастурий таъминот тизимини ишлаб чиқишда муҳим асосидир. Ахборот-мантиқ схемасининг бошқа автоматик бошқарув тизмларидан фарқи, АМСнинг функсиялари электр энергияси истеъмолидан самарали фойдаланишнинг дастурий таъминот тизими томонидан технологик тилда созлаш ва тўлдириб бориш, шунингдек хизмат кўрсатувчи ходимлардан универсал дастурлаш тилларини билишни талаб қилмайдиган бошқа дастурий воситаларсиз дастурлаштирилади.

Ахборот- мантиқ схемалари саноат корхоналарида электр энергия истеъмоли режимларини бошқариш алгоритмларини теришнинг мураккаблиги, улар ёрдамида бошқариш функцияларини амалга оширилганлиги билан изоҳланади, Бундан ташқари, АМС ёрдамида саноат корхоналарининг электр энергия истеъмоли режимларини бошқариш учун дастурий таъминотни идентификатсиялаш, математик моделларини ва алгоритмларини қуриш имкони мавжуд.

Шунингдек, АМС, худди ахборот бошқарув тизимини (АБТ) лойиҳалаш жараёнининг муҳим ва расмий қисмлари ўртасидаги алоқадир. Ахборот-мантиқ схемаси саноат корхоналарида бошқарув объектлари сезиларли даражада қисқарган тақдирда, саноат корхоналарининг электр энергия истеъмоли режимларини автоматик бошқарувига индивидуал ёндашади.

Электр ускуналарини ахборот-мантиқ схемаси орқали бошқариш структураси расмда келтирилган.

АИЖ – автоматлаштирилган иш жойи, ТБАТ – ташкилот бошқарувининг автоматик тизими.

Бу схемада қуйидаги белгиланишлар қабул қилинган:

1.Корхонанинг электр тармоғи ҳолати тўғрисида маълумотни алоқа воситаларидан рўйхатдан ўтказиш ва унинг тузилишини танлаш;

2.Фаол электр юкламалари тўғрисидаги маълумотларни рўйхатдан ўтказиш ва корхона, истеъмолчилар гуруҳлари ва индивидуал истеъмолчилар учун ярим соатлик юкламаларни ҳисоблаш;

3.Реактив электр юкламалари тўғрисидаги маълумотларни уларни бошқариш жойларида рўйхатдан ўтказиш (корхонанинг электр тармоғи тугунларида);

4.Реактив қувватни бошқариш пунктларида кучланиш тўғрисидаги маълумотларини рўйхатдан ўтказиш;

5.Корхона, бўлимлар, цехлар ва энергия сарфлайдиган истеъмолчиларнинг фаол ярим соатлик юкламаларини тезкор башоратлаш;

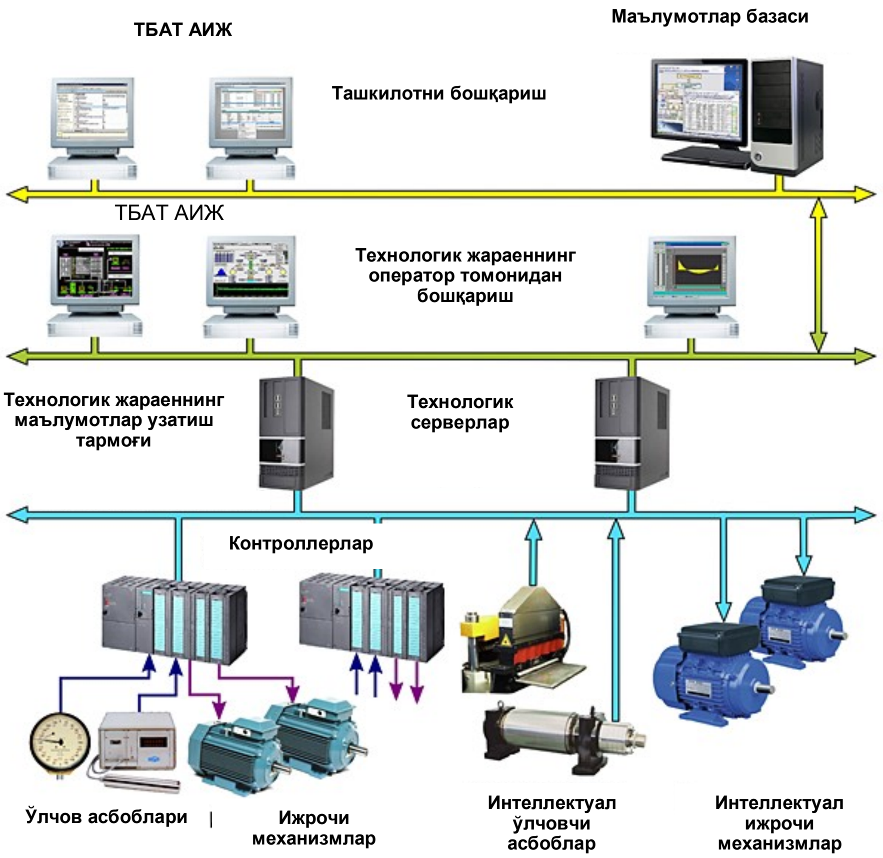
6.Корхоналарнинг энергия сарфини тартибга солиш муаммосини ҳал қилиш соҳасини шакллантириш;

7.Корхонанинг қувват истеъмоли режимларининг кўрсаткичларини ҳисоблаш;

8.Корхонанинг электр тармоғи ҳолати тўғрисидаги маълумотлар;

9.Энергия диспетчерининг компьютер билан интерфаол алоқаси орқали корхонанинг энергия сарфини тартибга солиш муаммосини ҳал қилиш йўлларини аниқлаш;

10.Корхонанинг энергия сарфини тартибга солиш бўйича назорат тадбирларини амалга оширишни тақиқлаш;



Расм.1. Электр ускуналарини ахборот-мантиқ схемаси орқали бошқариш структураси

14.Электр энергия сарфини бошқаришнинг оқилона усуллари учун корхонанинг бош энергетиги ва ишлаб чиқариш бўлинмаларида хизмат кўрсатувчи ходимларни маънавий ва моддий рағбатлантириш;

15.Электр жиҳозларининг иш режимларини ўзгартиришга қаратилган назорат ҳаракатлари тўғрисидаги маълумотларни таҳлил қилиш; энергия тежаш учун маънавий ва моддий рағбатлантириш.

Расмдаги қуюқ чизиқлар корхонанинг электр энергиясини истеъмол қилиш режимларини тезкор бошқариш режимини акс эттиради.

Хулоса қилиб айтганда, саноат корхоналарининг электр энергия истеъмоли режимларини бошқариш самарадорлиги кўп жиҳатдан мавжуд маълумотларнинг ишончлилиги билан белгиланади.

Маълумотларнинг ишончлилигини бирламчи назорат қилиш корхонанинг электр энергия истеъмоли режимларининг индивидуал параметрлари тўғрисидаги ҳақиқий маълумотларга асосланади яъни, рухсат этилган чегара қийматлари, вақтнинг ўзгариш табиати, мантиқий изчиллик ва қўшимча - жараён параметрлари ўртасидаги боғлиқлик асосида, уларни қуриш учун регрессион таҳлил ва сунъий нейрон тармоқлар усулларига асосланган.

Саноат корхоналари тузилмаларининг электр энергия истеъмоли режимларини бошқариш учун ахборот-мантиқ схемаларидан фойдаланиш корхоналарнинг электр энергия истеъмоли режимларини бошқариш тизимларини лойиҳалаш жараёнини қулай бўлган турга келтиради ва электр энергия истеъмоли режимларини бошқариш учун турли хил вазифалар ва функцияларни бажаради. Натижада саноат корхоналарида электр энергия истеъмолининг самарадорлигини оширишга эришилади.

11.Электр тармоқлари ва саноат корхоналарини электр таъминоти тизимларининг ҳолатини оптималлаштириш;

12.Корхонанинг қувват сарфи режимлари тўғрисида тезкор маълумотни намойиш қилиш;

13.Корхонанинг элект энергия сарфини тартибга солиш учун ишлатиладиган маълумотлар базасини шакллантириш;

Библиографик рўйхат:

1. Мартйнов Ю.И. Саноат корхоналари учун АБТ дастурий таъминотини яратиш учун Scada дастури.

2. Мартйнов Ю.И., Бахтеев А.Р. Машинасозликда аниқ механика ва бошқариш муаммолари ва истиқболлари: Амалиёт материаллари. илмий сонф.

3. Кушчевич Ю.А. Scadaга четдан назар. Кушчевич Н Р. 1999. № 33. Сазыкин В.Г. Использование нечетких чисел в задачах электроснабжения. Электричество. 1995. М3. С. 29-33.

4. Сазйкин В.Г. Электр энергетикаси объектларининг САПР тизимини интеллектуализатсия қилиш: лойқа - кўп контсептсия. Энергия 1994. 9-сон. В. 14-20.

5. Кўп частотали тиристор комплексларининг ассиметрик режимлари / Василев ДА, Мохачев ДМ, Митяшин Н.П. ва бошқа илмий Шанба Саратов: ССТУ, 1998. 18-26 сентябр.

6. Куен З. А. Электр тизимларининг динамик барқарорлигини тезкор таҳлил қилиш учун нақшни аниқлаш усулларини қўллаш. 1994.№4. В. 28-32.

7. Куен З. А. Фавқулодда вазиятларда электр таъминоти тизимларини бошқариш учун мустақил ўрганиш тизими. Н электр. 1995. Соғлиқни сақлаш вазирлиги. В. 34-36.

8. Машинасозликда ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш. - Москва: Олий мактаб, 2015. - 416 в.

9. Технологик жараёнларни автоматлаштириш / А. Г. Скҳиртладзе ва бошқ. - Москва: 2013 йил ТНТ. - 524 в.

10. Александров, С. Н. чорвачилик ва паррандачилик учун мураккаб озуқа ишлаб чиқариш: аралаш озуқа ишлаб чиқаришнинг хом ашё базаси; Mineral озуқа; аралаш озуқа ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнлари / С. Н. Александров, Т. И. Косова. - Москва: Машинасозлик, 2013-Йил. - 192 в.

11. Антонетти, П. мопсис. Елементлар ва технологик жараёнларни моделлаштириш / П. Антонетти, Д. Антониадис, Р. Dutton, ва ҳоказо.. - Москва: Radio ва, 2016 алоқа. - Туман 496 в.

12. Ҳаёт хавфсизлиги. Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришлар хавфсизлиги. Меҳнат муҳофазаси / п.П. Кукин ва бошқ. - Москва: Олий мактаб, 2016. - 336 в.

УДК 553

СУБГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА В ДВУХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРОФЕРРОМАГНИТНЫХ ЦЕПЯХ

Ибодуллаев М.,
профессор кафедры «Электротехника» ТашГТУ им. И. Каримова, д.т.н.

Товбоев А.Н.,
доцент кафедры «Электроэнергетика» НГГИ, к.т.н.

Тогаев И.Б.,
магистрант кафедры «Электроэнергетика» НГГИ

Ushbu maqolada ikki fazali elektro-ferromagnit zanjirlarda yuzaga keladigan ikkinchi tartibli subharmonik tebranishlar ko'rib chiqilgan. Shuningdek, induktivliklar va ketma-ket ulangan kondansatorlarning qarshi ulanishidan tashkil topgan ikkita bir xil ferroresonant konturdan iborat bo'lgan ikki fazali chastota bo'linishini hosil bo'lishi ko'rib chiqiladi. Nochiziqli induktivliklarning ikkilamchi chulg'amlari bir-biriga ketma-ket mos bog'langan va doimiy tartibda magnit maydon hosil qilish uchun diod bilan shuntlangan bo'lib, ikkinchi tartibli subharmonik tebranishlarni olish uchun zarur.

Tayanch iboralar: *energiya nisbati, avtomatik parametrik salınımlar, subgarmonik salınımlar, chastota konvertörü, elektroferromagnetik zanjir, faol kuch, reaktiv quvvat, quvvat balansi, o'rtacha usul, amplitüdün asta-sekin o'zgartirish usuli, asimptotik usul, chastota-energiya nisbati, raqamli usul.*

В данной работе рассмотрено получение субгармонических колебаний второго порядка в двухфазных электроферромагнитных цепях. А также рассмотрено создание устройства двухфазного делителя частоты, который представляет собой два идентичных феррорезонансных контура, из встречного соединения индуктивностей и последовательно соединенных конденсаторов. Вторичные обмотки нелинейных индуктивностей соединены согласно – последовательно и зашунтированы диодом для создания постоянного магнитного поля, необходимого для получения субгармонических колебаний второго порядка.

Ключевые слова: *Энергетические соотношения, автопараметрические колебания, субгармонические колебания, преобразователь частоты, электроферромагнитная цепь, активная мощность, реактивная мощность, баланс мощностей, метод усреднения, метод медленно-меняющих амплитуд, асимптотический метод, частотно-энергетическое соотношение, численный метод.*

В настоящее время в различных отраслях электроэнергетики: устройствах автоматики, телемеханики, информационно-измерительной техники, релейной защиты и других широкое применение находят различного рода преобразователи энергии, числа фаз и частоты, основанные на автопараметрических колебаниях в многофазных нелинейных цепях сосредоточенными параметрами.

В цепях с электромагнитными колебательными контурами при определенных условиях могут возникать автоколебания, которые вызываются периодическим изменением нелинейной индуктивности. Поскольку изменение нелинейной индуктивности происходит под воздействием источника питания, то такие цепи называются автопараметрическими [1, 2, 5, 6, 9, 10-12].

Автопараметрические колебания (АПК) возбуждаются также в цепях с нелинейными резисторами и емкостями [7, 8, 13]. Природа этих колебаний зависит от способности нелинейных элементов цепи накапливать определенное количество энергии, которое необходимо для возбуждения и поддержания колебания на той или иной частоте.

С практической точки зрения наибольший интерес представляют автопараметрические колебания в электроферромагнитных цепях (ЭФМЦ), способные развивать большие мощности, которые могут быть использованы для создания вторичных источников питания, т.е. преобразователей частоты и числа фаз, стабилизаторов, усилителей мощности и т.п. Условия возбуждения и характер протекания процессов АПК в ЭФМЦ зависят в основном от параметров цепи, от степени нелинейности ферромагнитного элемента, начальных условий, амплитуды и фазы входного воздействия.

Основной задачей проектирования и расчета ферромагнитных делителей частоты являются обеспечение надежной работы делителя при максимальной отдаваемой мощности на каждую единицу веса устройства и выбор параметров, внешних по отношению к нелинейному элементу электрических цепей.

Рассмотрим анализ двухфазного делителя частоты (рис.1), представляющего собой два идентичных феррорезонансных контура, состоящих из встречного соединения индуктивностей и последовательно соединенных конденсаторов. Вторичные обмотки нелинейных индуктивностей соединены согласно – последовательно и зашунтированы диодом для создания постоянного магнитного поля, необходимого для получения чётных гармоник. При подключении устройства к источнику питания с напряжениями U_1 и U_2 при определенных соотношениях между ними и параметрами обмоток W_1 и W_2 в ёмкостях конденсаторов C феррорезонансных контуров возбуждаются АПК на частоте субгармоники второго порядка. При этом фазы возбужденных колебаний сдвинуты на 180°, так как созданные токами первичных и вторичных обмоток магнитные потоки нелинейных индуктивностей складываются в одном сердечнике и вычитаются вторичных обмоток – во втором.

Шунтирование вторичных обмоток диодом Д обеспечивает самоподмагничивание сердечников выпрямленными током. Таким образом, устройства позволяют обеспечивать самовозбуждение АПК на частоте субгармоники второго порядка за счет параметрического изменения индуктивности нелинейного реактивного элемента. В системе могут возбуждаться субгармонические колебания (СГК), амплитуды которых равны, но отличаются по фазе на 180°. Различают два режима возбуждения СГК :

$$\Phi_{Am} = \Phi_{Bm} \qquad 0^{\circ} \text{ и } 180^{\circ} \text{ (режим 1)} \tag{1}$$

$$\Phi_{Am} = \Phi_{Bm} \qquad 80^{\circ} \text{ и } 0^{\circ} \text{ (режим 2)}$$

Для анализа установившегося режима законы изменения магнитных потоков в ферромагнитного элемента имеют вид:

$$\begin{aligned} &\Phi_A = \Phi_0 + \Phi_{1m} cos(\omega t + \varphi_1) + \Phi_{2m} cos(\omega t + \varphi_2) \\ &\Phi_B = \Phi_0 + \Phi_{1m} cos(\omega t + \varphi_1 - 180^0) + \Phi_{2m} cos(\omega t + \varphi_2 - 180^0) = \\ &= \Phi_0 - \Phi_{1m} cos(\omega t + \varphi_1) - \Phi_{2m} cos(\omega t + \varphi_2) \end{aligned} \tag{2}$$

Характеристика намагничивания нелинейного элемента аппроксимируется неполным полиномом третьей степени:

$$i_\nu = a\Phi_\nu + b\Phi_\nu^3 \tag{3}$$

оставляя (2) в (3) и пренебрегая членами, отличающимся от частот ω и 2ω получим выражение для токов:

$$i_A = A_{0a} + A_{1a}Cos(\omega t+\varphi_1) + A_{2a}Sin(\omega t+\varphi_2) + B_{1a}Cos(2\omega t+\varphi_1) + B_{2a}Sin(2\omega t+\varphi_2)$$
$$i_B = A_{0b} + A_{1b}Cos(\omega t+\varphi_1) + A_{2b}Sin(\omega t+\varphi_2) + B_{1b}Cos(2\omega t+\varphi_1) + B_{2b}Sin(2\omega t+\varphi_2) \quad (4)$$

где :

$$A_{0a} = a\Phi_0 + b\Phi_0^3 + \frac{3b}{2}\Phi_0\Phi_1^2 + \frac{3b}{2}\Phi_0\Phi_2^2 + \frac{3b}{4}\Phi_1^2\Phi_2 cos(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$A_{1a} = a\Phi_1 + \frac{3b}{4}\Phi_1^3 + 3b\Phi_0^2\Phi_1 + \frac{3b}{2}\Phi_1\Phi_2^2 + 3b\Phi_0\Phi_1\Phi_2 cos(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$A_{2a} = 3b\Phi_0\Phi_1\Phi_2 Sin(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$B_{1a} = a\Phi_2 + \frac{3b}{4}\Phi_2^3 + 3b\Phi_0^2\Phi_2 + \frac{3b}{2}\Phi_1^2\Phi_2 + \tfrac{3b}{2}\Phi_0\Phi_1^2 cos(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$B_{2a} = -\tfrac{3b}{2}\Phi_0\Phi_1^2\Phi_2 Sin(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$A_{0b} = a\Phi_0 + b\Phi_0^3 + \frac{3b}{2}\Phi_0\Phi_1^2 + \frac{3b}{2}\Phi_0\Phi_2^2 - \frac{3b}{4}\Phi_1^2\Phi_2 cos(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$A_{1b} = -\left(a\Phi_1 + \frac{3b}{4}\Phi_1^3 + 3b\Phi_0^2\Phi_1 + \frac{3b}{2}\Phi_1\Phi_2^2 - 3b\Phi_0\Phi_1\Phi_2 cos(2\varphi_1-\varphi_2)\right)$$
$$A_{2b} = 3b\Phi_0\Phi_1\Phi_2 Sin(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$B_{1b} = -\left(a\Phi_2 + \frac{3b}{4}\Phi_2^3 + 3b\Phi_0^2\Phi_2 + \frac{3b}{2}\Phi_1^2\Phi_2 - \tfrac{3b}{2}\Phi_0\Phi_1^2 cos(2\varphi_1-\varphi_2)\right)$$
$$B_{2b} = -\tfrac{3b}{2}\Phi_0\Phi_1\, Sin(2\varphi_1-\varphi_2)$$

Напряжения на нелинейных индуктивности:

$$U_a = \frac{d\Phi_a}{dt} = -\omega\Phi_{1m}Sin(\omega t+\varphi_1) - 2\omega\Phi_{2m}Sin(2\omega t+\varphi_2)$$
$$U_b = \frac{d\Phi_b}{dt} = \omega\Phi_{1m}Sin(\omega t+\varphi_1) + 2\omega\Phi_{2m}Sin(2\omega t+\varphi_2) \quad (5)$$

Выразим токи и напряжения в комплексной форме:

$$I_{a1} = (jA_{1a}+A_{2a})\ell^{j\varphi_1} \qquad I_{a2} = (jB_{1a}+B_{2a})\ell^{j\varphi_2}$$
$$I_{b1} = (jA_{1b}+A_{2b})\ell^{j\varphi_1} \qquad I_{b2} = (jB_{1b}+B_{2b})\ell^{j\varphi_2}$$
$$U_{a1} = -\omega\Phi_{1m}\ell^{-j\varphi_1} \qquad U_{a2} = -2\omega\Phi_{2m}\ell^{j\varphi_2}$$
$$U_{b1} = \omega\Phi_{1m}\ell^{j\varphi_1} \qquad U_{b2} = 2\omega\Phi_{2m}\ell^{j\varphi_2} \quad (6)$$

Тогда комплексы полных мощностей соответственно выражаются

$$\tilde S_{a1} = \frac{1}{2}\dot U_{a1}\overset{*}{I}_{a1} \qquad \tilde S_{a2} = \frac{1}{2}\dot U_{a2}\overset{*}{I}_{a2}$$
$$\tilde S_{b1} = \frac{1}{2}\dot U_{b1}\overset{*}{I}_{b1} \qquad \tilde S_{b2} = \frac{1}{2}\dot U_{b2}\overset{*}{I}_{b2} \quad (7)$$

или мощности для субгармоник второго порядка:

$$\tilde S_{a1} = \frac{1}{2}\left(-\omega\Phi_{1m}\ell^{j\varphi_1}\right)\cdot\left(A_{2a}-jA_{1a}\right)\ell^{-j\varphi}$$
$$\tilde S_{b1} = \frac{1}{2}\left(-\omega\Phi_{1m}\ell^{j\varphi_1}\right)\cdot\left(A_{2b}-jA_{1b}\right)\ell^{-j\varphi} \quad (8)$$

Или:

$$P_{a1} = -\frac{1}{2}\omega\Phi_{1m}A_{2a} = -\frac{3b}{2}\omega\Phi_0\Phi_1^2\Phi_2 Sin(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$Q_{a1} = \frac{\omega}{2}\left[a\Phi_1^2 + \frac{3b}{4}\Phi_1^4 + 3b\Phi_0^2\Phi_1^2 + \frac{3b}{2}\Phi_1^2\Phi_2^2 + 3b\Phi_0\Phi_1^2\Phi_2 Cos(2\varphi_1-\varphi_2)\right]$$
$$P_{b1} = -\frac{3}{2}\omega\Phi_{1m}^2 b\Phi_0\Phi_1^2\Phi_2 Sin(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$P_{a2} = \frac{3}{2}\omega\Phi_{1m}^2 b\Phi_0\Phi_2 Sin(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$P_{b2} = -\frac{3}{2}\omega\Phi_{1m}^2 b\Phi_0\Phi_2 Sin(2\varphi_1-\varphi_2)$$
$$Q_{b2} = -\frac{\omega}{2}\left[a\Phi_1^2 + \frac{3b}{4}\Phi_1^4 + 3b\Phi_0^2\Phi_1^2 + \frac{3b}{2}\Phi_1^2\Phi_2^2 - 3b\Phi_0\Phi_1^2\Phi_2 Cos(2\varphi_1-\varphi_2)\right] \quad (9)$$

В соответствии с (1) для двухфазных ЭФМЦ необходимым условием преобразования энергии частоты 2ω в энергию частоты ω будет:

$$P_{a1} = -P_{a2} \qquad P_{b1} = -P_{b2} \quad (10)$$

или

$$0^\circ < 2\varphi_{1a} - \varphi_{2a} < 180^\circ$$

$$180^\circ < 2\varphi_{1b} - \varphi_{2b} < 360^\circ \quad (10a)$$

Введя обозначения:

$$\alpha = b\Phi_0\Phi_2 Sin(2\varphi_1-\varphi_2) \quad (11)$$
$$\beta = a + \frac{3b}{4}\Phi_1^2 + 3b\Phi_0^2 + 3b\Phi_2^2 \quad (11a)$$
$$\chi = 2\varphi_1 - \varphi_2$$
$$K_{p1} = \frac{2P}{\omega\Phi_1^2} = \alpha Sin\chi$$
$$K_{q1} = \frac{2Q}{\omega\Phi_1^2} = \beta + \alpha Cos\chi$$
$$K_{p2} = \alpha Sin\chi$$
$$K_{q2} = -\beta - \alpha Cos\chi$$

и анализируя двухфазную ЭФМЦ в режиме возбуждения СГК второго порядка, заметим, что эти режимы остаются строго симметричными и сдвинутыми по фазе на 180°. Возведя в квадрат и сложив уравнения (11) и (11a) путем несложных преобразований получим уравнения кривых второго порядка относительно квадратов амплитуд магнитных потоков Φ_1^2 и Φ_2^2, (где Φ_1 -магнитный поток субгармоники и Φ_2- составляющая магнитного потока основной гармоники):

$$4\Phi_2^4 + \Phi_1^4 + 16\Phi_0^2 + 4\Phi_2\Phi_1^2 + 8\Phi_1^2\Phi_0 - \frac{16}{3b}(K_q - a)\Phi_2^2 -$$
$$-\frac{8}{3b}(K_q - a)\Phi_1^2 - \frac{32}{b}(K_q - a)\Phi_0^2 + \frac{16}{9b^2}\left[K_p^2 + (K_q - a)^2\right] = 0 \quad (12)$$

т.е. приходим к уравнениям, одинаковым для обоих контуров.

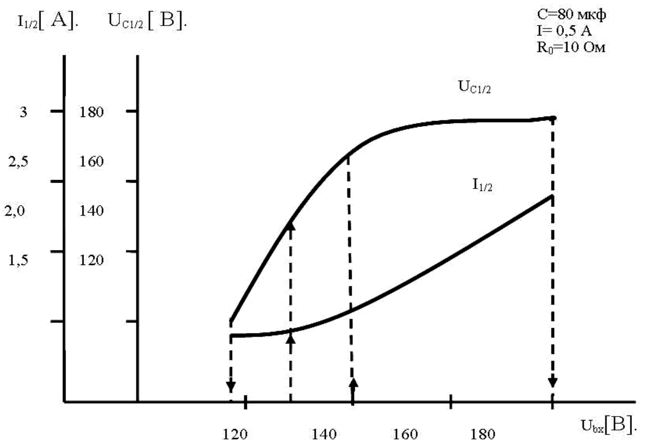


Рис.1. Вход-выходные характеристики

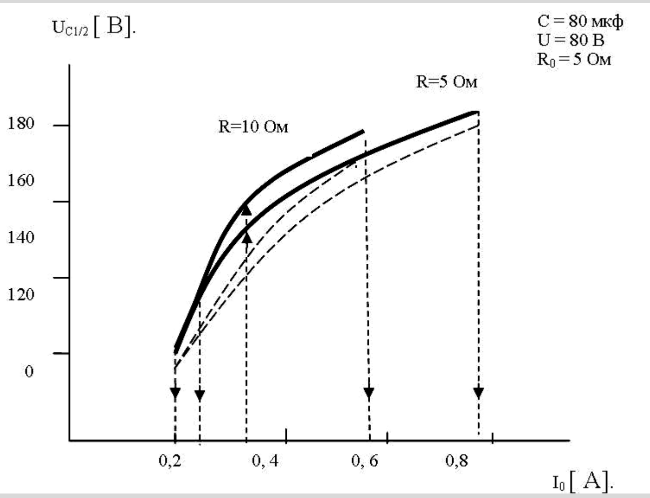


Рис.2. Зависимость амплитуды СГК от тока подмагничивания

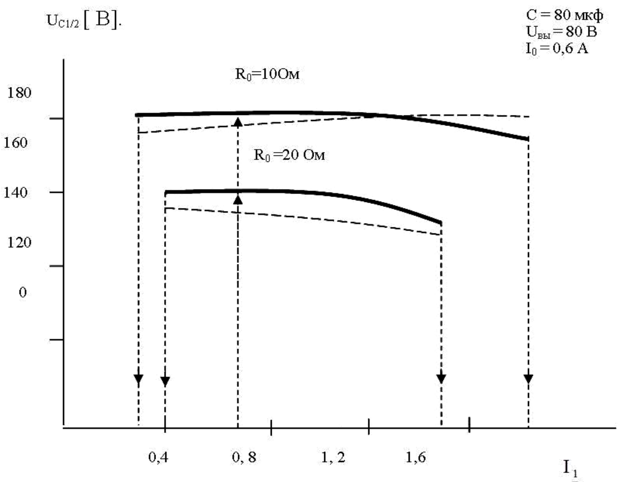


Рис.3. Внешние характеристики

Выше приведенный алгоритм вывода уравнения движения позволяет получать уравнения своего рода в «стандартной» форме, не подлежащие какому-либо предварительному преобразованию при применении метода усреднения.

Преимуществами предложенной схемы двухфазного ферромагнитного делителя частоты с общими магнитопроводами по сравнению с известным устройствами, являются уменьшение весогабаритных показателей и потерь за счет замены двух громоздких трансформаторов с четырьмя обмотками с одним трехстержневым Ш-образным трансформатором.

Исследования предложенной схемы делителя показали, что данная схема увеличивает область существования субгармонических колебаний и КПД, а также улучшает внешние характеристики. Разработанное устройство (ферромагнитный делитель частоты) может быть использовано для питания двух автономных потребителей противофазным напряжениями пониженной частоты в авиационной отрасли, системах релейной защиты и автоматики, телесигнализации железнодорожного транспорта и т.д.

Библиографический список:

1. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: Учебное пособие / Г.И.Атабеков.- 7-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009. 592 с.

2. Ibadullaev M.I., Tovbaev A.N.,. Esenbekov A.Zh. Self-oscillations at the frequency of subharmonics in nonlinear electric chains and systems E3S Web of Conferences 139, 010 (2019) RSES 2019.

3. Ибодуллаев М., Товбоев А.Н., Есенбеков А.К., Назаров А.И. Частотно-энергетические соотношения при анализе автопараметрические колебаний// Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2017. -№2. С. 165-167.

4. Ибодуллаев М. Товбоев А.Н., Есенбеков А.К. Анализ частотно-преобразующих свойств цепи с нелинейной индуктивностью// Научно-технический журнал «Проблемы энерго- и ресурсосбрежение» Тошкент. №1-2. 2017. С. 30-33.

5. Tovbayev A.N Study on Three-Phase Fluctuations in Subharmonicheskogo Excitations Jelektrofer(P) Omagnitnyh Chains. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Copyright to IJARSET, Vol. 6, Issue 6, June 2019. C. 9709-9712.

6. Tovboyev A.N., Norqulov A.O., Togaev I.B.,Equation of Movement of Subharmonic Oscillations in Three-Phase Chains with Three-Phase Ferromagnetic Elements. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Copyright to IJARSET Vol. 6, Issue 10, October 2019. pp.11207 -11210.

7. Tovboyev A.N., Boynazarov G'.G'., Jumayev Z.I.. Analysis of Subharmonic Oscillations of the Third Order in Three-Phase Circuits with a Separate Ferromagnetic Element. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Copyright to IJARSET. Vol. 6, Issue 12 , December 2019. pp. 12229-12233.

8. Ибодуллаев М., Товбоев А.Н.. Определение условия возбуждения и критических параметров цепи субгармонических колебаний в многофазных электроферромагнитных цепях и системах // Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2011. -№3. С. 54-56.

9. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей. Учебное пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1982. 280 с.

10.Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи Учебник. 10-е изд. М.: Гардарики, 2002. 638 с.

11. Демирчян К. С., Нейман Л. Р., Коровкин Н. В., Чечурин В. Л.. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 3,4. — 4-е изд. / - СПб.: Питер, 2006. 377 с.

12. Товбоев А.Н. Уч фазали электроферромагнит ток занжирларида субгармоник тебранишларнинг таҳлили // Горные вестник Узбекистана. –Ташкент, 2006. -№3. С.87-88.

13. Ибодуллаев М. И., Товбаев А. Н., Нуралиев А. К. Уч фазали ночизикли электроферромагнит занжирлар дифференциал ҳолат тенгламалари таҳлили // Доклады Академии наук РУз. –Тошкент, 2000. -№6. С. 26-30.

УДК 621.315.17

ЮҚОРИ КУЧЛАНИШЛИ ЭЛЕКТР УЗАТИШ ЛИНИЯЛАРИДА МУЗНИ ОЛДИНИ ОЛИШ БЎЙИЧА УСЛУБИЙ КЎРСАТМАЛАР ИШЛАБ ЧИҚИЛГАН




Касобов Л.С.,
М.С. Осими номидаги Тожикистон техника университети, энергетика факультети декани, т.ф.н., доцент

Каршибаев А.И.,
НДКИ, ЭМФ декани, т.ф.д.

Рахмонов Ф. Н.,
НДКИ, ЭМФ декани ўринбосари

Хамидов А.А.,
НДКИ, «Электр энергетика» кафедраси, магистрант

Maqolada xavo liniyalarida muzlash xolatini sezilarli darajada kamaytirish usuli sifatida termoeletrik isitish usuli atroflicha keltirilgan. Istish modulining samaradorligi va kamchiligi ko'rsatilgan. Shuningdek elektr uzatish liniyalarida muzlash xolatlarini kelib chiqishi va shu xodisaning yuzaga kelishiga zamin yaratovchi sharoitlar sabablari alohida ko'rib chiqilgan.

Tayanch iboralar: *elektr uzatish liniyasi, muzlash, matematik modul, o'tkazgich, tok, shamol tezligil, namlik, magnit maydoni, isitish.*

В статье подробно представлен термоэлектрический метод нагрева, как способ существенного снижения температуры замерзания в воздушных линиях. Показана эффективность и недостаток теплового модуля. Также рассмотрены причины возникновения замерзания на линиях электропередачи и условия, создающие почву для появления этого явления.

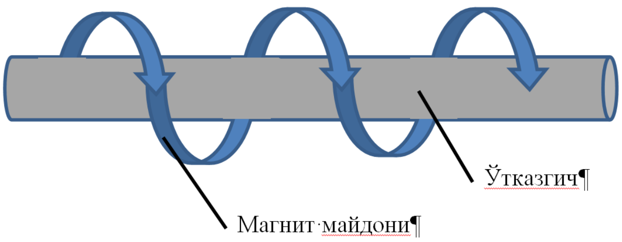
Ключевые слова: *линия электропередачи, замораживание, математический модуль, проводник, ток, скорость ветра, влажность, магнитное поле, отопление.*

Термоэлектрик иситиш усули электр линиясини иситиш дегани эмас, балки электр энергиясини узатиш вақтида содир бўладиган табиий йўқотишлар туфайли унинг атрофида атмосфера ҳавосини иситиб туради. Биз юқоридаги симнинг магнит майдонини ишлатиш ҳақида гапирамиз

Назарияга эътибор берсак, тўғри ўтказгичдан ток ўтганда унинг атрофида магнит майдон пайдо бўлади. Бу майдоннинг магнит куч чизиқлари концентрик айланаларда жойлашади, унинг марказида токли ўтказгич бўлади. Токли ўтказгич атрофидаги магнит майдон йўналиши ўтказгичдан ўтаётган токнинг йўналишига ҳар доим қатъий мувофиқ бўлади. Кучнинг магнит чизиқлари йўналишини гимлет қоидаси билан аниқлаш мумкин. Масалан, агар ток китоб варағи текислигидан ташқаридаги биздан йўналган ўтказгич орқали ўтса, бу ўтказгич атрофида содир бўладиган магнит майдон соат вақти бўйича йўналган бўлади. Агар ўтказгич орқали ток китоб варағи текислигидан бизга қараб йўналишда ўтса, ўтказгич атрофидаги магнит майдон соат вақтига қарама-қарши йўналган бўлади. Ўтказгичдан ўтаётган ток қанча катта бўлса, унинг атрофида содир бўладиган магнит майдон шунча кучли бўлади [1-3]. Ток йўналиши ўзгарганда магнит майдон ҳам ўз йўналишини ўзгартиради.

Ўтказгичдан узоқлашган сари магнит куч чизиқлари камроқ жойлашади. Магнит майдон индукцияси ва унинг интенсивлиги камаяди. Ўтказгич атрофида фазодаги магнит майдон кучланганлиги 1-расмда кўрсатилган [4].

Магнит майдоннинг кучи ўтказгичдаги токнинг қийматига ва унинг частотасига бевосита боғлиқ.

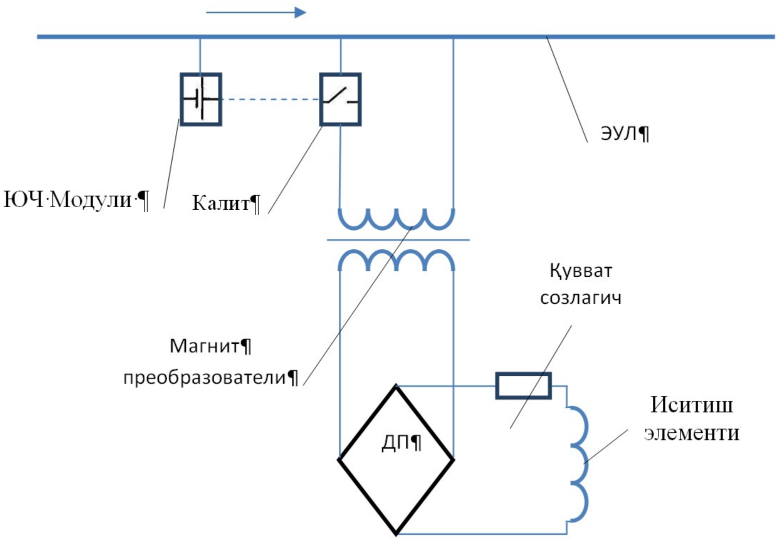


Расм.1. Ўтказгичнинг атрофида магнит майдон шаклланиши

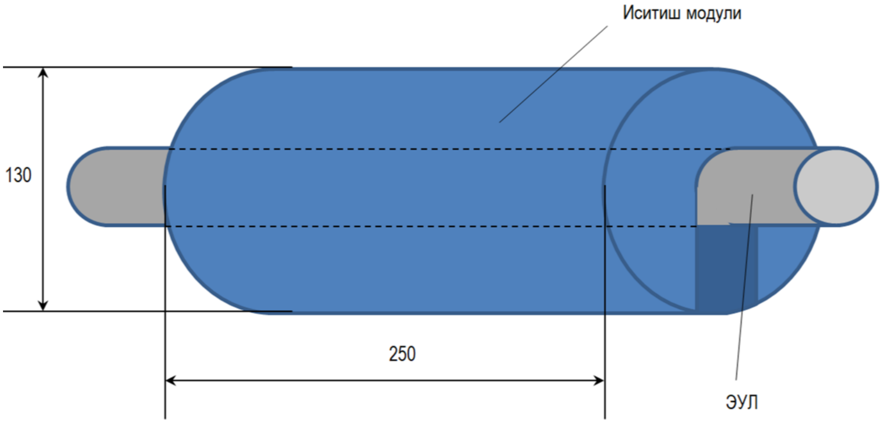
Ҳаракатланаётган электр зарядларининг магнит ўзаро таъсири қуйидагича тушунилади: ҳар бир ҳаракатланаётган электр заряди фазода ҳаракатланаётган зарядланган зарраларга таъсир этувчи магнит майдонини ҳосил қилади. Бу физик табиий ҳодиса, лекин бир маънода у ёки бу фактнинг мавжудлиги атроф -муҳитга зарарларнинг келиб чиқиши билан боғлиқ.

Электр станциялари истеъмолчиларга электр энергиясини ташиш жараёнида узатиш линияларида йўқотишлар мавжуд. Электр линияларида минимал йўқотишларни таъминлаш муаммоси ҳар доим электр ишлаб чиқарувчилар томонидан юзага келган. Металларнинг электр қаршилиги каби хоссаси табиий бўлиб, жуда паст температураларда лаборатория шароитларидан ташқари, ундан қутилиш деярли мумкин эмас. Давлатлар ҳар йили электр линияларини қуриш учун катта миқдорда маблағ ажратади, чунки ҳар йили статистикада кўрсатишича, электр энергияси истеъмоли аста-секин ошиб бормоқда. Заводлар қурилмоқда, янги турар-жой бинолари қурилмоқда, темир йўллар еса электрлаштирилмоқда. Буларнинг барчаси электр стансияларига юкни оширади. Узоқ масофага узатиш учун стандарт йўқотиш даражаси 5% дан ошмаслиги керак. Бир қарашда бу кўрсаткич катта эмас, аммо катта қувватларга келганда йўқотишлар миқдори бир неча миллиардга етиши мумкин. У зарар олдини олиш учун имконсиз бўлса, шунинг учун, сиз уларни яхши ишлатиш учун ҳаракат қилиб кўришингиз мумкин. Бу ғоя Навоий давлат кончилик институтидан таклиф етилган ечимга асос бўлади. Фикр оддий. Электр линияларида муз ва муз хавфини сезиларли даражада камайтириш учун атрофдаги ҳавони иситиш кифоя. Бу металлнинг ҳарорат режимини бузмаслик учун амалга оширилади [5-8].

Иситгични ҳисоблаш линия -15°*C* атмосфера ҳароратида муз билан қопланмаслиги ва 10 *м/с* шамоли, ҳаво намлиги 85% бўлган ҳолда 67°*C* нисбий исиши етарли. Иситиш элементида иссиқлик қаршилиги етарли бўлиши керак. Юқори ҳароратларда иссиқлик қаршилик ва механик кучга боғлиқ. Иссиқликка чидамлилик-металлар ва қотишмаларнинг юқори температурада газ коррозиясига чидамлилиги билан аниқланади.Электр материаллари иситгич юқори электр қаршиликка эга бўлган материалдан тайёрланиши керак. Оддий қилиб айтганда, материалнинг электр қаршилиги қанча юқори бўлса, шунча қизийди. Шунинг учун, агар сиз камроқ қаршиликка ега бўлган



Расм.2. Иситиш модулининг принцип схемаси



Расм.3. Иситиш мудулини умумий кўриниши

материални қабул қилсангиз, узунроқ узунлиги ва кичикроқ кесимли майдонга ега иситгич керак бўлади.Юқори кучланишли электр линияларининг магнит майдон параметрлари электр майдон параметрларидан фарқли ўлароқ паст эканлигини ҳисобга олсак, сим атрофидаги магнит майдон ҳар доим зичлаштирилмаган бўлса, магнит майдонни электр токига тўғридан-тўғри айлантириш сезиларли муваффақият бермайди. Шунинг учун иситиш элементини шу шарт асосида ишлатиш керак.

Электр печлари учун иситгичлар ишлаб чиқаришда енг мос ва енг кўп ишлатиладиган електр қаршилиги юқори бўлган аниқликдаги қотишмалардир. Буларга хром ва никел (хром-никел), темир, хром ва алюминий (темир-хром-алюминий) асосидаги қотишмалар киради.

Магнит майдондан айлантирилган ток-нинг қиймати жуда кичик бўлгани учун теги-шли иситгични танлаймиз. Диаметри 0,3 *мм* ва 0,085 $мм^2$ кесимли нихром ип етарли бўлади. Ушбу иситгични иситиш учун рухсат етилган оқим 67^oC, 0,35 *А* етарли. Ҳисобланган иситгич учун ток қиймати магнит ўзгартиргичда, шамоллаш нисбати бўйича созланиши керак. Ишчи ток бирламчи ўралишда оқиши сабабли иккиламчи ўралишда юпқа сим ишлатилади. Сараламаларнинг нисбати линиянинг операцион оқими қийматига қараб танланиши керак.

Ҳажми 25х12 *см* бўлган битта иситиш модули 43 *см* радиус ичида ижобий ҳаро-ратни сақлаб тура олади. Об-ҳаво шароитининг интенсивлигига қараб, сама-радорлик натижага еришиш учун ҳар 1,7 *м* да иситиш модулини ўрнатиш керак.

Ўрнатиш ишларини бошлашдан олдин иситиш модулининг тўғри йиғилганлигига ва созланганлигига ишонч ҳосил қилиш керак.Иситиш модулини ўрнатиш қўлда, битта тартибда бажарилади. Иситиш модуллари орасидаги масофа кетма-кет 1,2 *м* дан ошмаслиги керак.Иситиш модули автоматик равишда офлайн режимда ишлайди. Ҳар бир иситиш модули тизимдаги бошқа модуллардан мустақил ишлайди. Модул подстансиядаги оператор-дан маълум частоталар оралиғидаги юқори частотали сигнал кўринишида актив-лаштириш буйруғини олади. Частота канали алоқа ва автоматлаштириш эҳтиёжлари учун ишлатиладиган частота диапазонидан юқорида жойлашган бўлиши керак.

Библиографик рўйхат:

1. Правила устройства электроустановок.-7-е изд.-М.:Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. 85 с.

2. Подрезов О.А. Опасные скорости ветра и гололедные отложения в горных районах-Л.:Гидромегеоиздат, 1990. 182 с.

3. Глухов В.Г. Метеорологические условия образования гололеда // Тр. ГТО.-1972.-Вып.311.

4. Леухина Г.Н. Гололедно-изморозевые явления и обледенение проводов в Средней Азии//Тр. С АРНИГМИ.-Л. :Гидроме геоиз-дат, 1972.-Вып.7(88). 143 с.

5. Бургсдорф В.В. Сооружение и эксплоатация линий электропередачи в сильногололедных районах. М-Л. Государственное энергетическое изда-тельство, 1947. 220 с.

6. Бучинский В.Е. Гололед и борьба с ним.-Л.:Гидрометеоиздат, 1960. 192 с.

7. Патент на изобретение 2326481(13)C1, Российская федерация, МПК H02J 9/06 Способ автоматического включения резервного электропитания потребителей и устройство для его осуществления / Цырук С.А., Гамазин С.И., Пупин В.М., Козлов В.Н., Павлов А.О.; заявитель и правообладатель ГОУ высшего профессионального образования «Московский энергетический институт (технический университет)» (ГОУВПО «МЭИ(ТУ)»). - №2006139086/09; заявка 07.11.2006; опубл. 07.11.2006.

8. А.с. 1141511. Устройство для синфазного автоматического включения резервного питания потребителей с двигательной нагрузкой // В.Ф. Сивокобыленко, Н.В. Гребченко, А.В. Кравченко. — Опубл. в Б.И., 1985, №7.

УДК 621.34

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ УПРАВЛЕНИЮ СИСТЕМОЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДА В ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦАХ

Мавлонов Ж.А.,
ст. преподаватель кафедры «Электроэнергетика», НГГИ

Уринов Ш.Р.,
доцент кафедры «Автоматизации и управления» НГГИ, к.т.н.

Мухаммадиев Б.С.,
магистрант кафедры «Электроэнергетика», НГГИ

Elektr boshqaruvi tizimining aqlli nazorati xozirgi vaqtda katta e'tiborni tortdi. Ushbu maqola tadqiqot soxasidagi barcha umumiy muammolarni tizimli ravishda ishlab chiqadi. Elektr boshqaruvi tizimida aqlli boshqaruvni qabul qilishning axamiyati va usuli tushuntiriladi, so'ngra elektr boshqaruvi tizimida ishlatiladigan noaniq nazorat va neyron nazorati hususiyatlari kiritiladi.

Tayanch iboralar: *aqlli nazorat, noaniq nazorat, tup tegirmon, elektr boshqaruvi tizimi, omil maydon.*

Интеллектуальное управление системой электропривода привлекло большое внимание в настоящее время. В данной работе систематически вырабатываются все общие проблемы в этом направлении исследований. Объясняется важность и метод принятия интеллектуального управления в системе электропривода, а затем вводятся характеристики нечеткого управления и нейронного управления, применяемые в системе электропривода.

Ключевые слова: *интеллектуальное управление, нечеткое управление, шаровая мельница, система электропривода, факторные поля.*

Интеллектуальное управление в измельчении руды является новым этапом развития науки об автоматическом управлении. В настоящее время исследования и применение интеллектуального контроля развиваются во многих областях. В то же время, его развитие приносит новые идеи и новые методы для стратегии управления системой электропривода. Как и другие предметы, интеллектуальный контроль производится и развивается на основе практики решения важных инженерных и технических задач из-за требований развития науки и техники. С улучшением степени автоматизации объект управления становится все более сложным. Для процессов, в которых математическую модель трудно получить или она сложна, классические и современные теории управления не могут получить довольно хороший результат, даже если они абсолютно ничего не могут им дать. Но квалифицированный обслуживающий персонал может свободно работать с ручным управлением. Тем не менее, человек естественным образом создает идею, что опыт квалифицированного персонала может быть использован в качестве технологии автоматического управления в качестве эталона. Развитие компьютерных технологий управления заставляет желаемое, быть правдой. Компьютер может выполнять контрольную работу в соответствии с опытом и методами квалифицированного персонала и экспертов, основываясь на его функциях в логическом мышлении, суждении, признании, принятии решений, учебе и других аспектах. С другой стороны, был достигнут значительный прогресс в исследованиях во многих академических областях, таких как искусственный интеллект, экспертная система, нервная сеть и нечеткая логика, в которых исследуется, как выполнять функцию человеческого мозга, различные методы контроля, имитирующие знания людей. и мысль предлагается с разных точек зрения в этих исследовательских работах, таких как экспертный контроллер, нейронный контроль и нечеткий контроль, которые в совокупности называются интеллектуальным контролем.

Искусственная интеллектуальная система управления должна использовать другой метод управления в соответствии с другим управлением. Нервное управление, нечеткое управление, управление нейронной сетью и генетический алгоритм можно рассматривать как семейство аппроксиматоров нелинейных функций. Эти аппроксиматоры могут давать более точные результаты и иметь больше преимуществ, чем обычный оценщик функций. Конкретная модель объекта управления будет необходима для управления с традиционным оценщиком функций, это является большим ограничением, потому что очень трудно получить точное динамическое уравнение состояния во многих случаях для человека. Но ограничение не может повлиять на искусственную интеллектуальную систему управления, которая не нуждается в модели объекта управления. Соответствующая регулировка может улучшить производительность искусственной интеллектуальной системы управления. Например, время нарастания контроллера нечеткой логики в 1,5 раза быстрее, чем оптимизатора, время падения контроллера нечеткой логики в 3,5 раза быстрее, чем оптимизатора, а контроллер нечеткой логики имеет меньшее минимальное напряжение. Искусственный интеллектуальный контроллер можно разделить на три класса: контролируемый, неконтролируемый и обучающий. Структура топологии и алгоритм обучения традиционного контролируемого обучающего контроллера нейронной сети стали фиксированными и неизменными, этот пункт должен дать больше ограничений контроллеру с этой структурой, так как время вычислений более продолжительное, а эффект вычислений не очень хороший. Применение нейронной сети и метода проб и ошибок позволяет избежать этих ошибок, чтобы повысить скорость обучения.

Нечеткое управление - это метод управления, основанный на фунда-

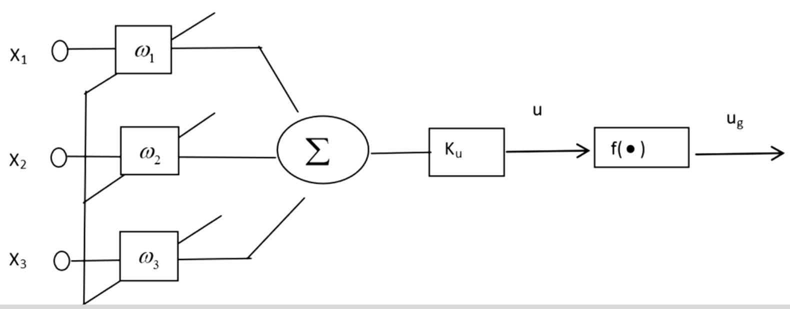


Рис.1. Одиночная нейронная модель

ментальном принципе нечеткой математики. В традиционных областях технологии управления точность динамического режима системы управления является ключевым моментом, влияющим на эффект управления, более конкретную динамическую информацию, более высокую точность. Однако для сложной системы динамический процесс системы не может быть описан точно из-за слишком большого числа переменных. Инженеры делают все возможное, чтобы сократить динамический процесс технологии для точного управления, но результаты не очень удовлетворительные. То есть традиционные теории систем управления имеют строгий контроль над простой системой, но не имеют строгого контроля над сложной системой [1].

Теоретически нервная сеть обладает сильной способностью синтезировать информацию, которая может решить все сложные проблемы управления, если скорость расчета достаточно высока. К сожалению, нет поддержки соответствующего компьютерного оборудования нейронной сети. Но система электропривода, управляемая одним нейронным управлением, отвечает требованиям нелинейного управления и высокой надежности, направленной на особенности управления системой электропривода. Одиночный нейрон является основной частью управления в контроллере нейронной сети. Его модель, как показано на рис.1.

На рис. 1 ω_1 (i=1,2,3) - соответствующий вес, Ku - коэффициент пропорциональности, f (●) - функция возбуждения с максимальной предельной амплитудой.

$$u(k) = K_u \sum_{i=1}^{3} \omega_1(k) x_1(k) / \| W \|$$

$$u_k(k) = U_{\max} \frac{1 - e^{-u(k)}}{1 + e^{-u(k)}}$$

Внутреннее произведение вектора веса w и входного вектора x делится на евклидову норму ||W|| вектора веса для сходимости стратегии управления. Функция самоадаптирования одиночного нейронного контроллера реализуется путем изменения веса [2].

В расширенном масштабе можно рассмотреть измельчение в мельницах и анализ факторного поля на эффективность измельчаемого комплекса.

Факторное поле шаровидный мельницы имеет возможность быть представлено диаграммой Исикава рис.1. Эта диаграмма отражает главные структурные связи изнутри системы и разрешает наглядно предположить воздействие моментов на значение электропотребления [3].

Главные позиции на диаграмме заведены по 4 группам моментов, определяющим технологический процесс. Разбиение моментов изнутри групп упрощает оценку воздействия такого или же другого фактора. Кое-какие моменты, имеют все шансы быть интегрированы в 2 группы, или же относится к одной или другой группе в зависимости от мотивированной функции оптимизации процесса.

Рассмотрим факторное поле шаровой мельницы. Для простейшего случая группа контролируемых факторов может быть представлена одной величиной. Для ранних систем управления, в процессах, где допускался значительный разброс по качеству помола, такой величиной принималась производительность оборудования. На предприятиях, где выдвигались более жесткие требования к качеству готового продукта, выходной вектор состоял из двух величин: производительности и качества. С наступлением времен дефицита энергии выходной вектор был дополнен таким фактором как электропотребление. Кроме вышеуказанных величин в состав выходного вектора могут входить такие величины как давление масла в цапфе, крутящий момент на валу, вес вещества в мельнице, ток в статоре приводного двигателя и т. п., но все эти величины являются косвенными для определения трех основных: электропотребления, качества помола, производительности оборудования.

Физико-механические качества измельчаемого, образуют отдельную группу моментов, которые нужно принимать во внимание при разработке системы управления измельчени-

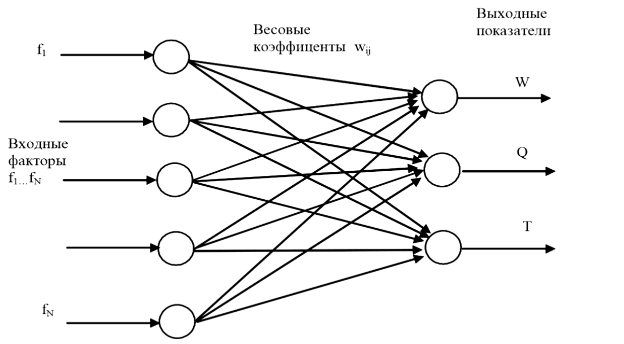


Рис.2. Модель нейронной сети для управления помолом

ем, потому что как раз эти моменты определяют что, важным является минимальное количество энергии для выполнения технологического процесса. Которые относят влажность, абразивность, прочность, плотность, гранулометрический состав и другие параметры.

Параметр крепость – основной параметр при измельчении, чем он выше, тем больше энергии придется затратить на разрушение вещества. Поэтому настройку систем управления следует производить для веществ одной группы крепости, либо же дополнительно настраивать систему на работу во всем диапазоне крепости. Для процесса сухого помола влажность определяет изменение условий измельчения, налипание материала на рабочие поверхности, создание «подушки», мешающей измельчению. Для процесса мокрого помола влажность выражается в соотношении твердой и жидкой фаз, что сказывается на дальнейшем расходе энергии в технологическом процессе.

Функции зависимости P и Q для моделирования могут быть заменены функциями аппроксимации пакета MATLAB. Таким образом, модель объекта управления будет представлять из себя две параллельные функции аппроксимации (при моделировании большего числа процессов, соответственно, увеличивается и число функций – взаимовлиянием параметров друг на друга решено пренебречь из-за значительно большего влияния входных параметров), относительные значения выходов которых будут умножаться на вес поступающей в мельницу руды. Модель мельницы в toolbox «Simulink» представлена на рис. 3.

Разработка интеллектуального контроллера или традиционного контроллера, является не чем иным, как созданием отношения отражения от текущего состояния, ошибки системы и контролируемой величины. Различие интеллектуального управления и традиционного управления заключается в том, что последний проектирует контрол-

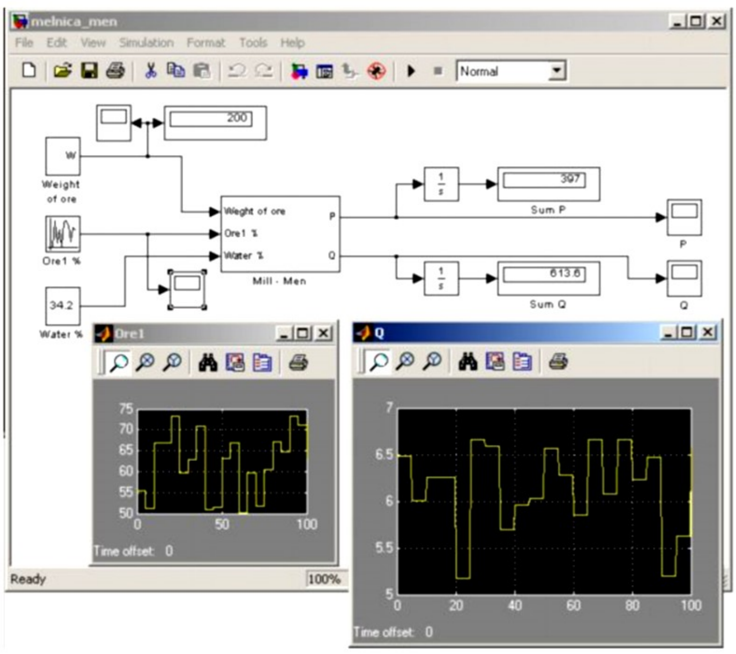


Рис.3. Модель процесса измельчения

лер в соответствии с моделью контролируемого объекта, а интеллектуальное управление не нуждается в модели управляемого объекта. Интеллектуальное управление имитирует человеческий интеллект, определяет выход контроллера в соответствии с системной ошибкой и ее изменениями и автоматически настраивает контроллер. Математическая модель системы привода модели ясна в основном только под влиянием изменений параметров и нелинейного фактора, но интеллектуальный метод управления, который имеет функцию адаптивного переменного параметра, может быть применен, чтобы восполнить недостатки линейного регулятора и улучшить способность к адаптации системы для различных факторов возмущения и нелинейных факторов.

На современном теоретическом уровне интеллектуальная система управления электроприводом может рассматриваться как семейство нелинейных систем для использования существующей нелинейной теории и инструмента.

Библиографический список:

1. Круглов В.В., Дли М.И. Голунов Р.Ю. «Нечеткая логика и искусственные нейронные сети», 2001. 224 с.

2. Kim M, Metzner J J, A Key Exchange Method for Intelligent Electronic Devices in Distribution Automation [J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2010, 25(3). С. 1458-1464.

3. Мейта А.В. , канд. техн. наук, Национальный технический университет Украины “Исследование факторного поля шаровой мельницы”, 2016. 96 с.

4. Зарубин М.Ю., МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATLAB И TOOLBOX «SIMULINK».

5. Гржибовский А. М. «Корреляционный анализ» Национальный институт общественного здоровья, г. Осло, Норвегия 2008 г.

6. Серго Е.Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых Москва «Недра» 1985. С. 72.

7. Fedotkin I. Simulation of Technological Processes: Simulation Methods and Solution of Processes Tasks / Fedotkin I., Burlay I., Riumshyn N. - K.: Technica. – 2002.

8. Andreev S. Fractional Crushing and Minerals Screening // Andreev S., Zverychev V., Perov V. - M.: Nedra. – 1966. 236 p.

9. Rozen V.P. Application of models based on the neural networks for solving of the multi-criteria management task of crushing-grinding complex / Rozen V.P., Kalinchik V.P., Meita A.V // Visnyk NTUU “KPI”, series of “Mining”, 2003, issue №8. pp. 134-141.

10. А. Дж. Линц. Циклы дробления и измельчения. Моделирование, оптимизация, проектирование и управление. Пер. с англ. - М.: Недра, 1981. 343 с.

11. Андреев С.Е. Полезная мощность, потребляемая шаровой мельницей при каскадном режиме. - Обогащение руд, 1969, № 2, С. 3-5.

УДК 621.316.925

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВА НА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ, ОСНАЩЕННЫХ ЗАЩИТОЙ МИНИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Баранова М.П.,
зав. кафедры «Системоэнергетики ИИСи Э ФГАОУ ВО» Красноярского государственного аграрного университета, д.т.н., профессор, Россия

Холбоев Г.О.,
главный энергетик НГМК

Идиева А.А.,
магистрант кафедры «Электроэнергетика», НГГИ

Ushbu maqola yuqori voltli tarqatish qurilmalarida zaxirani avtomatik ravishda yoqish sxemalarini takomillashtirish orqali yuqori voltli mikroprotsessor uskunalari va zamonaviy kalitlardan foydalangan holda minimal kuchlanishni himoya qilish bilan jihozlangan elektr ta'minoti tizimlarining ishonchliligini oshirish masalasiga bag'ishlangan. Taklif etilayotgan qurilma elektr ta'minotining uzilish vaqtini qisqartiradi va bir manbadan elektr ta'minotining buzilishi sodir bo'lgan iste'molchilarga sinxron bo'lmagan kuchlanish ta'minotining oldini oladi.

Tayanch iboralar: *ommaviy ishlab chiqarish nikohi, zaxirani avtomatik ravishda yoqish, yuqori voltli tarqatish qurilmalari, dinamik barqarorlik, minimal kuchlanishni himoya qilish, tezkor avtomatik zaxira kiritish.*

Данная статья посвящена вопросу повышения надёжности систем электроснабжения за счёт совершенствования схем автоматического включения резерва на высоковольтных распределительных устройствах, оснащенных защитой минимального напряжения с применением быстродействующего микропроцессорного оборудования и современных выключателей. Предлагаемое устройство позволит сократить время перерыва электроснабжения и обеспечить предотвращение несинхронной подачи напряжения к потребителям, у которых произошло нарушение электроснабжения от одного источника.

Ключевые слова: *массовый брак продукции, автоматическое включение резерва, высоковольтные распределительные устройства, динамическая устойчивость, защита минимального напряжения, быстродействующий автоматический ввод резерва.*

Нарушение электроснабжения производственных потребителей грозит массовым браком продукции, нарушением сложного технологического процесса и значительным ущербом предприятию. В связи с этим совершенствование схем автоматического включения резерва (АВР) на высоковольтных распределительных устройствах является актуальным. Обеспечение максимального сокращения времени переключения нагрузок на резервный источник до срабатывания защиты минимального напряжения является немаловажным аспектом актуальности усовершенствования АВР.

При традиционном АВР во время переключения на резервный источник электродвигательная нагрузка технологического процесса отключается от защиты минимального напряжения ЗМН, что может стать причиной полной остановки процесса и длительного простоя. Применение быстродействующего АВР (БАВР) предоставит возможность сохранения двигательной нагрузки в рабочем цикле. Поэтому совершенствование схемы АВР для высоковольтных распределительных устройств, оснащенных защитой минимального напряжения с применением быстродействующего микропроцессорного оборудования в совокупности с быстро-действующими выключателями является актуальным.

Основной задачей применения БАВР является предотвращение кратковременного исчезновения напряжения, обеспечивая при этом:

динамическую устойчивость двигательной нагрузки;

исключение отключений электродвигателей;

увеличение ресурса двигателей за счет ограничения пусковых токов;

сокращение чисел перерывов электроснабжения при аварийном исчезновении основного питания;

повышение надежности электроснабжения.

На сегодняшний день одной из важнейших задач повышения надёжности электроснабжения категорийных (потребители I и II категории по надежности электроснабжения) потребителей при нарушении питания является максимально снизить время включения резервного питания. Для решения данного вопроса необходимо совершенствование схем автоматического включения резерва.

Развитие микропроцессорной техники и быстродействующего силового оборудования позволяет совершенствовать известные способы АВР.

Способ автоматического включения резервного питания потребителей на основе микропроцессорных устройств включает в себя измерение напряжения прямой последовательности на шинах основного и резервного источников питания, угла между векторами напряжений прямой последовательности, минимального тока ввода каждой секции и определение направления активной мощности на вводе шин основного источника питания.

Согласно способу включения резерва на основе микропроцессорных и быстродействующих устройств, переключение основного источника питания на резервный происходит в следующих случаях:

- при уменьшении значения напряжения ниже заданного уровня;
- при превышении угла между вектором напряжения прямой последовательности больше заданного;
- при минимальном токе ввода каждой секции, сравнивая его с заданным значением тока ввода;
- при превышении заданного тока;
- при направлении активной мощности от шин к основному источнику питания.

При этом необходимое время для выполнения операции не превышает от времени срабатывания защиты минимального напряжения, и действие БАВР блокируется при коротком замыкании на отходящих присоединениях.

На промышленных предприятиях эксплуатируются большое количество синхронных и асинхронных двигателей с классом напряжения 6-10 *кВ*. Практически все двигатели снабжены защитами минимального напряжения (ЗМН) от понижения или полного исчезновения напряжения, которые действуют при снижении

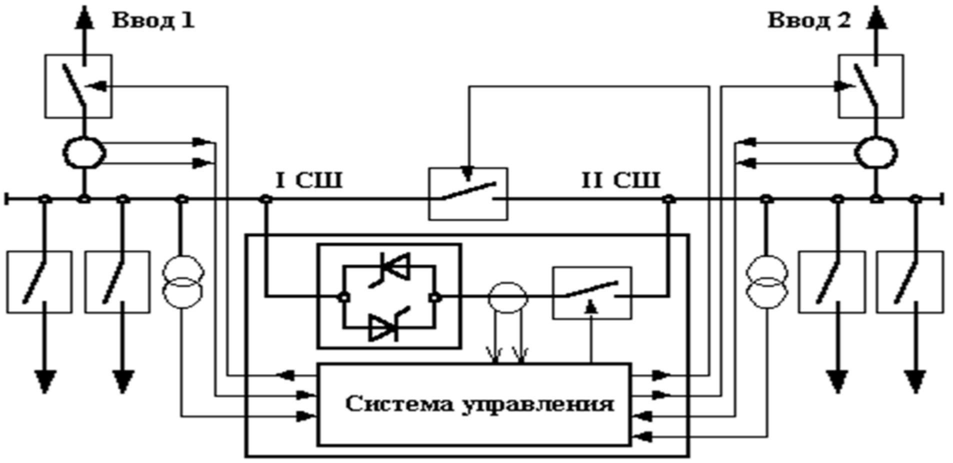


Рис.1. Схема быстродействующего автоматического ввода резерва

напряжения до 0,5-0,7$U_{ном}$ с выдержкой времени в порядке 0,5-1,5 *сек*.

В промышленных предприятиях по переработке горных руд отключение двигателей мельничных блоков, компрессоров, насосов приводят к нарушению сложного технологического процесса, на восстановление которого требуется значительное время. По предотвращению кратковременного исчезновения напряжения решением является применение БАВР.

БАВР предназначено для установки на подстанциях и распределительных устройствах переменного тока напряжением 6-10 *кВ* двумя вводами, оснащенных защитой минимального напряжения.

На рис.1 показан пример структурной схемы быстродействующего автоматического ввода резерва.

Системы БАВР могут быть разработаны для любых других задач и технологических процессов. На рис. 2 приведена принципиальная схема и составляющие элементы БАВР, а на рис. 3 приведен график перехода с основного питания на резервный посредством БАВР.

БАВР обеспечивает автоматическое переключение нагрузки на резервный ввод при исчезновении напряжения на основном вводе. Переключение аварийной секции шин на резервный ввод осуществляется путем отключения вводного выключателя аварийной секции, включения силового блока устройства и его последующего шунтирования штатным электромеханическим секционным выключателем. Длительность работы силового блока определяется собственным временем включения секционного выключателя. Для планового обслуживания БАВР или для принудительного обесточивания силового блока при его неисправности последовательно с ним устанавливается высоковольтный защитный выключатель.

Имеются следующие преимущества БАВР относительно традиционной системы АВР:

1. Сокращается время переключения до 0,02 - 0,25 *сек*. (при АВР 3-12 *сек*.).

2. Ток двигателей аварийной секции не превышает 2-2,5 кратных значений номинального тока и все двигатели остаются в работе. При традиционном АВР можно было осуществить самозапуск электродвигателей с общей мощностью равной 30% от мощности питающего трансформатора.

3. Переходные процессы в двигателях после срабатывания БАВР заканчиваются за десятые доли секунды.

4. Синхронные двигатели не теряют синхронизма.

Основными функциями БАВР являются следующее:

1. Автоматическое включение резерва при исчезновении напряжения на одном из вводов.

2. Автоматическое включение секционного выключателя после отключения выключателя ввода.

3. Автоматическая блокировка при возникновении аварийных режимов короткого замыкания (однофазных, двухфазных и трехфазных) нагрузок.

БАВР обеспечивает:

совместную работу с различными микропроцессорными блоками релейной защиты;

выявление аварийных режимов в РУ, требующих автоматического включения резерва;

запрет работы БАВР при следующих событиях:

- короткое замыкание после вводного выключателя (секция шин, отходящий фидер);

- по внешней команде (однофазное замыкание в сети 6 (10) *кВ* и другие);

выдачу команд в виде «сухих контактов» на включение и отключение вводных выключателей, секционного выключателя и на отключение защитного выключателя РУ;

контроль состояния (включено или отключено) вводных, секционного и защитного выключателей РУ;

работу собственных защит:

- отказ включения силового блока;

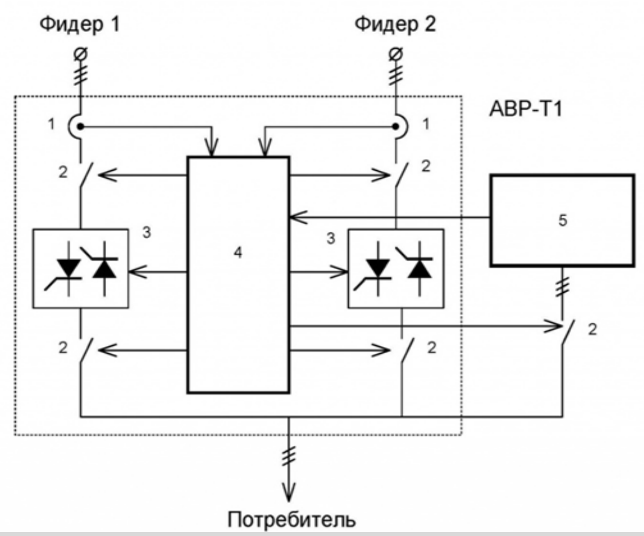


Рис.2. Принципиальная схема БАВР: *1 - датчик тока; 2 - автоматический выключатель; 3 - тиристорный ключ; 4 - цифровой блок управления и синхронизации (ЦиБУС); 5 - источник резервного электроснабжения*

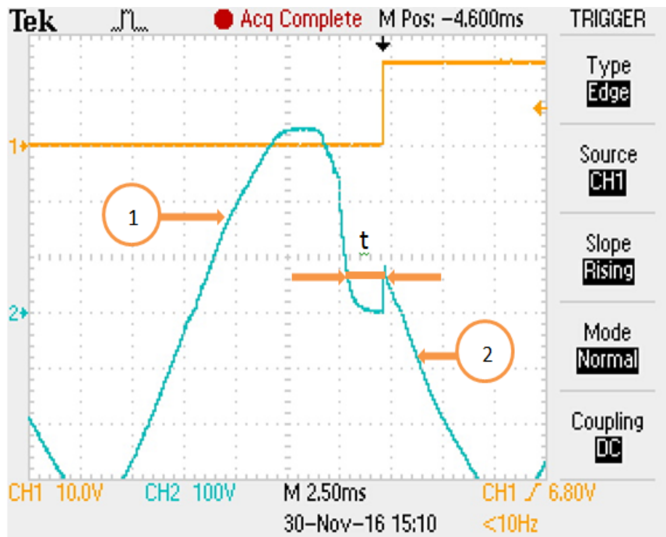


Рис.3. График перехода с основного питания на резервный посредством БАВР: *1 - основное питание; 2 - резервное питание; t – время переключения – 2 ms*

- неготовность внешней схемы РУ к работе БАВР;
- несоответствие контролируемых напряжений и токов заданным параметрам;
- отказ включения одного из вводных выключателей в РУ;
- отказ включения секционного выключателя в РУ;
- пробой тиристоров силового блока в режиме ожидания;
- перегрев тиристоров силового блока;
- максимально-токовая защита тиристоров силового блока.

автоматическое восстановление штатной схемы РУ при ликвидации аварийной ситуации при восстановлении основного питания;

цифровую регистрацию следующих параметров и исполнительных команд при работе:

- токи вводных выключателей РУ (в фазах А и С);
- линейные напряжения АВ, ВС секционных трансформаторов напряжения;
- команды на отключение и включение вводных выключателей РУ;
- команды на включение и отключение секционного выключателя;
- команда на включение и отключение силового блока;
- команда на отключение защитного выключателя.

Для применения БАВР особое изменение в схемах электроснабжения существующих распределительных устройств не требуется. Однако для обеспечения быстродействия устройства необходимо заменить вводные и секционные выключатели на более быстродействующие.

Основные функции БАВР показывают, что данная система обеспечивает непрерывную работу двигательной нагрузки и всего технологического процесса.

Учитывая каждую остановку двигателей, приводящую к экономическому ущербу производства, применение БАВР в современной промышленности становится более актуальным.

В заключении можно сказать, что даже кратковременные перебои в электроснабжении для предприятия приносят значительный ущерб, а применение БАВР предотвращает выше указанные факторы. Учитывая, что понижение или исчезновение напряжения неизбежны в электрических сетях, является целесообразным переход на современные устройства БАВР, которые экономически окупаются за короткие сроки и служат на предотвращение нарушения сложного технологического процесса, массового брака продукции, выход из строя дорогостоящего оборудования.

Библиографический список:

1. Официальный сайт компании ВНИИР. http://www.vniir.ru/ept/utvr.

2. Патент на изобретение 2447565(13) C1, Российская федерация, МПК H02J 9/06 Способ автоматического включения резервного электропитания потребителей и устройство для его осуществления // Гамазин С.И., Жуков В. А., Куликов А.И., Пупин В.М., Цырук С.А.; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВПО «НИУ МЭИ»). — №2011105886/07; заявка 17.02.2011; опубл. 17.02.2011.

3. Патент на изобретение 2326481(13)C1, Российская федерация, МПК H02J 9/06 Способ автоматического включения резервного электропитания потребителей и устройство для его осуществления // Цырук С.А., Гамазин С.И., Пупин В.М., Козлов В.Н., Павлов А.О.; заявитель и правообладатель ГОУ высшего профессионального образования «Московский энергетический институт (технический университет)» (ГОУВПО «МЭИ(ТУ)»). - №2006139086/09; заявка 07.11.2006; опубл. 07.11.2006.

4. А.с. 1141511. Устройство для синфазного автоматического включения резервного питания потребителей с двигательной нагрузкой // В.Ф. Сивокобыленко, Н.В. Гребченко, А.В. Кравченко. — Опубл. в Б.И., 1985, №7.

5. Официальный сайт информационно-технического журнала для разработчиков электроники «Новости электроники». http://www.compeljournal.ru.

6. Официальный сайт компании РЕЛЕМАТИКА. https://relematika.ru/produkty/terminal_rza_tor_200/tor-200_avr.

УДК 338.24.021.8

THE ROLE OF CHINESE MINING INDUSTRY IN DOMESTIC AND GLOBAL ECONOMY

Maqola Xitoyning oltin qazib olish sanoatining jahon oltin bozoriga ta'siri, shuningdek, Xitoyning 2000-2020 yillardagi iqtisodiy o'sish sur'atlariga bag'ishlangan. Noqulay savdo sharoitlari tufayli Xitoy Xalq Respublikasida iqtisodiy pasayishning umumiy tendentsiyasiga qaramay, Xitoyning kon-metallurgiya sanoati o'sishda davom etmoqda. Xitoy dunyodagi po'latning yarmidan ko'pini ishlab chiqaradi, dunyodagi dengiz temir rudasining 70% dan ortig'ini import qiladi va dunyodagi kamyob metallarning qariyb 90% ni ishlab chiqaradi. Maqolada Xitoyning tog'-kon sanoati muhimligi va muvaffaqiyatli hukumat va biznes strategiyalarining asosiy tushunchalari tasvirlangan.

Tayanch iboralar: *Xitoyning oltin bozori, tog'-kon va metallurgiya sektori, oltin qazib olish, Xitoyning iqtisodiy o'sishi, makroiqtisodiyot, hukumat islohotlari, biznes strategiyalari.*

Данная научная статья описывает влияние Китайской золотодобывающей промышленности на мировой рынок золота, а также экономический уровень роста Китая за 2000-2020 гг. Несмотря на общий тренд замедления экономического роста в Китайской Народной Республике в связи с неблагоприятными торговыми условиями, Китайская горно-металлургическая промышленность продолжает набирать темпы роста. Китай производит более половины мировой стали, импортирует более 70% мировой морской железной руды и производит около 90% мировых редкоземельных металлов. В статье демонстрируется важность китайского горнодобывающего сектора, и описываются ключевые концепции успешных государственных и бизнес стратегий.

Ключевые слова: *Китайский рынок золота, горно-металлургический сектор, добыча золота, экономический рост Китая, макроэкономика, государственные реформы, бизнес стратегии.*

Суен Ли Чан,
профессор университета
Ханчжоу,
Китай

Джулибеков М.К.,
зам. директора по экономическим вопросам НГМК

Жиляев В.А.,
магистрант университета
Ханчжоу Дианзи,
Китай

The economy of China has experienced 30 years of tremendous success, making China's economy one of the world's largest. The prosperity depended on a mixed ownership economy that consolidated capitalism within a command economy. The Chinese government's spending has been a huge driver of its development.

The gross domestic product is the indicator of the China's economy. The growth was $23.12 trillion being the largest one in the world in 2017. That's 6.8% more than in 2016 (graph 1). China's GDP grew at 6.5% year-over-year in the third quarter of 2018. The Chinese growth rate has slowed since the double-digit rates before 2013. Its economy increased 7.8% in 2013, 7.3% in 2014, 6.9% in 2015, 6.7% in 2016, 6.7% in 2017 and 6.5% in 2018 (World Bank, 2020).

Nowadays the people's Republic of China is the largest producer of pure gold, holding the palm in this industry since 2007. The country is the second largest importer of gold after Russia. Therefore, many experts of the gold market suppose that China currently has the largest reserves of the main metal currency of our planet.

From 1950 to 2004, Chinese people were officially prohibited to own gold in any kind of form by law. The long-term ban created an unprecedented demand for gold jewelry in private sector immediately after the abolition of this law.

In 1977, China's gold reserves did not exceed 400 tons. A powerful boost to accumulation was observed in 2010, when gold and foreign exchange reserves doubled in one year. It is important to notice that the price of a Troy ounce reached its historical maximum. Despite the high cost of precious metal, Chinese government continued to buy gold in significant volumes.

All foreign exchange reserves of China at the beginning of 2019 amounted to 3.2 trillion. However gold accounts only for $ 74.07 billion. The Remaining reserves consist of foreign currencies and debt obligations of different countries.

The import of physical gold to China has increased by 750% since 2010. China is actively accumulating physical gold in various forms, pursuing strategic goals unknown to the world. It is clear that the main debtor and economic opponent of China is the United States of America. According to official data, China's gold reserves in 2019 amounted to about 1,860 tons. Every year China extracts approximately 250 tons of gold that are mostly located in the mines of the East Shandong province. In 2016 the Chinese government announced that they produced 453 tons of gold that was set as the world record of the production of gold for one year. At the same time, national banks were actively purchasing bars of gold and golden coins on world markets.

China is the world leader of consumption of jewelry gold. In 2017 the Chinese people bought jewelry gold even more than Indians whose population has long been famous for its irrepressible love of gold jewelry.

China energized its previous dramatic increase with massive government spending. The government possesses strategically significant companies that dominate their industries. It regulates the top 3 energy companies: PetroChina, Sinopec, and CNOOC. They are less productive than private firms and profit just 4.9% for resources contrasted with 13.2% for privately owned businesses. However government ownership permitted China to guide the companies to high-priority projects (Yongtao, 2018).

China requires a few things of foreign organizations who want to offer goods or services to the Chinese populace. They should open industrial facilities to utilize Chinese laborers. They should share their innovation which can be used by Chinese companies by themselves in the future.

Moreover, The People's Bank of China, the country's national bank, firmly controls the Yuan to dollar esteem in order to deal with the costs of exports to the United States. The central bank wants them to be a little cheaper than those produced in the United States of America. It can accomplish this since China's average cost of living is lower than the developed world. By managing its exchange rate, China can take advantage of this disparity.

Fig.1. Annual GDP growth rate in percentage terms for 2000-2018

Gold mining in the People's Republic of China has made that country the world's largest gold producer by far with 463.7 tons in 2016. For the year 2007, gold output rose 12% from 2006 to 276 tons to become the world's largest for the first time—overtaking South Africa, which produced 272 tons (fig. 2). South Africa had the leadership until 2006 being the largest for 101 years straight since 1905. The major reasons for this change in position had been due to

South African production falling by 50% in the past decade as production costs there have raised, more stringent safety regulations have been implemented, and existing mines have become depleted (Zhou Hao, 2018).

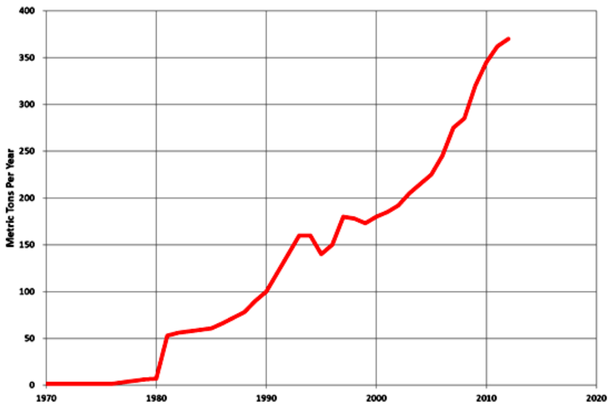


Fig.2. Production of China's gold industry for 1970-2014

On the other hand, as of 2014 gold output in China had more than doubled since year 2000. In recent years, China's gold mining industry has received increased foreign and domestic investment, and project numbers have increased as more discoveries have been found. China produced nearly 300 tons of gold in 2008. It is also the only country in the top three where production rose in 2008. In 2014, production had increased to 450 tons and it was expected to reach 490 in 2015. The second-largest producer, Australia, mined 274 tons in the same year, followed by Russia with 247 tons. South Africa is now in the 6th position with 152 tons.

Domestic producers still suffer from a lack of scale. In 2000, there were about 2,000 gold producers - most of them relatively small and unsophisticated by international standards. Few producers are able to operate on a global platform, though the number of producers had shrunk to about 800 in 2007 after mergers and acquisitions and restructuring and consolidation. Most of these firms' technological standards and management are weak and inefficient.

The country's oldest and largest gold producer is the China National Gold Group Corporation (CNGGC), which accounts for 20% of total gold production in China and controls more than 30% of domestic reserves. CNGGC also controls Zhongji Gold, the first publicly listed gold mining company in China.

China's gold reserves are relatively small (about 7% of the world total). Production has usually been concentrated in the eastern provinces of Shandong, Henan, Fujian and Liaoning. Recently, western provinces such as Guizhou and Yunnan have seen a sharp increase, but from a relatively small base. There is gold mining in Tibet in Maizhokunggar County east of Lhasa.

Foreign investment

Top foreign investment has come from Canada and Australia. Though, foreign investment still constitutes a very important part of gold mining expansion, since 1995 it has no longer been actively encouraged by the Chinese government.

Vancouver-based Jinshan Gold Mines Inc. started production in July at its Chang Shan Hao gold mine in China's Northern Province of Inner Mongolia, reaching 19,000 ounces of gold by December 18, 1995. The mine is designed to produce about 120,000 ounces of gold per year, making it one of the country's largest producers.

Multibillion-dollar Indian Liberty Group owns two mines in China that have been mining since 2012.Gold Fields and Australia's Sino Gold Mining Ltd., have set up a joint venture focused on discovering large gold deposits in China with the potential to produce about 500,000 ounces a year. Sino Gold has been buying stakes in Chinese gold deposits and explorers. In May 2012 it started production at its Jinfeng Gold Mine in southern China, with planned gold production of 180,000 ounces per year.

Demand and consumption

Most of China's gold output stays in the country where it is transformed into jewelry and manufactured items, though the country's export role is increasing. In 2007, fabrication rose 18%, helped by demand from China's increasingly wealthy middle and upper classes. With a rapid rise in domestic demand, China is now the world's fourth largest gold-consuming country. Chinese market demand accounts for 9.2% of worldwide gold consumption.

Investment in Foreign Mines

In 2006 the Chinese Government began encouraging some private and state-owned companies to pursue mining deals outside of China. In the 10 years that have since passed, the number of major mining/mineral projects in Africa that are owned by Chinese firms have increased from only a handful in 2006 to more than 120 in 2015. A 2016 report stated that Chinese mining companies intend to continue and even increase investments in foreign assets. In 2012, the China General Nuclear Power Corporation (CGNPC) invested in the Hu sab project in Namibia, one of the world's largest uranium deposits, and mining started in 2015. Chinese mining companies have invested and purchased assets in Sierra Leone, at least nine mining companies in South Africa, Zimbabwe, and the Democratic Republic of Congo (DRC).

Chinese investors have gained the full control over one of the strategic gold deposits in Russia. According to the signed agreement, the state-owned gold mining Corporation China National Gold Group receives 70% of the "klyuchevskoe" gold Deposit. The company is required to invest half a billion dollars in the mine. The total reserves of the Deposit are almost 50 tons. The mine is estimated at 2 billion dollars taking the cost of one ton of precious metal as 40 million dollars. In spite of the fact that the agreement is economically not profitable for Russia, half of the total working staff at the enterprise consists of Chinese workers.

Futures market

In January 2008, China opened its first gold futures market in Shanghai in response to domestic demand for gold, as well as allowing its producers to hedge risks from daily gold price fluctuations.

For many years China has been the top producing nation, accounting for 12 percent of global mine production. However, this is 6 percent lower than 2017 and marks the fourth consecutive year of declines. The downtrend is largely due to tighter environmental policies imposed by the government. For example, stricter control over the use of cyanide at gold mines forced several operations to cut back production.

Moreover, China's reserves of unmined gold are deep and growing. By the end of 2017, the country had identified gold resources and reserves of 13,195.60 tonnes (t) (fig. 3), a substantial figure in itself and an increase of 8.45% year-on-year.

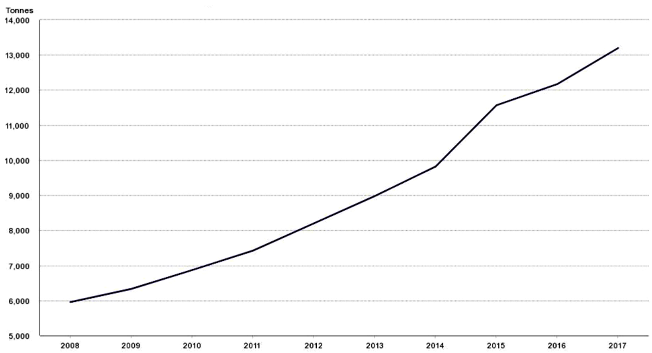


Fig.3. China national identified gold resource reserves 2008 to 2017

The growth of China's mining industry shows no sign of slowing down. Despite a slowing economy and the continuing trade war with the United States, the Chinese steel industry shows signs of being resilient. In 2020, China produces about half of the world's steel and imports more than 70% of the world's seaborne iron ore. The country also produces around 90% of the world's rare earth metals. Minerals from the mining industry in China are used to make everything from iPhones to missiles, in addition to numerous other goods that the American consumer and the U.S. economy rely on.

All nine of the biggest Chinese mining companies are included in the list of the 40 largest mining companies in the world. The stocks of these companies trade on the Hong Kong Stock Exchange or the Shanghai Stock Exchange. Namely, the top nine mining Chinese companies are China Shenhua (integrated energy company), China Coal Energy Company Limited (focused on coal), Zijin Mining Group (gold mining and melting), China Northern Rare Earth Group (rare earth metals), Jiangxi Copper (focused on Copper), Shaanxi Coal and Chemical mines, China Molybdenum, Shandong Gold Mining, Yanzhou Coal Mining Company Limited.

China's gold industry is not merely focused on expansion by acquisition; it has also kept abreast of market trends, exploring innovation and development both domestically and overseas. Over the years, the industry has expanded to cover the entire value chain, encompassing exploration, mine production, processing, distribution, sales, trading and investment.

Today, many of the larger gold companies, such as China Gold, Shandong Zhaojin, Shandong Gold and Zijin Mining Group, are keen to extend their reach and drive growth.

China Gold, for example, set up Gold Jewelry Corporation Limited to penetrate downstream markets. Its China Gold brand has proved both popular and successful. As China's economy continues to grow and technological innovation remains a priority, the outlook is bright. But certain steps need to be taken if the gold industry is to maximize its potential. (Zhang Yongtao, 2018).

First, mining companies should drive exploration, increase investment in mining assets and cultivate existing resources to improve reserves and ensure the sustainable development of the industry more broadly.

Second, the industry would benefit from structural reform. Underperforming businesses need to be shut down, while a round of consolidation would improve productivity and remove excess capacity. Inefficient supply should be reduced, environmental considerations should be increased, risk management policies should be improved and companies should remain keenly aware of market developments at home and abroad. The industry should also focus on cooperation along the value chain, with stronger connections between business and finance, national and international markets and upstream and downstream. This would foster growth and encourage innovation to the benefit of the entire industry.

Third, the industry needs to work together to drive improvements in areas such as human resources, R&D and sustainability. These are common issues, which may be best tackled by the industry as a whole.

Fourth, the industry needs to work on a long-term "green mining" strategy and improve its approach to social responsibility. Principles and environmental standards need to be upheld, resource recovery should be enhanced, emissions controlled, governance strengthened, and improvements delivered across a wide range of areas, such as education and training, occupational health, accountability and safety.

Fifth, the gold industry is already starting to cooperate as part of the B&R initiative. But there is real potential for further gains, through integration at home and development abroad. To that end, state-owned enterprises and private companies can join forces to support the B&R initiative, seeking out countries with rich gold resources and working with them to develop mines and enhance production.

China's gold industry is already in a strong position. But it could become even stronger. International growth, technical innovation and an increased focus on environmental, social and governance issues will help the industry to become a true world leader with global market influence. (Zhang Yongtao, 2018).

To conclude, over the past two decades China's gold market has developed a robust trading infrastructure, based around the Shanghai Gold Exchange, the Shanghai Futures Exchange (SHFE) and over the counter dealing in the commercial banking sector. The Chinese gold market is still growing and developing affecting the economic growth of China and the global production of gold industry significantly. However, it is believed that China's gold market now needs to become more integrated with the global gold market, so it can fully realize its potential.

"GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA", 2020, №2 (81) pp. 104-106

THE ROLE OF CHINESE MINING INDUSTRY IN DOMESTIC AND GLOBAL ECONOMY

[1]***Suen Li Chan.,*** *PhD in Economic sciences*
[2]***Djulibekov M.K.,*** *deputy Director for Economic Affairs*
[1]***Jilyaev V.A.,*** *master student*

[1]*Hangzhou Dianzi University, Hanghzou, China*
[2]*Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Navoi, Uzbekistan*

Abstract

The article describes the impact of the Chinese gold industry on the world gold market and the economic growth of China for the period 2000-2020. Despite a slowing economic trend, the Chinese mining industry continues to experience growth. China produces about half of the world's steel, imports more than 70% of the world's seaborne iron ore, and produces around 90% of the world's rare earth metals. The paper demonstrates the importance of the Chinese mining sector and describes the key concepts of the successful government and business strategies.

Keywords: *Chinese gold market, mining sector, gold production, Chinese economic growth, Macroeconomics, government policy, business strategies*

References

1.Ghosh, I., 2020. The People'S Republic Of China: 70 Years Of Economic History. [online] Visual Capitalist. Available at: <https://www.visualcapitalist.com/china-economic-growth-history/> [Accessed 4 March 2020].

2.Munemo, J., 2013. Trade between China and South Africa: Prospects of a Successful SACU-China Free Trade Agreement. African Development Review, 25(3), pp. 303-329.

3.OLSON, S., 2020. 9 Biggest Chinese Mining Companies. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/insight/chinese-mining-companies/> [Accessed 8 March 2020].

4.Usfunds.com. 2020. Home - U.S. Global Investors. [online] Available at: <http://www.usfunds.com/> [Accessed 2 March 2020].

5.World Bank. 2020. Overview. [online] Available at: <https://www.worldbank.org/en/country/china/overview> [Accessed 4 March 2020].

6.Yongtao, Z., 2018. China'S Gold Mining Industry: A Story Of Growth. [online] World Gold Council. Available at: <https://www.gold.org/goldhub/research/gold-investor/gold-investor-october-2018/chinas-gold-mining-industry-a-story-of-growth> [Accessed 4 March 2020].

7.Zhang, J., 2015. Is China's economic growth sustainable: A general equilibrium analysis. The Journal of Developing Areas, 49(4), pp. 407-414.

УДК 622.34:613.6

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ПРИ ДОБЫЧЕ И ИЗВЛЕЧЕНИИ ЗОЛОТА ИЗ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ МУРУНТАУ

Тимофеева С.С.,
зав.кафедры «Промэкологии и безопасности жизнедеятельности» Иркутский НИТУ, д.т.н., профессор, Россия

Тимофеев С.С.,
старший преподаватель кафедры «Промэкологии и безопасности жизнедеятельности» Иркутский НИТУ, Россия

Бобоев А.А.,
ассистент кафедры «Автоматизация и управления», НГГИ

O'zbekiston Respublikasi sanoatining barqaror, dinamik va mutanosib rivojlanishi sharoitida korxonalarning raqobatbardoshligini oshirish, ishlab chiqarishni modernizatsiya qilish, texnik va texnologik yangilash, mehnatni muhofaza qilish va mehnatga layoqatli aholining sog'lig'ini saqlash ayniqsa, foydali qazilmalarni qazib olish va qayta ishlash bilan bog'liq sohalarda asosiy vazifalardan biriga aylanmoqda. Zamonaviy O'zbekistonda mehnatni muhofaza qilish sohasidagi me'yorlarni xalqaro hujjatlar bilan, shu jumladan zararli va xavfli mehnat sharoitlarida ishchilarning gigienasi va salomatligi xavfsizligi, kasbiy xavflarni baholash va boshqarish nuqtai nazaridan uyg'unlashtirishga yo'naltirilgan.

Maqolada O'zbekistonning kasbiy xavflarni baholash sohasidagi zamonaviy qonunlari tahlil qilingan. NKMK markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasi misolidan foydalanib, asosiy laboratoriyalarning kasbiy xatarlari aniqlanadi va tartiblanadi. Xavflar yuqori va o'rta darajalarga bo'linishi aniqlandi. Tartibga solish talablariga binoan yo'l qo'yiladigan xatarlar. Ularni kamaytirish bo'yicha boshqaruv qarorlari taklif etiladi.

***Tayanch iboralar:** oltin qazib olish, mehnatni muhofaza qilish, kasbiy xavf, ish sharoitlari, zararli ishlab chiqarish omillari.*

В условиях устойчивого, динамичного и сбалансированного развития промышленности республики Узбекистан, повышения конкурентоспособности предприятий, модернизации производства, технического и технологического обновления, вопросы охраны труда и сохранения здоровья работающего населения становятся одной из главных задач, особенно в отраслях промышленности, связанных с добычей и переработкой полезных ископаемых, и прежде всего золота. В современном Узбекистане принят курс на гармонизацию нормативов в области охраны труда с международными документами, в том числе в части гигиены и безопасности здоровья работающих во вредных и опасных условиях труда, оценки и управления профессиональными рисками.

В работе выполнен анализ современного законодательства Узбекистана в области оценки профессиональных рисков. На примере центральной научно-исследовательской лаборатории НГМК определены и ранжированы профессиональные риски основных лабораторий. Установлено, что риски относятся в категориям высоких и средних. Риски допустимые при соблюдении регламентных требований. Предложены управленческие решения по их снижению.

***Ключевые слова:** золотодобыча, охрана труда, профессиональный риск, условия труда, вредные производственные факторы.*

Узбекистан по добыче золота занимает одну из лидирующих позиций. Рост золотодобывающей промышленности и наращивание объемов производства драгоценного металла - одно из важнейших направлений деятельности правительства Узбекистана. Так, специальным постановлением президента от 17 января 2019 г. были утверждены меры по дальнейшему развитию горно-металлургической отрасли [1]. Одним из крупнейших месторождений золота в Узбекистане является месторождение Мурутау. которое расположено в горах на юго-западе пустыни Кызылкум, на территории Тамдынского района Навоийской области [2]. Открытая разработка началась в 1967 г., за полвека из карьера извлекли более 1,5 млрд тонн горной массы.

При извлечении золота из руд коренных месторождений используются в большом количестве химические реагенты [3]. В структуре потребления химических реагентов превалируют цианид натрия, используемый для выщелачивания золота, гипохлорит кальция для обезвреживания цианистых промышленных стоков, серная кислота для регенерации сорбента (ионообменных смол), каустическая сода для предотвращения выделения из выщелачивающего раствора синильной кислоты, десорбции активированного угля, как компонент флюса при плавке золота.

Несмотря на высокую токсичность и стоимость цианистого натрия цианидное выщелачивание на сегодняшний день является основным способом извлечения золота из руд и флотоконцентратов (до 90% мировой продукции золота). Выбор той или иной технологической схемы зависит от многих факторов, из которых главными являются характер золота в руде и, прежде всего, его крупность, химический состав руды, характер минералов, с которыми ассоциировано золото, присутствие в руде других ценных компонентов, а также наличие в руде компонентов, осложняющих технологию переработки.

Как правило, на гидрометаллургических заводах крупное золото извлекают в голове процесса – в цикле измельчения руды гравитационными методами, а остальную часть руды с тонким и мелким золотом либо полностью цианируют, либо предварительно обогащают с полуконцентратов [3]. Извлечение тонкодисперсного золота из «упорных» руд требует специальных методов предварительной подготовки к выщелачиванию цианированием [4].

Гидрометаллургические заводы безусловно, могут быть отнесены к сложным химическим производствам с высоким удельным потреблением, как воды, так и химических реагентов. При извлечении золота из руды обеспечивается контакт работников с цианидами. Его раствор представляет собой слабую синильную кислоту, которая выделяется в воздух производственных помещений в виде цианистого водорода, являющегося основным неблагоприятным химическим фактором. Концентрации цианистого водорода могут изменяться в значительных пределах в зависимости от времени года, состояния технологического оборудования, условий ведения технологического процесса, в ходе которого может меняться температура и щелочность цианистой пульпы, концентрация в ней цианидов [5, 6].

Цианид натрия высокотоксичен; вызывает удушье вследствие паралича тканевого дыхания, что приводит к сердечной недостаточности; смертельная доза для человека 0,1 *г*; ПДК в воздухе рабочей зоны 0.3 *мг/м*^{3}, в атм. воздухе 0,01 *мг/м*^{3}, в воде 0,1 *мг/л* (в пересчете на HCN).

Цианиды токсичны в той степени, в какой они выделяют ион циана. При действии высоких концентраций и больших доз острое отравление быстро приводит к смерти от асфиксии вследствие паралича тканевого дыхания. Длительное воздействие низких концентраций может вызывать: раздражение носовой полости, носовое кровотечение, головные боли, увеличение частоты сердечных сокращений, тошноту, однако по окончании воздействия все эти симптомы полностью исчезают. У работников возникали дерматиты, которые нередко сопровождались зудом и эритемой.

Хроническое отравление редко распознается из-за неспецифичности симптомов, которые являются общими для многих заболеваний. Признаки хронической интоксикации были обнаружены у рабочих гальваников и полировщиков серебра после нескольких лет контакта с цианидами. Отмечались слабость рук и ног, головные боли и угнетение продукции гормонов щитовидной железы. Последнее обусловлено действием образующихся из цианистых соединений в процессе метаболизма роданистых соединений [7].

В современном Узбекистане принят курс на гармонизацию нормативов в области охраны труда с международными документами, в том числе в части гигиены и безопасности здоровья работающих во вредных и опасных условиях труда [8], каковыми являются золотодобывающие предприятия и научно-исследовательские лаборатории, где отрабатываются режимы технологических процессов и ведется контроль за деятельностью гидрометаллургических заводов.

Целью настоящего исследования являлся анализ современного законодательства Узбекистана в области оценки профессиональных рисков и их оценка на примере центральной научно-исследовательской лаборатории НГМК.

Объектом изучения являлось современное законодательство в области оценки профессиональных рисков и методов управления ими в республике Узбекистан. Профессиональный риск является следствием воздействия на работника комплекса технологических, организационных, социальных и экономических причин и, как вид социального риска, связан с профессиональной деятельностью человека. Существуют две стандартные причины подобного рода потерь: утрата места работы (безработица) и утрата физической возможности трудиться в результате болезни, несчастного случая, инвалидности или достижения пенсионного возраста.

Объектом исследования являлись условия труда в центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского ГМК, где отрабатываются и внедряются технологии переработки руд месторождения Мурунтау, ведется контроль за деятельностью предприятия.

В работе исследовали рабочие места следующих подразделений: руководство ЦНИЛ, технологическая лаборатория по золоту, аналитическая лаборатория, лаборатория охраны окружающей среды и радиационно-дозиметрического контроля, геологическая лаборатория. Рабочие места изучены по условиям труда в соответствии с методическими указаниями, утвержденными Министерством здравоохранении Республики Узбекистан, а также гигиенической оценкой и определением класса условий труда по вредности и опасности, согласно СанПиН РУз №0141-03 и O'zDSt.OHSAS-18001:2009 [9-13].

С целью ранжирования профессиональных рисков оценивали профессиональные риски в соответствии с требования межгосударственного стандарта, вступившего в действие с 1 июля 2019 г. Исходными данными для расчета профессиональных рисков являлись данные производственного контроля и материалы аттестации рабочих мест. Из множества известных методов оценки профессиональных рисков выбран метод балльной оценки [14].

В Узбекистане идет постоянное совершенствование законодательства в области сохранения здоровья и обеспечения благоприятных условий труда для работающих. Правительством страны сегодня уже ратифицированы 13 международных конвенций, готовится ратификация конвенций МОТ № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиены труда» и № 148 «О защите работников от профессионального риска», а также № 161 «О службах гигиены труда». В Законе Республики Узбекистан «Об охране труда» (№ 3 РУ-410 от 22.09.2016 г.) определены направления государственной политики в области охраны труда [15].

В Республике создана и действует система аттестации рабочих мест по условиям труда, начаты работы по созданию процедуры оценки профессиональных рисков, в частности выпущены методические пособия Министерства здравоохранения Узбекистана по оценке профессиональных рисков [9-14]. Согласно этим указаниям на предприятии должна быть выполнена идентификации опасности, оценка условий труда (экспозиция), оценка профессиональных рисков, оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой, классификация риска. Опасности идентифицируются при выполнении процедуры аттестации рабочих мест, обязательным элементом которой является составление «Перечня рабочих мест подлежащих аттестации рабочих мест по условиям труда и травмоопасности оборудования». В Республике Узбекистан принята «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Узбекистана в 2017—2021 годах», утвержденной Указом Президента РУз №УП-4947 от 07.02.2017 года., в одной из стратегий уделяется значительное внимание профилактике неблагоприятного воздействия производственных факторов на здоровье работающих.

В марте 2007 года Узбекистана в числе одиннадцати стран СНГ принял межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230-2007, который полностью соответствует принципам Международной организации труда (МОТ), изложенным в Руководстве по системам управления охраной труда (МОТ-СУОТ2001), а также в рамочной Конвенции МОТ № 187. В развитие этого стандарта с 1 июля 2018 года Узбекистан вошел в число стран, проголосовавших за принятие межгосударственных стандартов ГОСТ 12.0.230.4-2018 и ГОСТ 12.0.230.5 -2018 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда», в которых подробно изложены процедуры идентификации опасностей и методы оценки профессиональных рисков [16, 17].

Согласно межгосударственным стандартам реализация производственных процессов и трудовых операций, неразрывно связанная с опасными и вредными производственными факторами и иными опасностями, принципиально не может быть абсолютно безопасной для работающего, поскольку практически всегда существует случайная возможность возникновения ситуации, когда воздействие опасностей на организм работающего становится неотвратимым.

Такие случайные возможности неблагоприятных событий с учетом значимости их последствий называют рисками, а их выявление, анализ и оценивание является обязательным и центральным моментом в рамках системы управления охраной труда. В стандартах дан методический инструментарий по применению методов анализа рисков.

Поскольку не возможно создать один единственный универсальный метод оценки рисков, пригодных для организаций разных видов экономической деятельности, то в стандарте приведены общие подходы и универсальные принципы, алгоритмы применения, каждая организация вправе разрабатывать и применять на практике методы оценки рисков с учетом специфики деятельности.

Риски, которым подвергается персонал предприятий согласно ГОСТ делят на :

- риски воздействия, представляющие собой сочетание случайной возможности воздействия опасности на организм работающего и значимости (тяжести) последствий такого воздействия;
- ситуационные риски (риски инициирования): сочетание случайной возможности возникновения и значимости (тяжести) последствий опасной ситуации, в которой не исключен риск воздействия, и в которой могут появиться новые опасности с соответствующими рисками воздействия или инициирования.

Процедура оценивания рисков заключается в определении степени риска и присвоении ему того или иного ранга шкалы порядка, балльного или вербального.

Ранжирование рисков представляет собой процедуру упорядочения объектов ранжирования в порядке убывания или возрастания какого-либо их качественного свойства при измерениях в шкале порядка.

Степень риска – это мера риска балльная и/или вербальная, ранжирующая по шкале порядка место данного риска среди других рисков. По степени риска различают:

- пренебрежимо малую степень риска: степень такого риска, наличием которого можно пренебречь и, не предпринимая никаких специальных мер обеспечения безопасности, допустить персонал к выполнению работ, производимых в рамках общих мер безопасного поведения и безопасных приемов труда, практически без использования специально предусмотренных мер и средств обеспечения безопасности.
- допустимую степень риска (допустимый риск): степень такого риска, при котором организация может допустить работающих к выполнению работ, но только при строгом соблюдении установленных

Таблица 1

Уровень безопасности

Класс условий труда	Уровень безопасности
2	0,83
3.1	0,67
3.2	0,5
3.3	0,33
3.4	0,17

Таблица 2

Уровень риска

Отклонение, %	Уровень риска
Менее 10	Низкий риск
10 – 30	Средний риск
30 – 60	Высокий риск
Более 60	Очень высокий риск

Таблица 3

Прогнозная оценка уровней профессионального риска в основных подразделениях центральной научно-исследовательской лаборатории

Наименование рабочего места (профессии, должности)	Классы условий труда												
	Химический (вредные вещества)	АПФД	Шум	Неионизирующие излучения	Ионизирующие излучения	Микроклимат	Световая среда	Тяжесть труда	Напряженность труда	Общий класс условий труда	Класс травмоопасности	Отклонение фактического от нормативного, %	Уровень риска
Начальник центральной лаборатории	2.0	2.0	-	1.0	-	2.0	2.0	1.0	3.3	**3.3**	1.0	39,15	Высокий риск
Заместитель начальника центральной лаборатории по науке – главный инженер	2.0	2.0	-	1.0	-	2.0	2.0	1.0	3.3	**3.3**	1.0	39,15	Высокий риск
Заместитель начальника центральной лаборатории по технологии	2.0	2.0	-	1.0	-	2.0	2.0	1.0	3.3	**3.3**	1.0	39,15	Высокий риск
Технологическая лаборатория по золоту													
Начальник лаборатории	3.1	3.1	2.0	1.0	-	2.0	2.0	1.0	3.3	**3.3**	1.0	35,99	Высокий риск
Группа технологических исследований по золоту													
Инженер-технолог	3.1	3.2	2.0	1.0	-	3.2	2.0	3.1	3.1	**3.3**	2.0	30,13	Высокий риск
Лаборант химико-технологических исследований	3.1	3.2	3.2	-	-	3.2	2.0	3.2	2.0	**3.3**	2.0	33,28	Высокий риск
Аппаратчик по разделению благородных и редкоземельных элементов	3.1	3.2	3.2	-	-	3.3	2.0	3.3	2.0	**3.4**	2.0	35,52	Высокий риск
Уборщик производственных помещений	-	3.1	2.0	-	3.1	3.1	2.0	3.2	2.0	**3.2**	2.0	25,44	Средний риск
Опытно-технологическая группа													
Инженер-технолог	3.1	3.2	2.0	1.0	-	3.2	2.0	3.1	3.1	**3.3**	2.0	30,13	Высокий риск
Лаборант химико-технологических исследований	3.1	3.2	3.2	-	-	3.2	2.0	3.2	2.0	**3.3**	2.0	33,28	Высокий риск
Аппаратчик по разделению благородных и редкоземельных элементов	3.1	3.2	3.2	-	-	3.3	2.0	3.3	2.0	**3.4**	2.0	35,52	Высокий риск
Аналитическая лаборатория													
Начальник лаборатории	3.1	3.1	2.0	1.0	3.1	2.0	2.0	1.0	3.3	**3.3**	1.0	29,45	Средний риск
Группа химического анализа													
Ведущий инженер	3.1	3.1	2.0	1.0	3.1	2.0	2.0	3.1	3.2	**3.2**	2.0	21,63	Средний риск
Инженер	3.1	3.1	2.0	1.0	3.2	3.1	2.0	3.1	3.1	**3.3**	2.0	23,07	Средний риск
Лаборант химического анализа	3.1	3.1	3.1	-	3.3	3.2	2.0	3.3	3.1	**3.4**	2.0	27,89	Средний риск
Группа рентгеновского и спектрального метода анализа													
Ведущий инженер	3.1	3.1	2.0	1.0	3.1	2.0	2.0	3.1	3.2	**3.2**	2.0	21,63	Средний риск
Инженер	3.1	3.1	2.0	1.0	3.2	3.1	2.0	3.1	3.1	**3.3**	2.0	23,07	Средний риск
Лаборант спектрального анализа	3.1	3.1	2.0	-	3.3	3.2	2.0	3.3	3.1	**3.4**	2.0	27,61	Средний риск
Лаборант рентгено-спектрального анализа	3.1	3.1	2.0	-	3.3	3.2	2.0	3.3	3.1	**3.4**	2.0	27,61	Средний риск
Группа пробирного анализа													
Ведущий инженер	3.1	3.1	2.0	1.0	-	3.1	2.0	3.1	3.2	**3.2**	2.0	27,72	Средний риск
Инженер	3.1	3.1	2.0	1.0	-	3.2	2.0	3.1	3.1	**3.3**	2.0	27,72	Средний риск

Лаборант пробирного анализа	3.1	3.2	3.3	-	-	3.2	2.0	3.3	2.0	**3.4**	2.0	35,52	Высокий риск
Плавильщик	3.1	3.2	3.2	-	-	3.4	2.0	3.3	2.0	**3.4**	2.0	36,35	Высокий риск
Группа методических исследований													
Инженер	3.1	3.1	2.0	1.0	3.2	3.1	2.0	3.1	3.1	**3.3**	2.0	23,07	Средний риск
Лаборант химического анализа	3.1	3.1	3.1	-	3.3	3.2	2.0	3.3	3.1	**3.4**	2.0	27,89	Средний риск
Лаборатория охраны окружающей среды и радиационно-дозиметрического контроля													
Начальник лаборатории	-	2.0	-	1.0	3.2	2.0	2.0	1.0	3.3	**3.3**	1.0	49,42	Высокий риск
Группа радиационно-дозиметрического контроля													
Ведущий инженер	-	2.0	-	1.0	3.2	2.0	2.0	1.0	3.2	**3.3**	2.0	41,41	Высокий риск
Инженер	3.1	3.2	2.0	1.0	3.3	3.3	2.0	3.1	3.2	**3.4**	2.0	27,98	Средний риск
Дозиметрист	3.1	3.2	2.0	-	3.3	3.2	2.0	3.3	3.1	**3.4**	2.0	27,98	Средний риск
Группа охраны окружающей среды													
Инженер	3.1	3.2	3.2	1.0	3.3	3.3	2.0	3.1	3.2	**3.4**	2.0	28,42	Средний риск
Лаборант химического анализа	3.1	3.3	3.2	-	3.3	3.2	2.0	3.3	3.1	**3.4**	2.0	28,64	Средний риск
Уборщик производственных помещений	-	3.1	2.0	-	3.1	3.1	2.0	3.2	2.0	**3.2**	2.0	25,44	Средний риск
Геологическая лаборатория													
Начальник лаборатории	-	3.1	2.0	1.0	3.1	2.0	2.0	1.0	3.3	**3.3**	1.0	35,99	Высокий риск
Полевая геолого-геофизическая группа													
Геолог	-	3.2	3.2	1.0	3.1	3.1	2.0	2.0	3.1	**3.3**	2.0	30,13	Высокий риск
Аппаратчик по разделению благородных и редкоземельных элементов	-	3.2	3.2	-	3.2	3.3	2.0	3.3	2.0	**3.4**	2.0	35,96	Высокий риск
Уборщик производственных помещений	-	3.1	2.0	-	3.1	3.1	2.0	3.2	2.0	**3.2**	2.0	25,44	Средний риск
Минералогическая группа													
Инженер	-	2.0	-	1.0	-	2.0	2.0	1.0	3.1	**3.1**	1.0	17,41	Средний риск

регламентов выполнения работ и использования регламентированных мер и средств безопасности;

- недопустимую степень риска (недопустимый риск): степень такого высокого социально значимого риска, при котором организация не может допустить персонал к выполнению работ при применяемых регламентах выполнения работ, регламентированных мер и средств безопасности из-за возможности серьезного происшествия. В результате осуществления оценки риска организация должна получить:

- максимально объективную информацию о состоянии условий труда, имеющихся опасностях и рисках их воздействия на работающих;

- упорядоченные перечни рисков, ранжированные по степени риска, позволяющие выявить наиболее уязвимые моменты обеспечения безопасности труда, выработать поэтапные меры по управлению рисками и надежному обеспечению безопасности труда работающих;

- максимально подробную информацию для принятия обоснованных решений по управлению рисками и позволяющую разработать и внедрить предупредительные и регулирующие меры по защите работающих от рисков в порядке приоритетности.

Таким образом, в настоящее время назрела потребность в апробации и выборе методов оценки профессиональных рисков для объектов экономики Узбекистана.

Многолетними исследованиями профессора С.С. Тимофеевой [18-22] установлено, что в настоящее время в литературе описано множество методик оценки профессиональных рисков, которые условно разделены на две большие группы: объективные методы, основанные на результатах аттестации рабочих мест и результатах замеров факторов производственных процессов и субъективные, основанные на результатах интервьюирования работающих и учете стажа работы, состояния здоровья работающих. Каждая из рекомендованных методик имеет свои достоинства и недостатки, и для получения объективной картины рекомендуется применять не менее трех методик. На первом этапе исследований целесообразно использовать прогнозный метод, суть которого заключается в оценке показателя безопасности и уровня риска.

Приняв, что все факторы производственной среды действуют независимо друг от друга (принцип аддитивности), обобщенный уровень риска $R_{пс}$ определяем по формуле [18]:

$$R_{пс} = 1 - \prod_{i=1}^{n} S_{пс_i}, \qquad (1)$$

где n — число учитываемых факторов среды;

$S_{пci}$ - уровень безопасности по i-му фактору производственной среды, который может быть определен по формуле:

$$S_{пс_i} = \frac{(x_{\max}+1)-x}{x_{\max}}, \qquad (2)$$

где x_{max} — максимальная бальная оценка, принимается (в соответствии с методикой НИИ труда) $x_{max} = 6$;

x_i — балльная оценка по i-му фактору среды, определяемая по классу условий труда в соответствие с данными:

1балл – оптимальные условия труда (класс 1);

2 балла – допустимые условия труда (класс 2);

3 балла – не вполне благоприятные условия труда (класс 3.1);

4 балла – неблагоприятные условия труда (класс 3.2);

5 баллов – весьма неблагоприятные условия труда (класс 3.3);

6 баллов – сверхэкстремальные, критические условия труда (класс 3.4).

Уровни безопасности и уровни риска оценивали по табл. 1, 2, сравнивая отклонения фактических значений от нормативных, максимально допустимых.

В табл. 3 приведены усредненные значения отклонения фактического значения уровней безопасности от максимально допустимого и уровни риска для персонал исследуемых подразделений.

Исходя из произведенной выше оценки профессиональных рисков определено, что преимущественный ущерб здоровья работников лабораторий наносят такие вредные и производственные факторы, как химические, параметры микроклимата, повышенный уровень шума, тяжесть и напряженность трудового процесса.

Таким образом выявлено, что наиболее рисковыми профессиями являются профессии руководителей всех уровней по фактору напряженности трудового процесса, профессии инженеров и лаборантов, выполняющих анализы по химическому фактору и шуму. На рис. 1 приведено ранжирование подразделений центральной лаборатории по суммарному риску.

Установлено, что высокие риски характерны для подразделений: руководство ЦНИЛ, технологическая лаборатория по золоту и лаборатория охраны окружающей среды и радиационно-дозиметрического контроля, аналитическая и геологическая лаборатории имеют средний риск. Профессиональные риски в подразделении ЦНИЛ относятся к категории допустимых рисков, работы должны выполняться при строгом выполнении установленных регламентов работ и персонал должен быть обеспечен в полном объеме средствами безопасности.

В числе управленческих решений можно рекомендовать следующие:

- снижение риска, обусловленного негативным воздействием шума, можно добиться обеспечением персонала средствами индивидуальной защиты, например, берушами одноразовыми Jackson safety H10 со шнуром;

- повышенный уровень химического фактора можно устранить совершенствованием системы общеобменной вентиляции и как дальняя перспектива;

– переходом на бесцианидную технологию извлечения золота.

Такой опыт уже имелся. В период 1986–1990 гг. Иргиредметом и Навоийским филиалом ТашПТИ при участии ПО «Узбекзолото» на Марджанбулакском руднике (Узбекистан) проведены первые в мировой практике опытно-промышленные испытания подземного выщелачивания золота из руд хлор-хлоридными растворами (Cl_2+NaCL+HCl) с последующим сорбционно-цементационным извлечением золота из растворов. Испытания показали, что данная технология технически осуществима и обеспечивает приемлемые экономические показатели при условии соблюдения мер, предотвращающих возможность утечки продуктивных растворов [22].

- для минимизации профессиональных рисков руководителей, обусловленных напряженностью труда рекомендуется осуществлять совершенствование форм и частоты подаваемой информации, обеспечивать рациональную организацию рабочего места и повышение уровня профессиональной подготовки и квалификации работников.

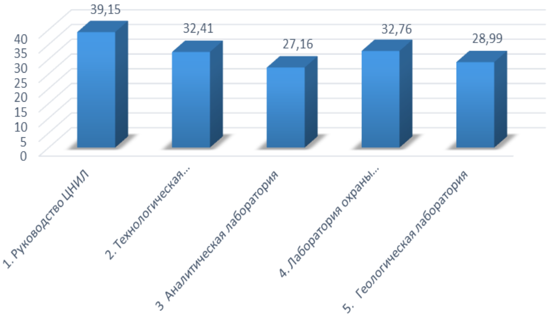


Рис.1 Ранжирование подразделений ЦНИЛ по суммарному профессиональному риску

Библиографический список:

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 17.01.2019 г. N ПП-4124 "О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли".
2. Верхозин С. С. Золотодобывающая промышленность Узбекистана. Золотодобыча. Электронный ресурс https://zolotodb.ru/article/12094 Дата обращения 10.01.2020
3. Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Абрютин Д.В. Технология переработки золотосодержащего сырья. М.: Изд. Дом МИСиС - 2011- 328 с.
4. Лодейщиков В.В. Переработка упорного золотосодержащего сырья по технологии: автоклавное окисление – цианирование: отчет о НИР. – Иркутск: Иргиредмет, 2007
5. Рукавишников В.С., Колычева И.В. Состояние здоровья работников золотоизвлекательных фабрик // Медицина труда и промышленная экология. 2000. № 6. С. 41–43.
6. Лутай А.В. Маракушкин Л.А., Колесов В.Г. Гигиеническая оценка условий труда и состояние здоровья рабочих цианистых переделов золотоизвлекательных фабрик // Гигиена труда и профзаболевания. 1974. № 4. С. 31–33.
7. Тимофеева С.С. Тимофеев С.С., Беспалова В.З. Условия труда на золотоизвлекательных фабриках и инновационные технологии их улучшения// Вестник ИрГТУ, 2014, №((92). С. 100-108.
8. Кабинета Министров РУз №263 от 15.09.2014 года «О дальнейшем совершенствовании мер по охране труда работников»
9. «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» Методическое указание утв. МЗ РУз №012/3-0240 от 30.09.2013 г., Ташкент, 2013. 12с.
10. «Идентификация опасностей и профессиональных рисков» Методические рекомендации утв. МЗ РУз №012/3-0247 от 17.12.2013 г., Ташкент. 2017. - 11с.
11. «Критерии оценки и показатели производственно-обусловленной заболеваемости для комплексного анализа влияния условий труда на состояние здоровья работников» Методические рекомендации утв. МЗ РУз №012- 3/ 0309 от 12.06.2017 г., Ташкент. 2017. -25с.
12. «Метод гигиенической оценки профессионального риска» Методические рекомендации утв. МЗ РУз №012- 3/0310 от 15.06.2017 г., Ташкент. 2017. -11 с.
13. Вероятностно-статистические методы оценки производственных рисков» Методические рекомендации утв. МЗ РУз №012/3-0308 от 12.06.2017 г., Ташкент. 2017. -16 с.
14. Адилов У.Х. Вопросы методологии оценки и управления профессиональными рисками работников, занятых в неблагоприятных условиях труда // Universum: Медицина и фармакология: электрон. научн. журн. 2018. № 1(46). URL: http://7universum.com/ru/med/archive/item/5446.
15. Закон Республики Узбекистан «Об охране труда» (новая редакция) № ЗРУ – 410 от 22.09. Электронный ресурс https://lex.uz/docs/3031429.
16. ГОСТ 12.0.230.4-2018 ССБТ. Системы управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ. Введ. 01.06.2019. М.: Стандартинформ, 2018.
17. ГОСТ 12.0.230.5 -2018 ССБТ Системы управления охраной труда. Методы оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ. Введ. 01.06.2019. М.: Стандартинформ, 2018.
18. Тимофеева С. С. Методы и технологии оценки производственных рисков: практикум. Иркутск: Изд-во ИрГТУ,2014. – 180 с.
19. Тимофеева С.С., Цветкун Н.В. Апробация методик оценки профессиональных рисков в строительной отрасли Иркутской области // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017. Т. 7, № 2. С. 39–48.
20. Тимофеева С.С. Основы теории риск / С.С. Тимофеева, Е.А. Хамидуллина. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. 128 с.

МИРЗАЕВ АБДУРАЗАК УМИРЗАКОВИЧ

Мирзаев Абдуразак Умирзакович родился 24 апреля 1960 года в Нуратинском районе Самаркандской, ныне Навоийской области Республики Узбекистан в многодетной семье медицинских работников. В связи с тем, что село, где он вырос, расположено в горной местности, А. Мирзаев предпочел идти не по стопам родителей, а стать геологом.

В 1983 году с отличием окончил Геологический факультет Ташкентского государственного университета, ныне Национального университета Узбекистана, по специальности «Инженер-геохимик». Здесь же на кафедре начал трудовую деятельность младшим научным сотрудником. В 1984 году он переведен инженером проблемной лаборатории осадочных формаций и осадочных руд. В 1986 году назначен старшим научным сотрудником кафедры «Литология» Геологического факультета.

В период с 1992 по 1995 годы он работал инженером и заведующим одного из отделов Артели старателей «Кызылкум» Производственного объединения «Узбеколтин», а в 1995-2001 годы – директором научного производственного предприятия «Монолит». Накопленные опыт и данные позволили ему успешно защитить в 2000 году диссертацию кандидата геолого-минералогических наук по специальности «Литология» на тему «Условия образования, вещественный состав и практическое применение бентонитовых глин Палеогена Юго-западных предгорий хребта Южный Нуратау».

В 1999 он был в числе первооткрывателей месторождения бентонитовых глин «Навбахор». На данном месторождении одновременно присутствуют залежи трех природных разновидностей глин – щелочных и щелочноземельных бентонитов и карбонатно-палыгорскитовых глин, широко применяемых в разных отраслях народного хозяйства и в промышленности. В 2001 году по инициативе и непосредственном руководстве А. Мирзаева создано Узбекско-американское совместное предприятие «Бентонит», ныне ООО «Бентонит» НХК «Узбекнефтегаз», а через год на базе месторождения построен и сдан в эксплуатацию завод по выпуску бентонитовых глинопорошков, в котором сегодня трудятся свыше 150 человек.

Благодаря научным изысканиям и личному участию А. Мирзаева также открыты месторождение белого мучнистого доломита «Вауш», проявления опоковидной глины Кукча и плотного доломита Амантайтау.

В 2002 по 2007 годы Абдуразак Умирзакович трудился в научном производственном предприятии «Монолит-98» в должности директора. В 2004 году получил второе высшее образование в Юридическом факультете Наманганского государственного университета по специальности «Бакалавр права».

За его плечами работа в разных подразделениях Навоийского горно-металлургического комбината, в 2007-2008 годах он трудился инженером-геофизиком Камерально-тематической группы Геотехнологического рудника Северного рудоуправления и геологом первой категории в Опытно-методической геолого-технологической партии, в 2011-2013 годах – заместителем директора по науке Научно-производственного центра «Геология драгоценных металлов и урана».

В 2012 году А. Мирзаев защитил диссертацию доктора геолого-минералогических наук по специальности «Общая и региональная геология» на тему «Эволюция обстановок осадконакопления и вещественный состав морских формаций Палеогена Кызылкумов».

С 2013 по 2017 годы он возглавлял Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева.

В 2017 год ему доверили руководство Навоийским отделением Академии наук, в статусе вице-президента Академии наук Республики Узбекистан и одновременно является заместителем генерального директора по науке Государственного предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат».

Под его началом учеными и научными сотрудниками Навоийского отделения успешно реализованы несколько инновационных и прикладных проектов, подготовлены документы на реализацию десяток новых. Среди них - разработка технологий получения оксида магния путем комплексной переработки доломита, извлечения глауберовой соли месторождения «Муллалы» и другие.

Абдуразак Умирзакович также имеет большой преподавательский опыт. Так, 2008-2009 годах он работал доцентом кафедры «Нефтегазовой геологии и геофизики» филиала Российского государственного университета нефти и газа им. М.И. Губкина в городе Ташкенте. В 2009-2011 годы – заведующим кафедрой «Геология» Геологического факультета Национального университета Узбекистана имени М. Улугбека. Сегодня по совместительству преподает молодым геологам и горнякам в Навоийском государственном горном институте.

Под его руководством успешно защитили диссертации 1 доктор наук и 1 доктор философии.

Его авторству принадлежит свыше 100 научных статей, 2 монографии, ряд учебных пособий для студентов, а также 3 патента на изобретение. Он – почетный участник научно-практических конференций, форумов и симпозиумов, проходящих как у нас в стране, так и за рубежом. Является членом Экспертного совета Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан и членом Научно-технического совета «Науки о земле» при Министерстве инновационного развития.

Абдуразаком Умирзаковичем сформированы обоснованные предложения по дальнейшему развитию сферы геологии в Республики Узбекистан. В их числе – создание Мобильного научно-производственного геологоразведочного отряда при Навоийском отделении Академии наук со статусом совместного предприятия в целях внедрения эффективного механизма интеграции науки и производства в процесс геологоразведочных работ на рудные и нерудные полезные ископаемые, а также техногенные образования на территории Республики Узбекистан.

На выборах, состоявшихся 22 декабря 2019 года, А. Мирзаев подал свою кандидатуру в депутаты в областной Кенгаш народных депутатов от Экологической партии Узбекистана. Набрав большинство голосов в своем избирательном округе, он одержал убедительную победу. Чувствуя всю ответственность перед избирателями, он провел несколько выездных встреч, обобщил проблемы и пожелания, высказанные жителями нескольких махаллей Нуратинского района, от которых он баллотировался, и направил десятки депутатских запросов в соответствующие организации и учреждения.

Где бы и в какой бы должности не работал А. Мирзаев, коллеги оценивают его, как грамотного, инициативного, исполнительного и добросовестного сотрудника, обладающего хорошими организаторскими способностями, профессионально разбирающегося в вопросах трудовой и производственной дисциплины и способного оперативно принимать своевременные и обдуманные решения. Обладает такими личными моральными качествами, как порядочность, честность, сдержанность и тактичность в обращении с людьми. Является примером для подчиненных, проявляет постоянную заботу об их профессиональном росте.

Поздравляя с 60-летним юбилеем Абдуразака Умирзаковича друзья, коллеги и ученики, желают ему крепкого здоровья, жизненной энергии, творческих успехов и новых научных достижений.

ГП Навоийский горно-металлургический комбинат,
Академия наук Республики Узбекистан,
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Навоийский государственный горный институт,
Навоийское отделение АН Республики Узбекистан,
Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева,
ГП «Институт минеральных ресурсов»,
Редакционный Совет журнала «Горный вестник Узбекистана».

Epiroc

Высокопроизводительное подземное оборудование компании Epiroc - надежность, безопасность, удобство эксплуатации и технического обслуживания

epiroc.com