

O'zbekiston

# KONCHILIK XABARNOMASI

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQRISH JURNALI

# 4

№ 71

Oktyabr - Dekabr 2017



НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

# ГОРНЫЙ ВЕСТНИК

УЗБЕКИСТАНА



normet

РЕМОНТНАЯ  
МАСТЕРСКАЯ В  
КОНТЕЙНЕРЕ

## - ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД

Наша команда состоит из ведущих новаторов и профессионалов, которые используют индивидуальные технологические решения для поддержания наших заказчиков на протяжении всего жизненного цикла проекта или эксплуатируемого оборудования.



### ПЕРЕДВИЖНОЙ СЕРВИСНЫЙ КОНТЕЙНЕР

- Для более безопасного, эффективного и качественного обслуживания спецтехники в карьерах, шахтах, тоннелях и в других объектах.
- Модульная конструкция контейнеров обеспечивает легкую и быструю настройку и перестановку для удовлетворения индивидуальных потребностей заказчика.
- Изолированное и электрифицированное место для запасных частей, инструментов, оборудования и обслуживания.
- Включает все необходимое рабочее оборудование и инструмент для обслуживания и ремонта горного и шахтного оборудования.
- Комплектация и оснащенность возможна по индивидуальному заказу.

normet

Normet International Ltd.

Представительство в Республике Узбекистан,  
г.Ташкент, 100084, ул. А.Темура 95А.

Тел.: +998 71 140 91 91 Факс: +998 71 140 92 92

[www.normet.com](http://www.normet.com)



O'zbekiston

ISSN 2181-7383

# KONCHILIK XABARNOMASI

# 4

№ 71

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQRARISH JURNALI

Oktyabr - Dekabr 2017

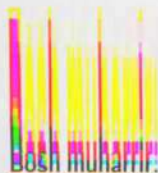
Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnaliga  
1997 yil iyul oyida asos solingan bo'lib jurnal  
uch oyda bir marta chiqadi

#### Ta'asischilar:

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

#### Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

«Navoiy KMK» DK, «Olmaliq KMK» OAJ,  
«O'zGEORANGMETLITI» DUK



Bosh muharrir:

Norov Yu.D.

#### Bosh muharrir o'rinbosari:

Nasirov U.F.

#### Texnik va badiiy muharrir:

Zairova F.Yu.

**Tahririyat kengashi:** Akbarov X.A., Abduraxmonov S.A.,  
Bekmurzayev B.B., Belin V.A. (Rossiya), Vorobyov A.G.  
(Rossiya), Vorobyov A.E. (Rossiya), Gulyamov B.V., Zairov Sh.  
Sh., Muxiddinov B.F., Misliboev I.T., Maxmudov A.M.,  
Mustakimov O.M., Petrosov Yu.E., Raimjanov B.R.,  
Rakishev B.R. (Kozogiston), Sayyidkosimov S.S., Sagdieva M.G.,  
Sanakulov K.S., Sattarov G.S., Snitka N.P., Turesebekov A.H.,  
Umarov F.Ya., Farmanov A.K., Shashenko A.N. (Ukraina),  
Ergashev U.A., Yusuphodjaev A.A., Yakubov M.M.

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

Jurnalda ma'lumotlar bosilganda dalillar ko'rsatilishi shart

Jurnalda chop etilgan ma'lumot va keltirilgan  
dalillarning aniqligi uchun muallif javobgardir

#### Tahririyat manzili:

210100, Navoiy shahri, Navoiy ko'chasi 27,  
NKMK Markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasi mamuriy binosi  
Tel. 8 (436) 227-69-13, 8 (436) 227-69-12, +99893 521-78-35

E-mail: YuD.Norov@ngmk.uz, FY.Zairova@ngmk.uz

Sayt: <http://www.ngmk.uz>, [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

#### Muqova va dizayn:

Zairova F.Yu.

#### Kompyuter saxifasi:

Norov D.Sh.

Ingliz tiliga tarjima: Abduraxmanova E.F., Bazarova E.R.,

#### Jurnalning chop etilishi va elektron shaklini yangilab boruvchi mas'ul:

Davlatov B.R.

#### Chop qilindi:

NKMK bosmaxonasida

210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi, 25  
Tel. 8 (436) 227-75-56, 8 (436) 227-80-19

Nashr etishga 07.09.2017 y. imzolandi

A3 formatda. Adadi 400 nusxa

© O'zbekiston konchilik xabarnomasi 2017

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-испытательский институт геотехнологии и цветной  
металлургии «O'zGEORANGMETLITI»

#### При финансовой поддержке:

ГП «Навоийский ГМК», ОАО «Алмалыкский ГМК»,  
ГУП «O'zGEORANGMETLITI»



Главный редактор:

Норов Ю.Д.

#### Зам. главного редактора:

Насиров У.Ф.

#### Технический и художественный редактор:

Заирова Ф.Ю.

**Редакционный Совет:** Акбаров Х.А., Абдурахмонов С.А.,  
Бекмурзаев Б.Б., Белин В.А. (Россия), Воробьев А.Г. (Россия),  
Воробьев А.Е. (Россия), Гулямов Б.В., Заиров Ш.Ш.,  
Мухиддинов Б.Ф., Мислибоев И.Т., Махмудов А.М.,  
Мустакимов О.М., Петросов Ю.Э., Раимжанов Б.Р., Ракишев Б.Р.  
(Казакстан), Саййидкосимов С.С., Сагдиева М.Г., Санакулов К.С.,  
Саттаров Г.С., Снитка Н.П., Турсебеков А.Х., Умаров Ф.Я.,  
Фарманов А.К., Шашенко А.Н. (Украина), Эргашев У.А.,  
Юсупходжаев А.А., Якубов М.М.

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

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна

За точность фактов и достоверность  
информации ответственность несут авторы

#### Адрес редакции:

210100, г. Навои, ул. Навои 27,  
Центральная научно-исследовательская лаборатория НГМК  
Тел. 8 (436) 227-69-13, 8 (436) 227-69-12, +99893 521-78-35

E-mail: YuD.Norov@ngmk.uz, FY.Zairova@ngmk.uz

Сайт: <http://www.ngmk.uz>, [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

#### Обложка и дизайн:

Заирова Ф.Ю.

#### Компьютерная вёрстка:

Норов Д.Ш.

Перевод на английский язык: Абдурахманова Э.Ф., Базарова Э.Р.

#### Ответственный за публикацию и обновление электронной формы журнала:

Давлатов Б.Р.

#### Отпечатано:

в типографии НГМК

210100, г. Навои, ул. Южная, 25  
Тел. 8 (436) 227-75-56, 8 (436) 227-80-19

Подписано в печать 07.09.2017 г.

Формат А3. Тираж 400 экз.

© Горный вестник Узбекистана 2017



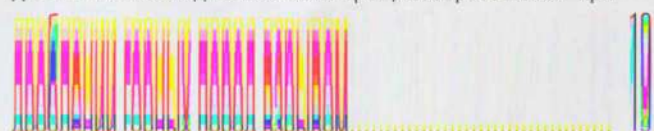
GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKHOLOGIYA

**Арустамян А.М., Санакулов К.С.**, К вопросу технологического типа руды, перерабатываемой на Михеевской обогатительной фабрике..... 3

**Насиров У.Ф., Очиллов Ш.А.** Методика исследования конструкции скважинного заряда взрывчатых веществ с заклинивающей забойкой..... 10

**Умаров Ф.Я., Махмудов Д.Р., Петросов Ю.Э.** Исследование снижения прочностных и деформационных свойств различных типов горных пород при многократных взрывных нагрузках ..... 14

**Насиров У.Ф., Махмудов Д.Р., Заиров Ш.Ш., Абдурашидов Ш. М.** Исследование зоны трещинообразования при



**Очиллов Ш.А.** Теоретические исследования механизма взаимодействия парносближенных скважинных зарядов взрывчатых веществ..... 22

**Снитка Н.П., Умаров Ф.Я., Наимова Р.Ш.** Технологическая эффективность циклического формирования техногенных ресурсов карьера Мурунтау как перспективное направление использования их в будущем..... 26

**Аксенов А.А., Морин С.В., Ожиганов И.А., Шадрин М.А., Садинов Ш.М.** Оценка геомеханических процессов Зармитанской золоторудной зоны Навоийского горно-металлургического комбината..... 29

**Пажин А.А., Сашурин А.Д., Панжина Н.А. Ефремов Е.Ю.** Опыт организации деформационного мониторинга земной поверхности на меднорудных месторождениях..... 35

GEOLOGIYA / GEOLOGIYA

**Халилов А.А.** К проблеме усовершенствования методики определения перспектив ураноносности меловых отложений продуктивных горизонтов района Зиаэтдинских гор..... 43

**Абдумоминов Ш.А.** Верхнеэоцен-нижнеолигоценные отложения: благороднометалльная минерализация..... 47

**Хабибуллаева Г.Р.** Минералого-технологические особенности золото-сульфидно-мышьяковистых руд участка Дайковский Кокпатасского рудного поля..... 51

**Ахмедов М.А., Салямова К.Д.** Обвалы и оползни как следствие сильных землетрясений..... 57

METALLURGIYA VA BOYITISH  
OBOGASHENIE I METALLURGIYA

**Санакулов К.С., Ткаченко Е.С.** Минералого-технологические особенности сульфидных руд месторождений Кокпатас, Даугызтау и продуктов их обогащения..... 61

**Костюк Ю.М., Петухов О.Ф., Серова Е.С., Рузиев Б.Т.** Получение двуокиси марганца по схеме азотнокислого разложения сырья..... 65

**Юсупходжаев А.А., Хасанов А.С., Худояров С.Р., Валиев Х.Р., Маткаримов С.Т.** Переработка шлаков медного производства с использованием аппаратов идеального перемешивания..... 67

LMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI  
NAUCHNO-LABORATORNIYE IZYSKANIYA

**Алимходжаев К.Т., Пардабаев А.Д.** Пути уменьшения потерь электроэнергии в системе передачи и потребления в крупных промышленных предприятиях..... 72

**Петухов О.Ф., Аликулов Ш.Ш.** Лабораторные исследования по определению геотехнологических параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд..... 77

**Кабулов А.В., Каландаров И.И.** Алгоритмический метод управления производственными системами на основе таблиц функционирования..... 82

**Муродов Н.М., Жураев Т.Х., Муртазов А.Н.** Разработка конструктивной геометрической модели рабочей поверхно-



INNOVATSIYALAR / INNOVACII

**Nosirova Sh.N., Artikov A.A.** Flotatsiya tizimining ko'p pog'onali tizimli tahlili..... 90

**Костаев У.У., Хасанов Ж. Т.** Снижение себестоимости продукции как фактор инновационного развития..... 94

TARIX / ISTORIYA

**Ризаев С.Р.** Государство и горно-металлургическая отрасль Узбекистана: гармония интересов, эффективное партнерство..... 97

**Темиров Ф., Жунаев З.** XIV аср охири – XV аср бошларида Мовароуннахрда кончилик маданияти..... 106

YUBILEY / YUBILEY

**Сагдиева Муяссар Гайбуллаевна** (к 70-летию со дня рождения)..... 108

**Сайидкосимов Сайиджабар Сайидкосимович** (к 70-летию со дня рождения)..... 109

MA'LUMOT / INFORMACIYA

**Садридинов Н.Х.** Зарафшон воҳасини комплекс инновацион ривожлантириш: ютуқлар, муаммолар ва истиқболлар..... 111

YANGI KITOBLAR / KNIZHNIYE NOVINKI

MAQOLALARNI RASMIYLASHTIRISH TALABLARI  
TREBOVANIYA K OFORMLENIYU STATEY

114

REKLAMA / REKLAMA

На обложке:  
«Normet international LTD»  
«Кварцевый песок»  
«Atlas Copco»



## К ВОПРОСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТИПА РУДЫ, ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОЙ НА МИХЕЕВСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ



Арустамян А.М.,  
ЗАО НПО «РИВС»  
главный инженер.



Санакулов К.С.,  
генеральный директор НГМК,  
докт. техн. наук, проф.,  
ректор НГГИ.

*Mikheyevskiy oltin va mis porfir konining ma'danlarni qayta ishlash amaliyoti tahlil qilinmoqda. Mavjud texnologiyaning kamchiliklari muhokama qilinmoqda va kuzatilayotgan sabablar texnologik ko'rsatkichlarning sezilarli tarqa lishining sabablari aniqlangan. Gidrotsiklonlarning suv tukiladigan kurilmalarda o'rnatilgan natriy sulfidni zumpflarga dozalash maqsadga muvofiqligi va avtomatik rejimda pul'pani elektrkimyoviy potensialini optimal darajada*

*funktsiyalar garmonik ajralishi, omilli tahlil va neyrotarmog'li modellashtirish metodologiyadan iborat bo omilli tahlil, neyrotarmog'li modellashtirishgan dastlabgi ma'lumotlarga ishlov berish va tahlil qilish uchun chuqurlashtirilgan statistika metodlari tatbiq qilingan. Ohaksiz texnologiya ko'llanish yo'nalishida izlanishlar tavsiya qilingan, bular mis va oltinni ishlab chiqarishni taminlab beradi. Neyrotarmog'li modellashtirish metodologiyasini hisobga olgan holda flotatsiya ob'ektining murakkabligi, ko'p omilligi va shiziqsizligini hisobga olgan xolda chuqurlashtirilgan statistika zamonaviy usullarini flotatsiya ob'ektining ko'p omilligi va shiziqsizligini qollash asoslangan.*

**Tayanch iboralar:** oltintarkibli mis-molibden rudalar, flotatsiya, tasodifiy funktsiyalar garmonik ajralish, omilli tahlil, neyrotarmog'li modellashtirish, flotatsiya ob'ektining ko'p omilligi va shiziqsizligi, mis tarkibi va metall ishlab chiqarich, natriy sulfid, ksantogenat, ohak suti, elektr kimyoviy salohiyat, Kohonen o'z-o'zinitashkil qiladigan xaritalar, tavsiflovchi va parametr bo'lmagan statistika.

*The existing practice of ore processing of the Mikheyev gold and copper porphyry deposit is analyzed. The shortcomings of the current technology are discussed and the reasons for the observed significant dispersion of technological indicators are specified. It is shown that it is not advisable to dose sodium sulphide into the sump installed on the hydrocyclone sink and the need to dose the reagent into the receiving pocket of the first main flotation chamber in an automatic mode of maintaining the electrochemical potential of the pulp at the optimum level. To process and analyze the initial data, in-depth statistics methods are used, including the harmonic decomposition of random functions, factor analysis and the methodology of neural network modeling. It is recommended to develop research in the direction of application of non-precipitating technology, which will ensure an increase in the extraction of copper and gold. Taking into account the complexity, many factors and nonlinearity of the flotation object, the use of modern methods of in-depth statistics, including the methodology of neural network modeling, is justified.*

**Key words:** gold-bearing copper-molybdenum ores, flotation, harmonic decomposition of random functions, factor analysis, neural network modeling, many factors and nonlinearity of the flotation object, copper content and metal recovery, sodium sulphide, xanthate, lime milk, electrochemical potential, SOM, Self Organizing Map, descriptive and nonparametric statistics.

Михеевское золотомедное порфировое месторождение является одним из крупнейших среди медно-порфировой системы Урала. Первичные руды содержат медь (0,5-0,65 %), молибден (0,00005-0,355 %), висмут – 0,001 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3 %, FeO – 9 %, серу (0,5-1,0 %), золото (0-1,6 g/t), серебро (0,01-75 g/t).

Согласно отчета [1] химический и минералогический состав руд технологических проб Михеевского месторождения представлен в табл. 1.

Рациональный состав по типам руд представлен в табл. 2. Первичное оруденение Михеевского месторожде-

ния представлено штокверком прожилковых, прожилково-вкрапленных и вкрапленных руд. На месторождении проявлена гипергенная зональность. Руды Михеевского месторождения разделяются на следующие типы: 1) первичные (скальные) сульфидные руды, 2) рыхлые сульфидные руды, 3) окисленные руды. Отмечаются сульфидные формации: Ср-Во, Ру-Ср, Ср и Ру. Серицит-хлоритное изменение характерно для всех даек. Содержание хлорита и серицитов достигает значений 22 %. Лимонитизация носит характер вкрапленности, когда окислами и гидроокислами



Таблица 1

Химический и минералогический состав руд технологических проб Михеевского месторождения

№ п/п			Единицы измерения	Первичные руды			Окисленные руды	
				№ п р о б				
				1 (1987)	1 (1999)	Объединенная	2 (1987)	2 (1999)
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	№ скважин и интервалы	Элементы	3006 (28,5-115,4)	3100 (65-106,5, 169,7-300,0); 3102 (61,0-300,0); 3103 (62,1-101,3)	10487 (35,5-62,0) 3107 (55,3-100,4)	3006 (11,0-28,5) 3007 (30,7-39,5)	3101 (10,2-22,0); 3104 (23,5-28,0); 3105 (21,0-40,5); 3107 (10,4-29,6).	
2	SiO <sub>2</sub>	%	52,13	51,2		61,12	67,8	
3	CaO	%	4,38	5,56		2,01	2,31	
4	MgO	%	5,13	5,75		3,95	2,44	
6	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	16,13	14,5		16,06	13,5	
10	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%		2,94	5,97		5,98	
11	FeO	%		8,54				
12	Fe <sub>общ</sub>	%	5,08	8,69		4,16		
20	S	%	0,54	0,78	0,73	0,61	0,35	
21	S <sub>сульфид</sub>	%		0,64				
22	Cu	%	0,57	0,60	0,67	1,145	0,46	
25	Mo	%	0,003	0,0023	0,003	0,0013	0,003	
30	Bi	%	<0,001	0,001	0,001	<0,001		
32	F	%	0,08	0,06		0,11		
33	Cd	%		0,002	0,0001			
35	Au	g/t	0,45-0,53	0,35	0,14	0,29-0,27	0,6	
36	Ag	g/t	1,85-2,10	2,8	1,01	2,02-1,86	3,0	
48	Рудные минералы	халькопирит, пирит, борнит, молибденит, магнетит, вильменит		халькопирит, пирит, магнетит, сфен, халькозин, молибденит		малахит, азурит, халькозин, ковеллин, халькопирит, пирит, магнетит	малахит, азурит, халькантит, хризовоколла лимонит, халькопирит, пирит	

железа псевдоморно замещаются рудные минералы. Содержание окислов железа может достигать до 6%. Проявление пирротина отмечается во всех зонах рудного штоковерка. Содержание меди и попутных компонентов в скважинах часто имеет синусоидальный характер с 2-4 пиками содержания меди до 1,5-4,0%. Наблюдаются мономинеральные прожилки сульфидов мощностью от долей миллиметра до 4-5 см, что обуславливает необходимость разработки технологической схемы, включающей межцикловую флотацию. Мощность прожилков молибденита составляет 0,5-5 мм, что также обуславливает применение межциклового флотации, учитывая большую склонность молибденита к переизмельчению.

Рассмотренные особенности перерабатываемых типов руд формируют факторы, отрицательно влияющие на селективность флотации. К таким факторам относятся: наличие в пульпе катионов Cu<sup>2+</sup>, вызывающих взаимную активацию поверхности сульфидных минералов и нарушающий селективность процесса; развитие процессов формирования гидроксоокисных соединений Fe(OH)<sup>+</sup>, комплексообразующих ксантогенат [Fe(OH)X]X<sup>-</sup>; пирротинный фактор, также способствующий образованию Fe(OH)<sup>+</sup>; развитие электрохимической коррозии поверхности сульфидов (лимонитизация); развитие серицитового фактора, особенно при применении известковой технологии, снижающего качество медного концентрата; значительная вариация содержания меди в руде и окисленных форм медных минералов.

Для анализа был сформирован массив сменной работы Михеевской обогатительной фабрики из 51 наблюдения. Общепринятая статистическая оценка наблюдаемых параметров представлена в табл. 3.

Анализ исходных данных методами дескриптивной статистики, а также расчеты непараметрической статистики показали, что исследуемый объект является нестационарным. Мульти-modalность доказывает, сформированная выборка является не однородной и порождена несколькими «наложенными» распределениями. С целью выявления взаимосвязей между исследуемыми параметрами применена методология гармонического разложения случайных функций.

Таблица 2  
Рациональный состав по типам руд

Форма нахождения	Содержание меди			
	Переходная		Окисленная	
	g/t	%	g/t	%
Медь растворимая в воде	19	0,3	14	0,4
Свободные окисленные минералы меди	1405	22,5	2158	57,1
Окисленные минералы меди, связанные с породой	441	7,1	1312	34,7
Медь вторичных сульфидов	1633	26,2	98	2,6
Медь первичных сульфидов	2741	43,9	198	5,2
Итого исходная руда	6240	100	3780	100



Таблица 3

Описательные статистики

Условные обозначения	Наименование	Среднее	Минимум	Максимум	Стд. откл.
G	Нагрузка на секцию, <i>t/sm</i>	24439	11595	34139	6449
aCu	Содержание меди в руде, %	0,52	0,34	0,84	0,095
t (θ)	Содержание меди в хвостах, %	0,19	0,11	0,30	0,045
b	Содержание меди в концентрате, %	18,92	9,24	23,84	3,299
εCu	Общее извлечение меди, %	63,00	37,10	81,40	10,01
εOX	Извлечение окисленной меди, %	26,65	0,90	58,90	12,93
εsul	Извлечение сульфидной меди, %	73,91	43,90	100,00	11,22
αOX	Относительное содержание окисленной меди в руде, %	23,58	3,90	57,90	11,55
Na 220.1	Расход Na <sub>2</sub> S в зумпф питания 1-й нитки основной флотации, г/т	53,4	0,00	120	25,91
Na 220.2	Расход Na <sub>2</sub> S в зумпф питания 2-й нитки основной флотации, г/т	60,6	0,00	120	26,87
Na 301.1-1	Расход Na <sub>2</sub> S в приемный карман питания 1-й нитки основной флотации, г/т	875	0,00	1775	681,99
Na301.2-1	Расход Na <sub>2</sub> S в приемный карман питания 2-й нитки основной флотации, г/т	90	0,00	121	44,96
PAX 1/кам I	Расход BtX в приемный карман питания 1-й нитки основной флотации, г/т	62,6	10,00	100	30,37
PAX 2/кам I	Расход BtX в приемный карман питания 2-й нитки основной флотации, г/т	62,6	0,00	100	30,04

На рис. 1 представлены результаты гармонического разложения случайных функций:  $\alpha OX = f(\tau)$ ,  $\alpha Cu = f(\tau)$ ,  $\epsilon Cu = f(\tau)$ ,  $\epsilon OX = f(\tau)$ . Отмечается расщепление максимума основной гармоники при разложении случайной функции  $\alpha OX = f(\tau)$ . Такое наблюдение обосновано наличием двух разновидностей технологических типов руды: окисленных и сульфидных. Более низкочастотная область идентифицируется как разно-

видность, в которой в большей степени проявляется фактор окисленности, поскольку на этой же частоте проявляется основная гармоника при разложении случайной функции  $\epsilon OX = f(\tau)$ . На более высокой частоте отмечается основная гармоника при разложении случайной функции  $\epsilon Cu = f(\tau)$ . На этой частоте идентифицируется сульфидная разновидность, в которой в большей степени проявляется сульфидный фактор. Подтверждением такой интерпретации служат

результаты гармонического разложения случайных функций:  $\alpha OX = f(\tau)$ ,  $\epsilon(sul) = f(\tau)$ ,  $\epsilon Cu = f(\tau)$ ,  $\epsilon OX = f(\tau)$  (рис. 2). Наблюдается расщепление максимума основной гармоники при разложении случайной функции  $\epsilon(sul) = f(\tau)$ . При более низкой частоте высокая спектральная плотность ( $\epsilon(sul) = f(\tau)$ ) совпадает с основной гармоникой при разложении случайной функции  $\epsilon OX = f(\tau)$ . Это наблюдение является естественным, поскольку часть окисленных форм медных минералов (промежуточная зона месторождения) попадает в исходную шихту, поступающую на фабрику. При более высокой частоте наблюдается совпадение максимумов основных гармоник при разложении случайных функций  $\epsilon(sul) = f(\tau)$

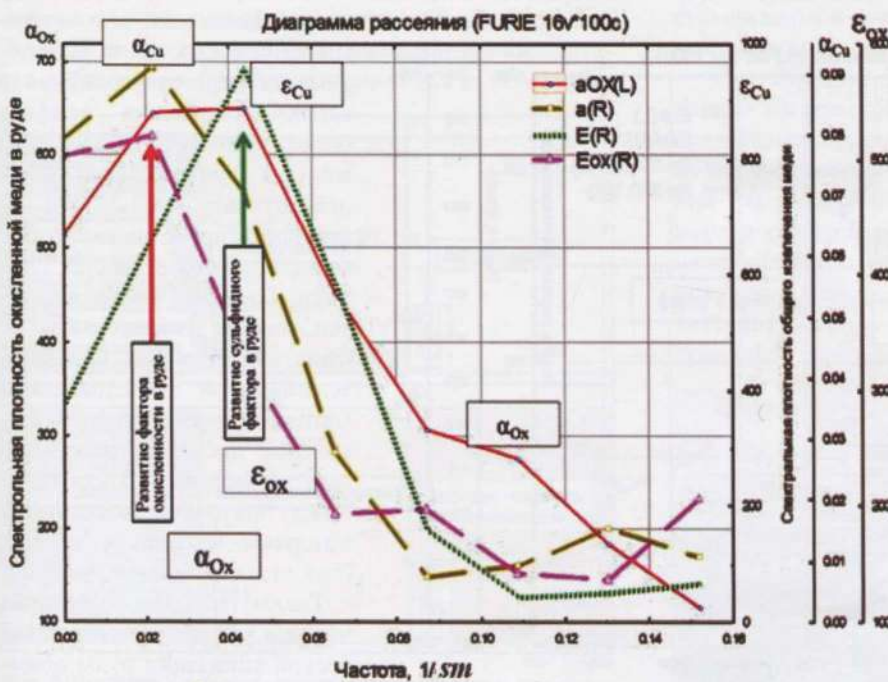


Рис. 1. Результаты гармонического разложения случайных функций:  $\alpha OX = f(\tau)$ ,  $\alpha Cu = f(\tau)$ ,  $\epsilon Cu = f(\tau)$ ,  $\epsilon OX = f(\tau)$ .

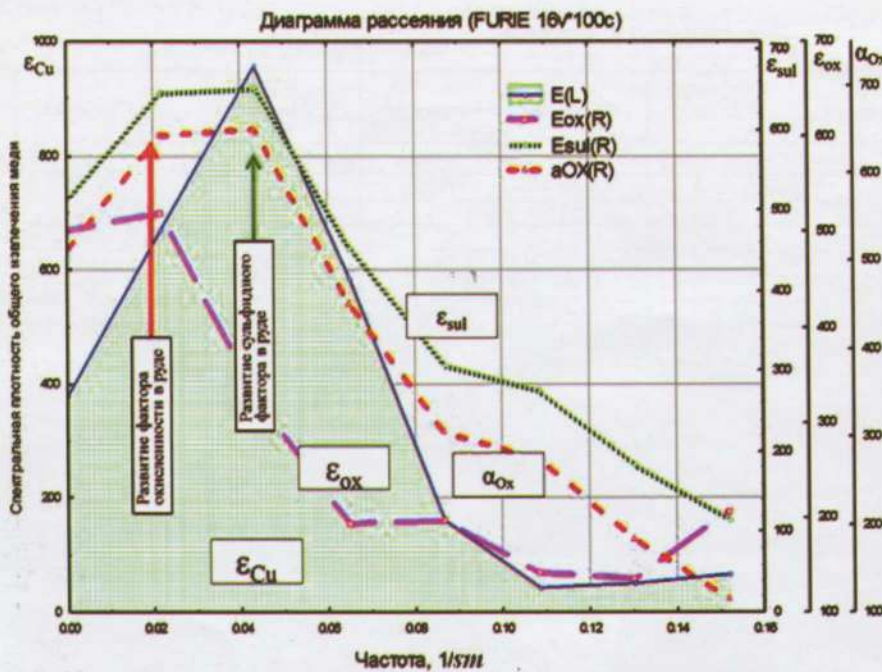


Рис. 2. Результаты гармонического разложения случайных функций:  $\alpha_{OX} = f(\tau)$ ,  $\epsilon(sul) = f(\tau)$ ,  $\epsilon_{Cu} = f(\tau)$ ,  $\epsilon_{OX} = f(\tau)$ .

и  $\epsilon(\text{общ.}) = f(\tau)$ . Таким образом можно констатировать, что основное влияние на общее извлечение меди оказывает извлечение сульфидной меди, что подтверждается средним извлечением окисленной меди 26,7% и сульфидной меди 73,9% (табл. 3).

На рис. 3 демонстрируются результаты гармонического разложения случайных функций:  $\epsilon(\text{ox}) = f(\tau)$ ,  $\epsilon(sul) = f(\tau)$ ,  $\text{Na}_2\text{S } 301.1-1 = f(\tau)$  и  $\text{Na}_2\text{S } 220.1 = f(\tau)$ .

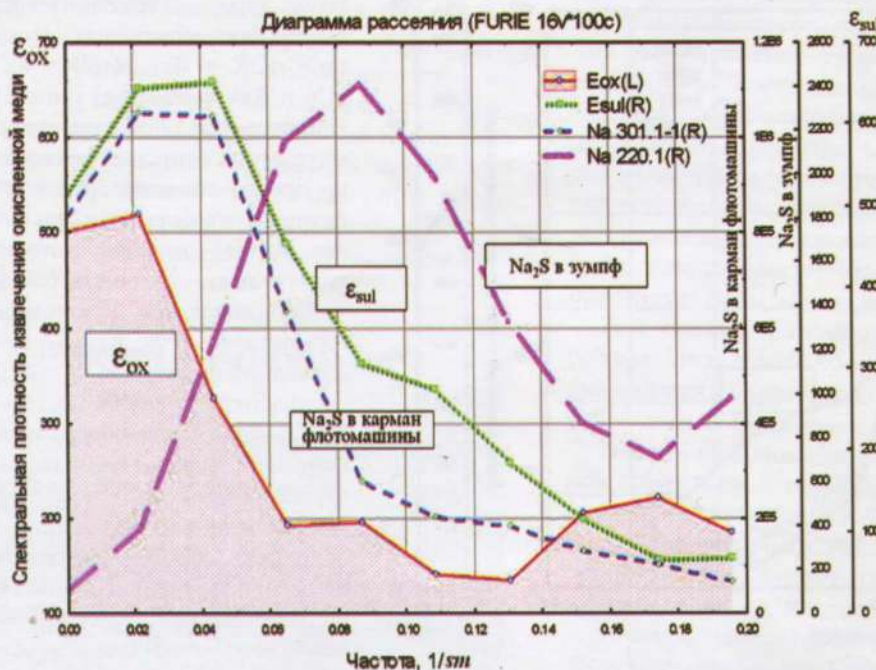


Рис. 3. Результаты гармонического разложения случайных функций:  $\epsilon(\text{ox}) = f(\tau)$ ,  $\epsilon(sul) = f(\tau)$ ,  $\text{Na}_2\text{S } 301.1-1 = f(\tau)$  и  $\text{Na}_2\text{S } 220.1 = f(\tau)$ .

Сразу отметим совпадение характера уровней спектральной плотности при разложении случайных функций:  $\epsilon(sul) = f(\tau)$  и дозировки сернистого натрия в приемный карман первой камеры основной флотации [ $\text{Na}_2\text{S } 301.1-1 = f(\tau)$ ]. Расположение основной гармоники при разложении случайной функции дозировки сернистого натрия в зумпф [ $\text{Na}_2\text{S } 220.1 = f(\tau)$ ] показывает отсутствие взаимосвязи этого параметра с технологическими показателями по извлечению как сульфидной, так и окисленной меди. Отсюда вытекает важный вывод о нецелесообразности подачи сернистого натрия в зумпф и определяющую роль в технологии является подача  $\text{Na}_2\text{S}$  в приемный карман первой камеры основной флотации и её автоматическое регулирование на основе контроля электрохимического потенциала пульпы.

На рис. 4 демонстрируются результаты гармонического разложения случайных функций:  $G = f(\tau)$  и  $J = f(\tau)$ . Под  $\vartheta$  понимается содержание меди в хвостах (t). Согласно совпадению основных гармоник при разложении случайных функций  $G = f(\tau)$  и  $J = f(\tau)$  отмечается существенная технологическая взаимосвязь между нагрузкой на секцию и потерями меди в хвостах и недопустимость перегрузки секции в целях достижения выпуска более большого количества металла при несовершенстве действующей технологии на фабрике. При этом теряется и медь, и золото в хвостах фабрики. Отметим также, что установленная взаимосвязь не была подтверждена предварительными исследованиями статистическими методами, поскольку рассчитанный коэффициент корреляции между нагрузкой на секцию и потерями металла в хвостах был, статистически не значим.

Таким образом, показано, что при разработке технологической типизации руды обязательно необходимо учитывать режимные параметры, применяемые на фабрике. Учитывая

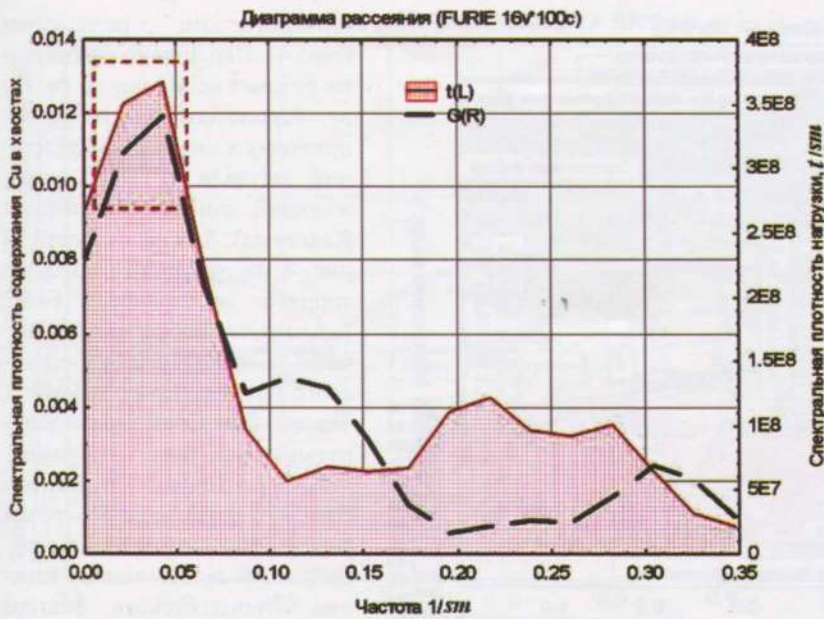


Рис. 4. Результаты гармонического разложения случайных функций:  $G = f(\tau)$  и  $J = f(\tau)$ .

сложность, многофакторность и нелинейность флотационного объекта в настоящем исследовании применена методология нейросетевого моделирования [2-3].

Для классификации массива исходных наблюдений по входным параметрам: содержание  $Cu$  в руде ( $\alpha_{Cu}$ ), нагрузка на секцию ( $G$ ), содержание окисленной  $Cu$  в руде ( $\alpha_{OX}$ ), расход  $Na_2S$  в приемный карман питания 1-й нитки основной флотации ( $Na\ 301.1-1$ ), расход  $Na_2S$  в приемный карман питания 2-й нитки основной флотации ( $Na301.2-1$ ), расход  $BtX$  в приемный карман питания 1-й нитки основной флотации ( $PAX\ 1/\text{кам}1$ ), расход  $BtX$  в приемный карман питания 2-й нитки основной флотации ( $PAX\ 2/\text{кам}1$ ) рас-

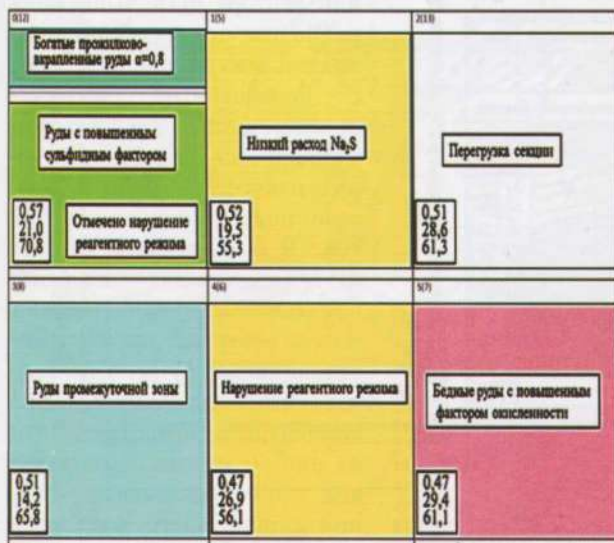


Рис. 5. Решетка Кохонена, интерпретированная с помощью метода факторного анализа. На рисунке отмечены средние значения общего и окисленного содержания меди в руде и извлечение  $Cu$ , рассчитанные по каждому элементу решетки.

считана нейросетевая модель Кохонена СОКК 7:7-6:1(1), формата  $3 \times 2$ . Исходные данные были разделены на обучающую – 27, контрольную – 12 и тестовую – 12 выборки. Топологическая карта Кохонена представлена на рис. 5. На карте в соответствии с номерами выявленных элементов решетки Кохонена «0-5» отмечено количество наблюдений нейронов по каждому элементу. Поскольку решетка Кохонена обычно трудно интерпретируется в целях диагностики нами рассматривается методология, включающая интерпретацию вычисленных средних значений исследуемых параметров по всем элементам решетки, с помощью метода факторного анализа, проектирования выделенных нейронов на плоскости главных компонент  $F_i - F_j$  и нанесением на них значений физических векторов измеряемых параметров и изолиний

выходных функций  $\epsilon$  и  $\beta$  [4-7].

Определена матрица компонентных нагрузок, представленная в табл. 4. Представленная матрица отражает входные переменные, которые были использованы при анализе. Согласно критерия Кайзера, выделены только два фактора с собственными значениями большими 1.

Первая компонента отражает действие режимных параметров, применяемых в рудном цикле основной флотации. Вторая компонента отражает действие сульфидного и окисленного факторов в шихте, перерабатываемой на фабрике.

Многомерное факторное пространство спроектировано на плоскость компонент  $F_1 - F_2$ . На рис. 6 представлена проекция многофакторного пространства на плоскость  $F_1-F_2$ , на которой нанесены изолинии извлечения меди. Около точек проставлены номера элементов решетки Кохонена. Дополнительно на плоскости нанесены физические вектора исходных признаков в соответствии с их нагрузками на математические вектора (табл. 4). На рис. 7 представлена проекция многофакторного пространства на плос-

Таблица 4  
Матрица компонентных нагрузок

Параметр	Фактор 1	Фактор 2
G	0,695	-0,419
$\alpha$	0,111	0,863
$\alpha_{OX}$	0,201	-0,819
Na 301.1-1	0,675	-0,190
Na301.2-1	0,414	-0,007
PAX 1/ кам 1	0,928	0,017
PAX 2/ кам 1	0,960	0,095
Общ. дис.	2,947	1,636
Доля общ.	0,421	0,234

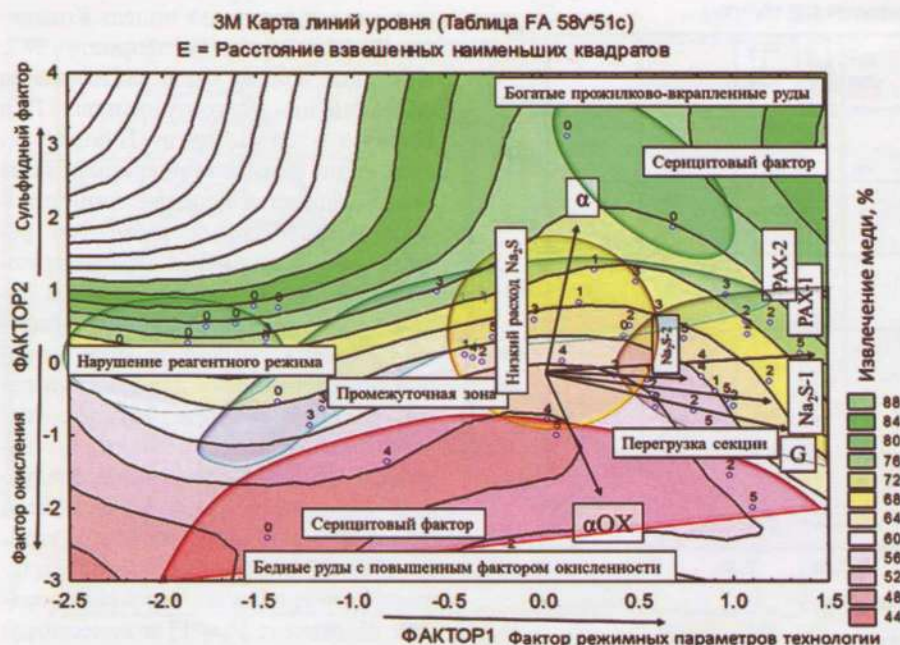


Рис. 6. Проекция многофакторного пространства на плоскость F1-F2, с нанесенными изолиниями извлечения меди.

кость F1-F2, на которой нанесены изолинии содержания меди в концентрате.

На рисунках наблюдения решетки Кохонена при интерпретации объединены в шесть кластеров.

Первая компонента, отражающая вариацию режимных параметров, обуславливает расположение кластеров в соответствии с изолиниями извлечения металла. В кластере, связанном с перегрузкой секции, отмечается снижение извлечения меди, что подтверждает выявленную взаимосвязь, установленную при

гармоническом разложении (рис. 4). Нарушение реагентного режима особенно по расходу сернистого натрия также приводит к снижению извлечения металла (кластер, отражающий элемент «0» решетки Кохонена). Для наглядности на рис. 8 на проекции многофакторного пространства F1-F2 около точек наблюдений отмечены значения расхода сернистого натрия. Важно отметить, что на кластере, идентифицируемом как богатые прожилково-вкрапленные руды наблюдаются высокие дозировки  $\text{Na}_2\text{S}$ . Это наблюдение подтверждает существенное влияние отрицательного фактора руды, связанного с развитием гидроксоокисной составляющей  $[\text{Fe}(\text{OH})^+]$  в перерабатываемой шихте и необходимости его нейтрализации за счет дозировки сернистого натрия:  $\text{Fe}(\text{OH})^+ + \text{HS}^- \rightarrow \text{FeS}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$  с помощью системы автоматической дозировки реагента, направленной на поддержание оптимального значения электрохимического потенциала пульпы.

Дифференциальность диагностики типа перерабатываемой шихты позволяет сделать компонента F2, отражающая развитие в руде окислительного или сульфидного фактора. Согласно направлению векторов  $\alpha_{\text{Cu}}$  и  $\alpha_{\text{OX}}$  по существу выделяется два главных подтипа перерабатываемой шихты. В направлении вектора  $\alpha_{\text{OX}}$  выделяется наиболее труднообогатимый подтип шихты - бедные руды с повышенным фактором окисленности, на котором фиксируется наиболее худшее извлечение меди и качество получаемых концентратов. В направлении вектора  $\alpha_{\text{Cu}}$  выделяется наиболее легкообогатимый подтип шихты - богатые прожилково-вкрапленные руды. Согласно изолиниям содержания меди в концентрате, представленным на рис. 7, можно сделать вывод об отрицательном влиянии серицитового фактора в перерабатываемой шихте практически на всех подтипах руды. Это связано с природной (естественной) гидрофоб-

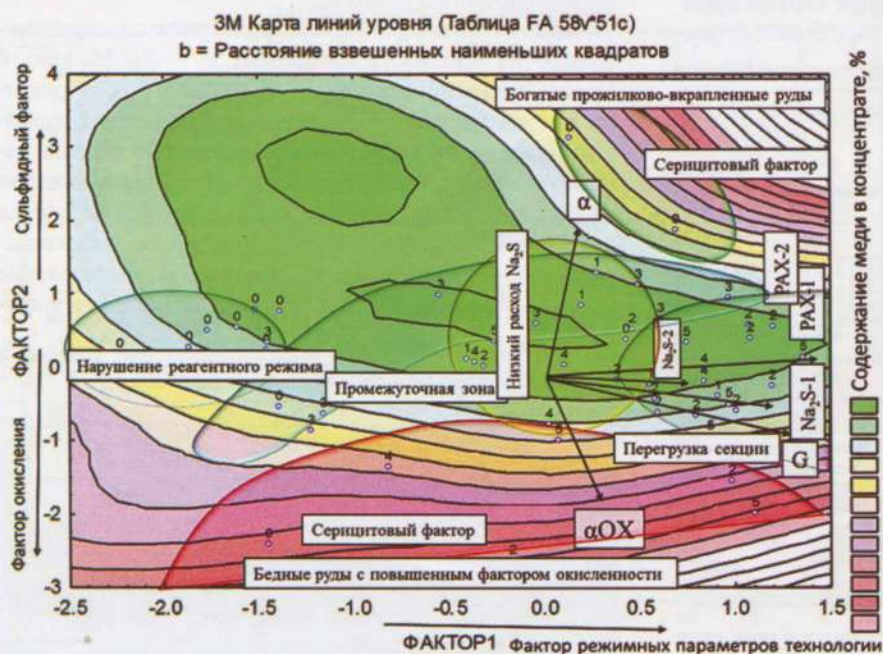


Рис. 7. Проекция многофакторного пространства на плоскость F1-F2, с нанесенными изолиниями содержания меди в концентрате.

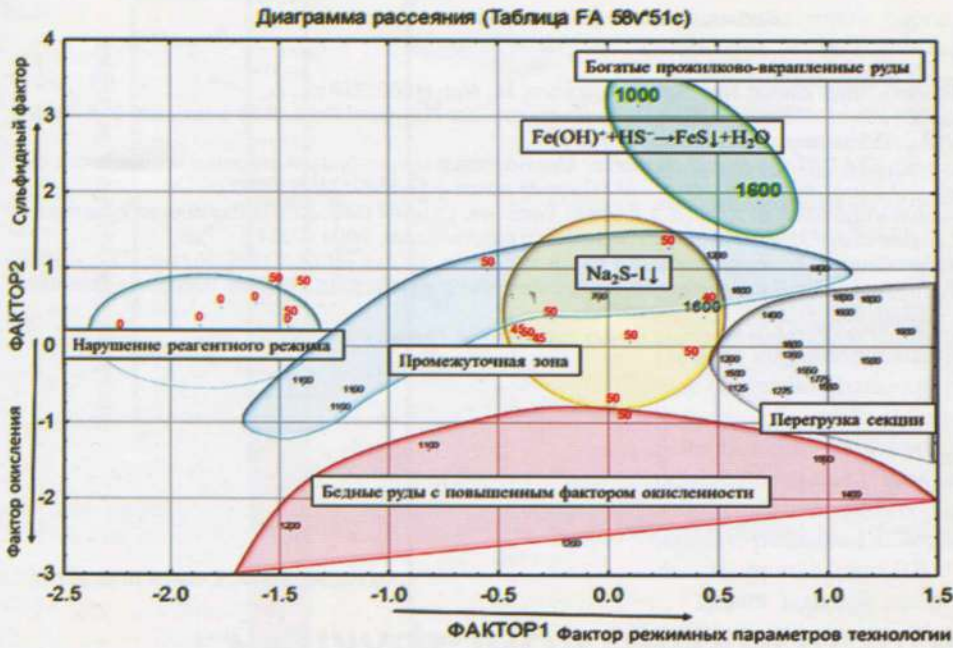


Рис. 8. Проекция многофакторного пространства на плоскость F1-F2, с нанесенными значениями расходов сернистого натрия около точек наблюдений по исходному массиву. Красным цветом отмечено существенное нарушение дозировки сернистого натрия в приемный карман первой камеры основной флотации.

ностью хлоритов и серицитов, особенно при применении известковой технологии, которая используется на предприятии [8, С. 237]. Таким образом, развитие исследований по разработке безизвестковой тех-

нологии является перспективным направлением с целью повышения технологических показателей производства.

Разработанная технологическая классификация позволяет уточнить причины наблюдаемой значительной дисперсии технологических показателей, отраженной в табл. 1. Для наглядности выделенные кластеры представлены на плоскости отражающей взаимосвязь извлечения меди с содержанием металла в руде (рис. 9).

**Заключение.** В результате исследования разработана технологическая классификация факторов, влияющих на результаты технологические показатели, получаемых по действующей технологии на Михеевской обогатительной фабрике. Уточнены причины наблюдаемой значительной дисперсии технологических показателей. Показана нецелесообразность дозирования сернистого натрия в зумпфы, установленных на сливе гидроциклонов и необходимость дозирования реагента в приемный карман первой камеры основной флотации в автоматическом режиме поддержания электрохимического потенциала пульпы на оптимальном уровне.

Рекомендовано развитие исследований в направлении применения безизвестковой технологии, что обеспечит повышение извлечения меди и золота. Учитывая сложность, многофакторность и нелинейность флотационного объекта обосновано применение современных методов углубленной статистики, включая методологию нейросетевого моделирования.

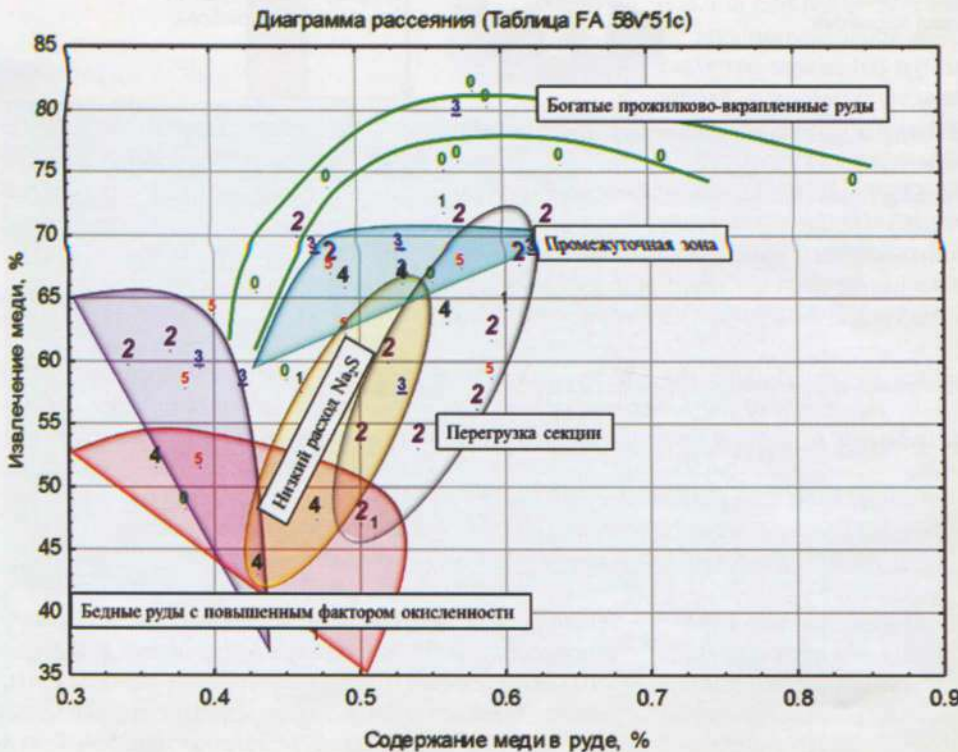


Рис. 9. Влияние типа технологической классификации на взаимосвязь извлечения меди с содержанием металла в руде. Около наблюдений отмечены номера элементов решетки Кохонена.



Библиографический список

1. EURECA Mining\_WARDROP\_Pre-Ftability-July 2006 Ru.
2. Кохонен Т. Ассоциативная память / пер. с англ. изд. В.К. Быховского. М.: Мир, 1980. 239 с.
3. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты: Адаптивные и интеллектуальные системы / пер. 3-го англ. изд. В.Н. Агеева; под ред. Ю.В. Тюменцева. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 655 с.
4. Боровиков В.П. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технология современного анализа данных / Под редакцией В. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая пиния – Телеком, 2008. –392 с.
5. Боровиков В.П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере: Учеб. Пособие / В.П. Боровиков, Г.И. Ивченко. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 384 с.
6. Боровиков В.П. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. (+CD). – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
7. Гриценко В.А., Белосевич Е.В., Артищева Е.К. Математические методы в географии: Учебное пособие / Калинингр. ун-т. – Калининград, 1999. – 75 с. –ISBN5-88874-151-5.
8. Абрамов А.А., Леонов С.Б., Сорокин М.М. Химия флотационных систем – М. Недра, 1982, 312 с.

УДК 622.235.2:622.1.4

© Насиров У.Ф., Очилов Ш.А. 2017 г.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИННОГО ЗАРЯДА ВЗРЫВАТЫХ ВЕЩЕСТВ С ЗАКЛИНИВАЮЩЕЙСЯ ЗАБОЙКОЙ



**Насиров У.Ф.,**  
декан факультета Инженерной геологии и горного дела, доктор технических наук ТашГТУ им. Ислама Каримова.



**Очилов Ш.А.,**  
старший научный сотрудник-соискатель кафедры «Горное дело», ТашГТУ им. Ислама Каримова.

*Maqolada portlovchi moddalarini o'z-o'zidan mahkamlanadigan zaboykaning zaryadini aniqlashning samarali parametrlarni aniqlaydigan metodikasi keltirilgan. Bular: zaboykaing pastki va yuqori qismlari uzunligi, mahkamlanadigan zaryadlar orasidagi masofa. Muruntov kareridagi poligon sharoitida VIII-XI yoriqlik toifadagi kon jinslarda tajribaviy-sanoat sinovlari o'tkazildi.*

**Tayanch iboralar:** zaryad konstruksiyasi, portlovchi moddalar, o'z-o'zidan mahkamlanadigan zaboyka, samarali parametrlar, zaboykaing pastki va yuqori qismlari uzunligi, zaryadning massasi, tajribaviy-sanoat sinovlari, yoriqlik toifasi, ser yoriqli, sust yoriqli, o'rta yoriqli, kam yoriqli, deyarli monolitik jinslar.

*The article provides a technique for determining the effective parameters of a self-locking stemming charge of explosive substances, which include: the length of the lower and upper parts of the stemming, the mass and distance between the stuck charges. Pilot-industrial tests were carried out in the polygon conditions of the Muruntau quarry in rocks of VIII-XI fracture categories.*

**Key words:** charge design, explosives, self-locking stemming, effective parameters, the length of the lower and upper parts of the stemming, charge weight, distance between wedging charges, pilot-industrial tests, fracture category, extremely fractured, weakly fractured, medium fractured, low fractured, almost monolithic rocks.

К эффективным параметрам самозаклинивающейся забойки скважинного заряда ВВ относится длина нижней и верхней частей забойки, масса и расстояние между заклинивающимися зарядами ВВ. Схема формирования забойки скважинного заряда ВВ приведена на рис. 1.

Для определения эффективных параметров самозаклинивающейся забойки скважинного заряда ВВ,

проводились опытно-промышленные испытания в полигонных условиях карьера «Мурунтау» в породах VIII-XI категорий трещиноватости по шлаке СНИП, физико-механические и горно-технологические свойства которых приведены в работах авторов [1, 2] и в табл. 1. Определены по известным методикам [3, 4] плотность, предел прочности исследуемых горных пород, а так же расстояние между трещинами горного

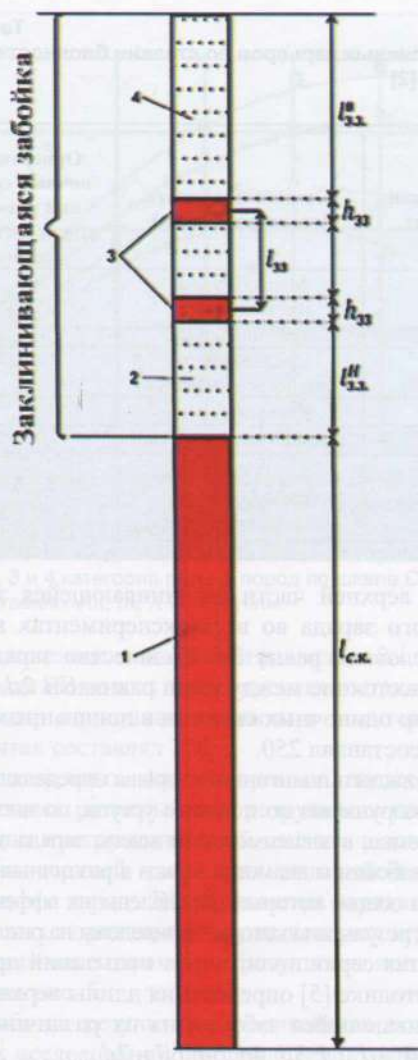


Рис. 1. Схема формирования конструкции скважинного заряда ВВ с заклинивающейся забойкой: 1 – скважинный заряд ВВ; 2 – нижняя часть заклинивающейся забойки; 3 – заклинивающейся заряды ВВ; 4 – верхняя часть заклинивающейся забойки;  $l_{с.к.}$  – длина скважинного заряда ВВ;  $l_{33}^H$  – длина нижней части заклинивающейся забойки;  $h_{33}^H$  – высота запирающихся заряда ВВ;  $l_{33}$  – длина между запирающимися зарядами ВВ;  $l_{33}^B$  – длина верхней части заклинивающейся забойки.

массива категории пород по взрываемости, которые относятся к легковзрываемым, средневзрываемым, трудновзрываемым и весьма трудновзрываемым горным породам. Определены группы пород по СНиП-82, которые относятся к V, VI, VII, VIII, IX, X и XI категориям соответственно. Определены степени трещиноватости (блочности пород) исследуемых пород, которые относятся к следующим группам: I – чрезвычайно трещиноватые (мелкоблочные); II – слаботрещиноватые (среднеблочные); III – среднетрещиноватые (крупноблочные); IV – малотрещиноватые (весьма крупноблочные); V – практически монолитные (исключительно крупноблочные) породы по данным авторов работ [4] и в табл. 2. Первая серия полигонных испытаний проводилась по методике [5] определения длины нижней части заклинивающейся забойки скважинного заряда ВВ на различных их длинах, равных:  $1d$ ;  $2d$ ;  $3d$ ;  $4d$  и  $5d$  (где  $d$  – диаметр скважинного заряда ВВ).

Длина верхней части заклинивающейся забойки скважинного заряда во всех экспериментах в полигонных условиях составляла  $3d$ . Количество зарядов заклинивающейся забойки в каждой скважине 2, расстояние между ними равнялось  $2d$ . Масса одного заряда ВВ во всех экспериментах равнялось  $5\text{ kg}$ .

Диаметр одиночных скважин в полигонных экспериментах составлял 250, бурение которых осуществлялось при помощи бурового станка марки СБШ -250 МН.

После каждого взрыва определялись размеры зоны разрушения по подошве уступа, по инструментальной съемке в зависимости от длины нижней части заклинивающейся забойки скважинного заряда и диаметра заряда ВВ в различных горных породах, на основе которых определены их эффективные параметры, результаты которых приведены на рис. 2.

Вторая серия полигонных испытаний проводилась по методике [5] определения расстояния между заклинивающимися зарядами в забойке на различных расстояниях, равной:  $1d$ ;  $2d$ ;  $3d$  и  $4d$ .

Длина нижней и верхней части заклинивающейся забойки скважинного заряда ВВ во всех эксперимен-

Физико-механические и горно-технологические свойства пород

Таблица 1

Породы	Напласт к оси керна	Статистические параметры	$\rho \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	$C_p \text{ km/s}$	$C_s \text{ kg/s}$	$E, \text{ GPa}$	$\mu$	$\sigma_{свс} \text{ МПа}$	$\sigma_p \text{ МПа}$
Сланцы углисто-слюдястые	70-90	Среднее значение, коэффициент вариации	2,68 1,8	5,21 18	3,24 17	68,8 11	0,205 35	99 40	10,3 29
	50-70	Среднее значение, коэффициент вариации	2,69 1,9	5,08 15	3,02 17	61,0 13	0,212 31	119 30	11,6 35
	30-50	Среднее значение, коэффициент вариации	2,7 2,1	4,9 15	3,07 11	60,8 21	0,199 42	91 44	12,4 11
Сланцы слюдясто-кварцевые	70-90	Среднее значение, коэффициент вариации	2,7 0,9	5,17 16	30,7 11	62,5 19	0,219 12	145 33	8,1 43
	50-70	Среднее значение, коэффициент вариации	2,68 1,0	5,25 14	3,24 15	67,9 18	0,201 46	157 23	16,3 19
Алевриты		Среднее значение, коэффициент вариации	2,65 2,4	5,39 17	3,26 15	60,1 31	0,220 21	123 43	10,1 28
Переслаивание углисто-слюдястых, слюдясто-кварцевых сланцев		Среднее значение, коэффициент вариации	2,65 ,6	5,19 17	2,96 15	70,4 17	0,196 14	174 28	9,9 41



Таблица 2

Категория горных пород золоторудных и литиево-бериллиевых карьеров по степени блочности (трещиноватости) по данным [2]

Литологическая разность пород	Категория блочности (трещиноватости)	Степень блочности (трещиноватости)	Ориентировочный средний размер отдельных в массиве,
Сланцы углистые, углисто-слоистые, слоистые кварц-слоистые окисленные, с прожилками	I	Мелкоблочные (весьма сильно-трещиноватые)	150
Сланцы кварц-слоистые, метасоматические изменение, алевролиты	II	Среднеблочные (сильнотрещиноватые)	300
Сланцы, метасоматические измененные до кварцитов, алевролиты углеродистые	III	Крупноблочные (среднетрещиноватые)	500
Кварциты, алевролиты окварцованные, пересиливание алевролиты, углисто-слоистых и слоисто-кварцевых сланцев	IV	Весьма крупноблочные (малотрещиноватые)	800

тах в полигонных условиях составляла  $3d$ . Количество зарядов во всех экспериментах равнялось 2. Масса одного заряда ВВ составляла 5 kg.

Диаметры одиночных скважин в полигонных экспериментах 250.

После каждой серии экспериментальных взрывов определялись размеры зоны разрушения по подошве уступа по инструментальной съемке, в зависимости от расстояния между зарядами заклинивающей забойки скважинного заряда и диаметра заряда в различных горных породах, на основе которых определены их эффективные параметры, результаты которых приведены на рис. 3.

Третья серия полигонных испытаний проводилась по методике [5] определения массы заряда заклинивающей забойки, которая состоит из двух частей, масса заряда на экспериментах была равной 2; 4; 6; 8; 10 и 12 kg каждый.

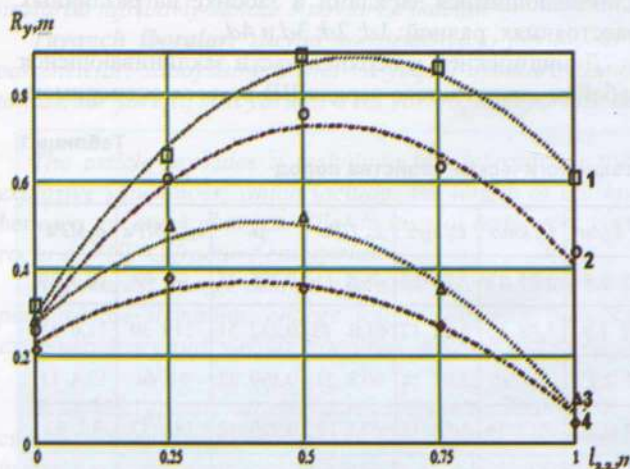


Рис. 2. Изменение размера зоны разрушения подошвы уступа горного массива взрывом скважинного заряда ВВ с заклинивающей забойкой в зависимости от длины нижней части забойки и диаметра заряда ВВ в различных горных породах: 1, 2, 3 и 4 категориях горных пород по шкале СНиП-82, соответственно VIII, IX, X и XI группы.

Длина верхней части заклинивающей забойки скважинного заряда во всех экспериментах в полигонных условиях равна  $3d$ . Количество зарядов ВВ равно 2, расстояние между ними равнялось  $2d$ .

Диаметр одиночных скважин в полигонных экспериментах составлял 250.

После каждого полигонного взрыва определялись размеры зон разрушения по подошве уступа, по инструментальной съемке, в зависимости от массы заряда заклинивающей забойки и диаметра заряда в различных горных породах, на основе которых определены их эффективные параметры, результаты которых приведены на рис. 4.

Четвертая серия полигонных испытаний проводилась по методике [5] определения длины верхней части заклинивающей забойки на их различных длинах, равной:  $1d$ ;  $2d$ ;  $3d$ ;  $4d$ ;  $5d$ ;  $6d$  и  $7d$ .

Длина нижней части заклинивающей забойки скважинного заряда ВВ во всех экспериментах в полигонных условиях составляла  $3d$ . Количество зарядов

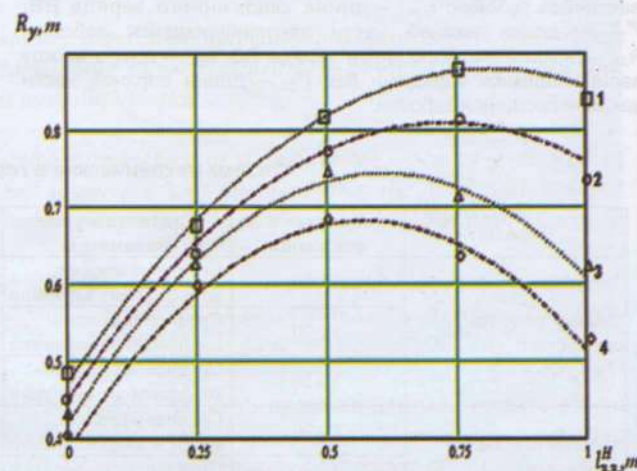


Рис. 3. Изменение размера зоны разрушения подошвы уступа горного массива взрывом скважинного заряда ВВ в зависимости от расстояния между заклинивающимися зарядами и диаметра заряда ВВ в различных горных породах: 1, 2, 3 и 4 категориях горных пород по шкале СНиП-82, соответственно VIII, IX, X и XI группы.

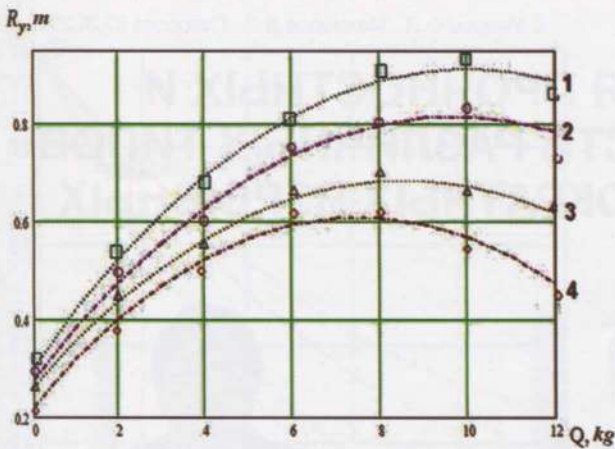


Рис. 4. Зависимости изменения размера зоны разрушения подошвы уступа горного массива взрывом скважинного заряда ВВ в зависимости от массы заклинивающего заряда ВВ и их диаметра в различных горных породах: 1, 2, 3 и 4 категория горных пород по шкале СНиП-82, соответственно VIII, IX, X и XI группы.

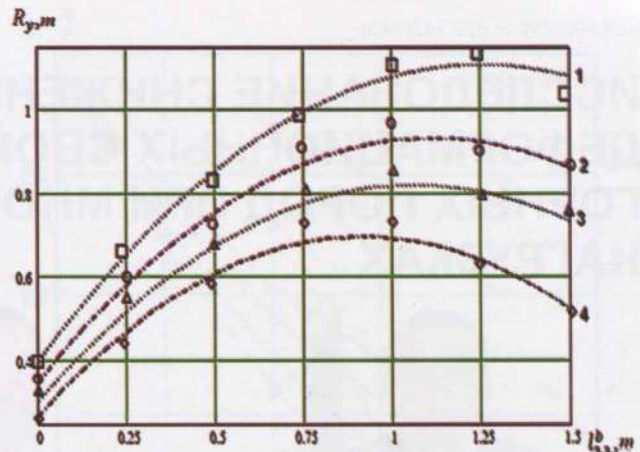


Рис. 5. Изменения размера зоны разрушения подошвы уступа горного массива взрывом скважинного заряда ВВ с заклинивающей забойкой в зависимости от длины верхней части забойки и диаметра заряда ВВ в различных горных породах: 1, 2, 3 и 4 категория горных пород по шкале СНиП-82, соответственно VIII, IX, X и XI группы.

ВВ 2, расстояние между ними равнялось  $2d$ . Масса одиночного заряда ВВ во всех экспериментах составляла 8 kg.

Диаметр одиночных скважин в полигонных экспериментах составлял 250.

После каждого опытно-промышленных взрывов определялись размеры зоны разрушения по подошве уступа, по инструментальной съемке, в зависимости от длины верхней части заклинивающей забойки скважинного заряда ВВ и диаметра заряда в различных горных породах, на основе которых определены их эффективные параметры, результаты которых приведены на рис. 5.

Обработка результатов полигонных экспериментальных исследований по определению эффективных параметров активной забойки скважинных зарядов ВВ производилась по методикам [6-8]. При этом необходимое число экспериментов устанавливалось статистическим путем по величине коэффициента вариации  $K_{вар}$ , допустимой ошибки  $K_{дон}$  и задаваемой надежности  $P$ . Число экспериментов определялось по формуле:

$$n = t^2 \frac{K_{вар}^2}{K_{дон}^2}, \quad (1)$$

где,  $t$  – нормированное отклонение, зависящее от задаваемой надежности  $P$ .

Для научно-исследовательских работ рекомендуются значения  $P=0,9$ ,  $K_{дон}=5-10\%$ . Величина  $K_{вар}$  устанавливается путем статистической обработки экспериментальных данных по формуле:

$$K_{вар} = \frac{\delta}{M} 100\%, \quad (2)$$

где,  $\delta$  – среднее квадратичное отклонение;  $M$  – математическое ожидание результатов измерения.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(X_i - M)^2}{n-1}}, \quad M = \frac{\sum X_i}{n} \quad (3)$$

где,  $X_i$  – отдельные результаты измерения;  $n$  – число экспериментов.

При значении коэффициента вариации  $K_{вар}$ , лежащих в пределах  $K_{дон}=5-10\%$ , получены значения  $n=3-4$  – число экспериментов для каждой точки наблюдения.

Таким образом, разработана методика определения размеров зоны разрушения в нижней части подошвы уступа взрывами скважинного заряда ВВ с использованием заклинивающей забойки в полигонных условиях.

#### Библиографический список

1. Кучерский Н.И. Современные технологии при освоении коренных месторождений золота. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2007. – 696 с.
2. Рубцов С.К., Шеметов П.А. Управление взрывным воздействием на горный массив при открытой разработке месторождений. – Т.: Фан, 2010. – 400 с.
3. Миндели Э.О., Моханчев М.П., Методика определения прочностных и деформационных свойств горных пород при статических, многократных и динамических пульсирующих нагрузках. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1970. – с. 17.
4. ГОСТ 22450-70. Угли бурые, каменные и антрацит: методы определения прочности на растяжения и одноосное сжатие. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 17 с.
5. Норов Ю.Д., Бибик И.П., Мислибаев И.Т., Тухташев А.Б. Методика определения эффективных параметров активной забойки скважинного заряда взрывчатых веществ на открытых горных работах. – Навоий, 2010. 21с.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1996.-С. 139-141.
7. Математическая статистика. / Под ред. Длинна А.Н.М.: Высшая школа, 1975-398с.
8. Методическое руководство по применению программ обработки данных на ЭЦВМ. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1985. -53 с.



## ИССЛЕДОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ МНОГОКРАТНЫХ ВЗРЫВНЫХ НАГРУЗКАХ



**Умаров Ф.Я.,**  
зам. директора по учебной и научной работе филиала Московского государственного нефтегазового университета им. Губкина (г. Ташкент), докт. техн. наук.



**Махмудов Д.Р.,**  
зав. кафедрой «Геотехнология угольных и пластовых месторождений» ТашГТУ им. Ислама Каримова.



**Петросов Ю.Э.,**  
доцент кафедры «Горное дело» ТашГТУ им. Ислама Каримова.

*Maqola kon bir necha bor ogirlik ta'siri natijasida paydo bo'lgan mikro- va makroyoriqlarning ko'rinishi bilan ifodalangan jinrlarning mustahkamlik chegarasi keltirilgan bo'lib, ularning bosim kuchi 28-45% gacha kamayib, kon jinrlarning statik kuchlanish chegarasidan 38-60% gacha cho'zilganda sodir bo'ladi.*

*Portlovchi yuklarning emirilmaydigan tsikllarning soni va ularning amplitudasi, hamda portlovchi moddalarning solishtirma sarfi bog'ligligida portlatilgan kon massasining o'rtacha kattaligidagi o'zgarishning parabolik qonuniyatlarini belgilangan.*

**Tayanch iboralar:** jinrlarning mustahkamligi va deformatsiya xususiyatlari, ko'plab portlatuvchi yuklar, skvajinali zaryadlar, portlovchi moddalar, portlatilgan kon massasining o'rtacha miq'dori, tsikllarning soni, kuchlanish amplitudasi, portlovchi moddalarning solishtirma sarfi, portlatilgan kon massasining o'rtacha hajmi, kon jinrlarning siqish va qisishga mustahkamligi.

*The article shows the reduction in the strength of rocks characterized by the appearance of micro- and macrocracks under the action of multiple loads, which occurs when their compressive strength decreases by 28-45%, while stretching by 38-60% from the limit of the static strength of rocks. Parabolic regularities of the change in the average size of the blasted rock mass are determined depending on the number of cycles of nondestructive explosive loading and their amplitude, as well as the specific consumption of explosives.*

**Key words:** strength and deformation properties of rocks, multiple explosive loads, borehole charges, explosives, average size of the blasted rock mass, number of cycles, nondestructive explosive loads, voltage amplitude, specific consumption of explosives, average size of the blasted rock mass, number of cycles, rocks strength for compression and stretching.

В результате полигонных испытаний установлены параболические зависимости изменения относительной прочности горных пород на сжатие от количества взрывных нагрузений в различных горных породах, результаты которых приведены на рис. 1.

Установлено, что с увеличением количества взрывных нагрузений от 1 до 5 относительные прочности исследованных типов горных пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI снижаются и принимают параболическую зависимость.

Исследованиями так же установлено, что при однократном взрывном нагружении цилиндрических образцов горных пород снижается относительная прочность пород на сжатие соответственно 0,84;

0,86; 0,89 и 0,91 для пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению относительной прочности горных пород от количества взрывных нагрузений и типа горных пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI получены эмпирические формулы их расчета:

$$\sigma_{\text{сж}} / \sigma_{\text{сж}}^0 = 0,019 \cdot N^2 - 0,206 \cdot N + 0,988$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет 0,92±0,02.

$$\sigma_{\text{сж}} / \sigma_{\text{сж}}^0 = 0,019 \cdot N^2 - 0,199 \cdot N + 0,993$$

Коэффициент корреляции равен 0,90±0,02.

$$\sigma_{\text{сж}} / \sigma_{\text{сж}}^0 = 0,013 \cdot N^2 - 0,148 \cdot N + 0,995$$

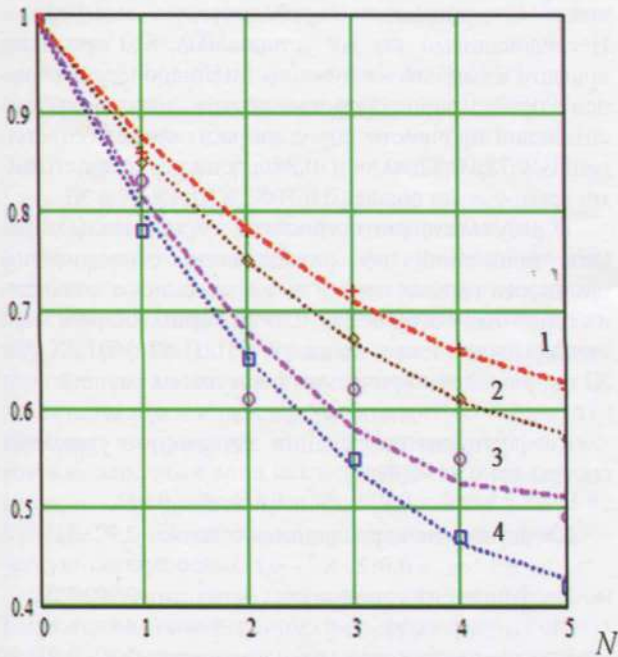


Рис. 1. Относительное изменение прочности горных пород на сжатие в зависимости от количества взрывных нагрузений в различных горных породах (1-4 категории крепости горных пород по шкале СНиП-82 соответственно VIII, IX, X и XI).

Коэффициент корреляции равен  $0,91 \pm 0,02$ .

$$\sigma_{сж} / \sigma_{сж}^0 = 0,001 \cdot N^2 - 0,125 \cdot N + 0,991$$

Коэффициент корреляции равен  $0,93 \pm 0,02$ .

В результате полигонных испытаний установлены параболические зависимости изменения относительной прочности горных пород на растяжение от коли-

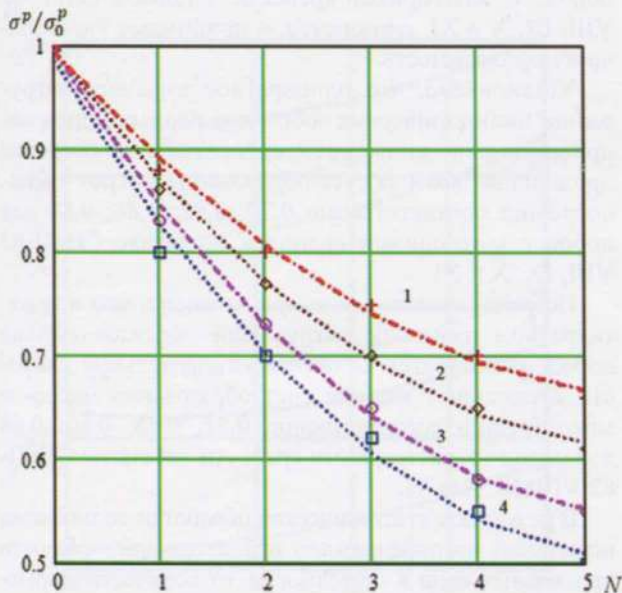


Рис. 2. Относительное изменение прочности горных пород на растяжение в зависимости от количества взрывных нагрузений в различных горных породах (1-4 категории крепости горных пород по шкале СНиП-82 соответственно VIII, IX, X и XI).

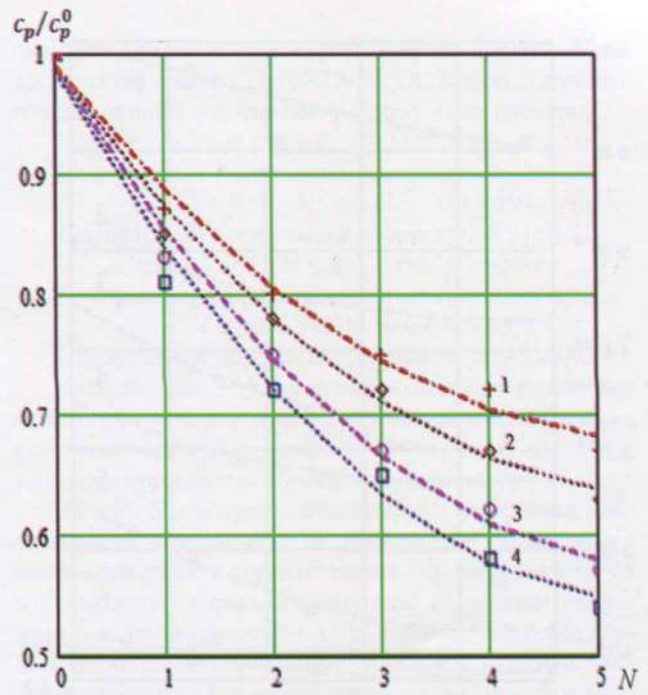


Рис. 3. Относительное изменение скорости продольных волн в зависимости от количества взрывных нагрузений в различных горных породах (1-4 категории крепости горных пород по шкале СНиП-82 соответственно VIII, IX, X и XI).

чества взрывных нагрузений в различных горных породах, результаты которых приведены на рис. 2.

Установлено, что с увеличением количества взрывных нагрузений от 1 до 5 относительные прочности исследованных типов горных пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI снижа-

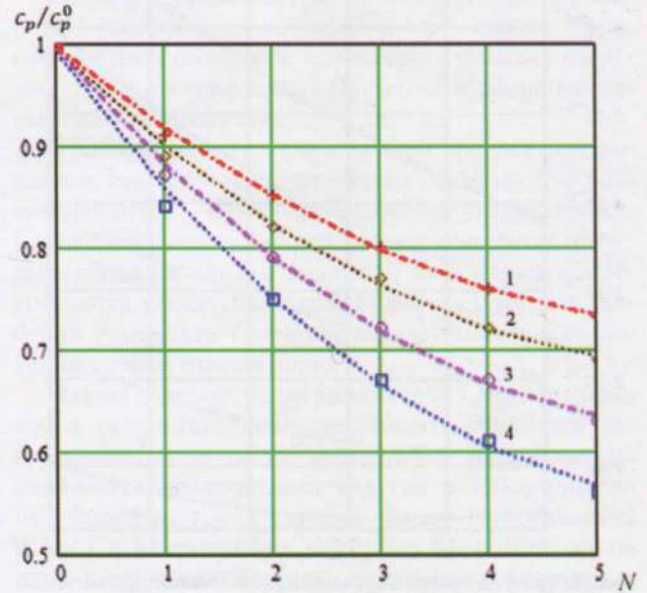


Рис. 4. Относительное изменение скорости поперечных волн в зависимости от количества взрывных нагрузений в различных горных породах (1-4 категории крепости горных пород по шкале СНиП-82 соответственно VIII, IX, X и XI).

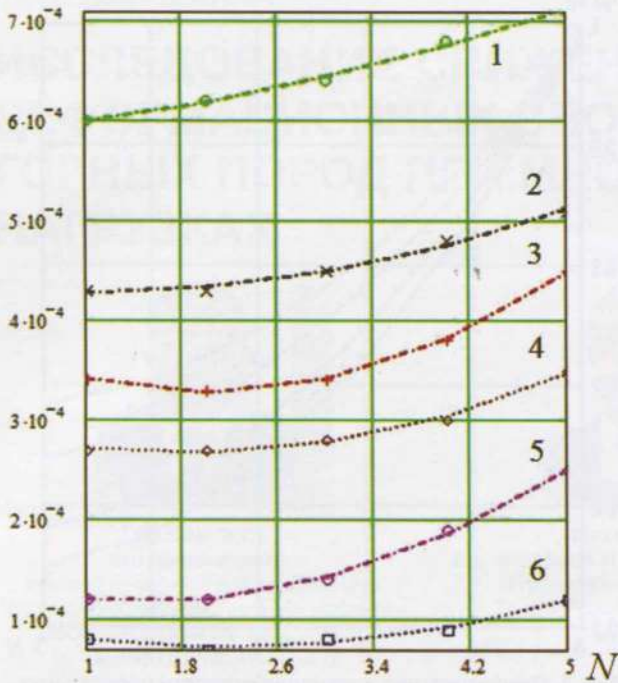


Рис. 5. График изменения максимальной продольной деформации различных типов горных пород в зависимости от многократных взрывных нагрузок и величин напряжений предварительно нагруженных образцов горных пород: 1-  $\sigma = 0,6\sigma$ ; 2-  $\sigma = 0,5\sigma$ ; 3-  $\sigma = 0,4\sigma$ ; 4-  $\sigma = 0,3\sigma$ ; 5-  $\sigma = 0,2\sigma$ ; 6-  $\sigma = 0,1\sigma$ .

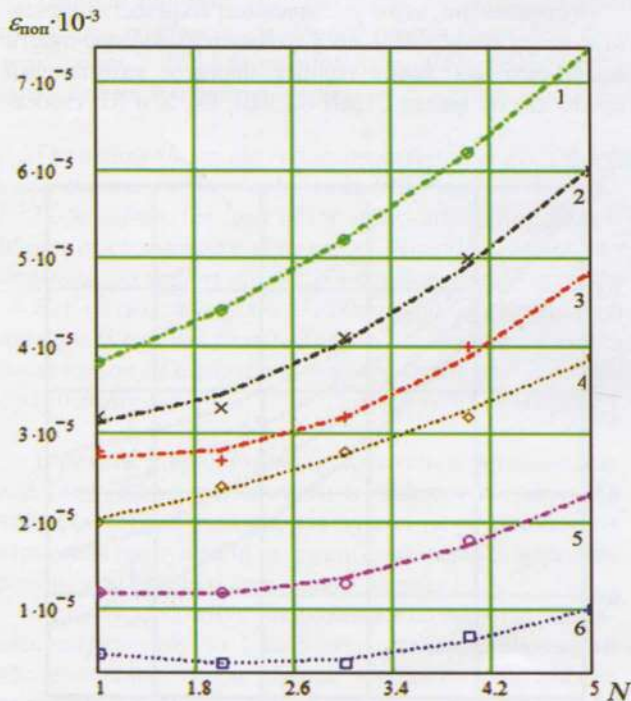


Рис. 6. График изменения максимальной поперечной деформации различных типов горных пород в зависимости от многократных взрывных нагрузок и величин напряжений предварительно нагруженных образцов горных пород: 1-  $\sigma = 0,6\sigma$ ; 2-  $\sigma = 0,5\sigma$ ; 3-  $\sigma = 0,4\sigma$ ; 4-  $\sigma = 0,3\sigma$ ; 5-  $\sigma = 0,2\sigma$ ; 6-  $\sigma = 0,1\sigma$ .

ются и принимают параболическую зависимость. Исследованиями так же установлено, что при однократном взрывном нагружении цилиндрических образцов горных пород сопровождаются снижением относительной прочности пород на растяжение соответственно 0,78; 0,82; 0,84 и 0,86 для пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению относительной прочности горных пород на растяжение от количества взрывных нагружений и типа горных пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI получены эмпирические формулы их расчета:

$$\sigma^p / \sigma_0^p = 0,016 \cdot N^2 - 0,173 \cdot N + 0,985$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет  $0,91 \pm 0,02$ .

$$\sigma^p / \sigma_0^p = 0,015 \cdot N^2 - 0,161 \cdot N + 0,992$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,92 \pm 0,02$ .

$$\sigma^p / \sigma_0^p = 0,012 \cdot N^2 - 0,135 \cdot N + 0,994$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,90 \pm 0,02$ .

$$\sigma^p / \sigma_0^p = 0,286 \cdot 10^{-3} \cdot N^2 - 0,112 \cdot N + 0,993$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,89 \pm 0,02$ .

*Исследование снижения упругих свойств различных типов горных пород при многократных взрывных нагрузках.*

В результате полигонных испытаний установлены параболические зависимости изменения относительной скорости продольных волн от количества взрывных нагружений в различных горных породах, результаты которых приведены на рис. 3.

Установлено, что с увеличением количества взрывных нагружений от 1 до 5 относительные скорости продольных волн исследованных типов горных пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI снижаются и принимают параболическую зависимость.

Установлено, что однократное взрывное нагружение цилиндрических образцов горных пород сопровождается снижением относительной скорости продольных волн за счет образования макро- и микротрещин соответственно 0,79; 0,82; 0,86; 0,88 для пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI.

Исследованиями так же установлено, что при пятикратном взрывном нагружении образцов горных пород наблюдается снижение относительной скорости продольных волн за счет образования макро- и микротрещин соответственно 0,51; 0,55; 0,60; 0,68 для пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению относительной скорости продольных волн в зависимости от количества взрывных нагружений и типа пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI получены, соответственно эмпирические формулы их расчета:

$$c_p / c_p^0 = 0,015 \cdot N^2 - 0,162 \cdot N + 0,985$$



Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет  $0,90 \pm 0,02$ .

$$c^p / c_0^p = 0,013 \cdot N^2 - 0,146 \cdot N + 0,987$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,89 \pm 0,02$ .

$$c^p / c_0^p = 0,011 \cdot N^2 - 0,126 \cdot N + 0,987$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,91 \pm 0,02$ .

$$c^p / c_0^p = 0,01 \cdot N^2 - 0,111 \cdot N + 0,989$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,92 \pm 0,02$ .

В результате полигонных испытаний установлены параболические зависимости изменения относительной скорости поперечных волн в зависимости от количества взрывных нагружений в различных горных породах, результаты которых приведены на рис. 4.

Установлено, что с увеличением количества взрывных нагружений от 1 до 5 относительные скорости поперечных волн исследованных типов горных пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI снижаются и принимают параболическую зависимость.

Установлено, что при однократном взрывном нагружении цилиндрических образцов горных пород снижается относительная скорость поперечных волн соответственно 0,78; 0,81; 0,83 и 0,85 для пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI.

Исследованиями так же установлено, что при пятикратном взрывном нагружении образцов горных пород снижается относительная скорость поперечных волн соответственно 0,48; 0,56; 0,60 и 0,65 для пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению относительной скорости поперечных волн в зависимости от количества взрыв-

ных нагружений и типа горных пород с категориями крепости по шкале СНиП-82 VIII, IX, X и XI получены, соответственно эмпирические формулы их расчета:

$$c_p / c_p^0 = 0,012 \cdot N^2 - 0,145 \cdot N + 0,99$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,93 \pm 0,02$ .

$$c_p / c_p^0 = 0,01 \cdot N^2 - 0,123 \cdot N + 0,994$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,91 \pm 0,02$ .

$$c_p / c_p^0 = 8,571 \cdot 10^{-3} N^2 - 0,103 \cdot N + 0,994$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,90 \pm 0,02$ .

$$c_p / c_p^0 = 6,786 \cdot 10^{-3} N^2 - 0,087 \cdot N + 0,996$$

Коэффициент корреляции составляет  $0,89 \pm 0,02$ .

*Исследование деформационных свойств различных типов горных пород в зависимости от многократных взрывных нагрузок и величин напряжений предварительно нагруженных образцов горных пород.*

На рис. 5 и 6 приведены графики изменения максимальной продольной и поперечной деформации различных типов горных пород в зависимости от многократных взрывных нагрузок и величин напряжений в предварительно нагруженных образцах горных пород. Исследованиями установлено, что с увеличением числа взрывных нагрузок от 1 до 5 максимальная продольная и поперечная деформация различных типов горных пород возрастает. Так же установлено, что увеличение величины напряжения предварительно нагруженных образцов горных пород от 0,1 до 0,6 от статической прочности горных пород на сжатие сопровождаются увеличением максимальных продольных и поперечных деформации исследованных типов горных пород.

Установлено, что рост поперечных деформаций опережает рост продольных, особенно ближе к моменту разрушения горных пород.

На рис. 7. приведен график изменения коэффициента Пуассона горных пород в зависимости от их прочностных свойств и количества взрывных нагрузок, где  $\mu$  – коэффициент Пуассона;  $\sigma_{сж}$  – прочностные свойства на сжатие.

Установлено, что с увеличением прочности взрываемых горных пород на сжатие от 30 до 180 МПа коэффициент Пуассона медленно увеличивается. Предварительное взрывное нагружение цилиндрических образцов горных пород от 1 до 5 циклов сопровождается увеличением коэффициента Пуассона особенно к моменту близкому к разрушению исследованных типов горных пород.

Таким образом, экспериментально установлено, что в результате неразрушающего взрывного нагружения, даже после небольшого числа циклов снижаются прочностные, упругие и деформационные свойства горных пород за счет образования макро- и микротрещин под действием многократных взрывных нагрузок создаваемых взрывами электродетонатора.

*Определение среднего размера куска взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ.*

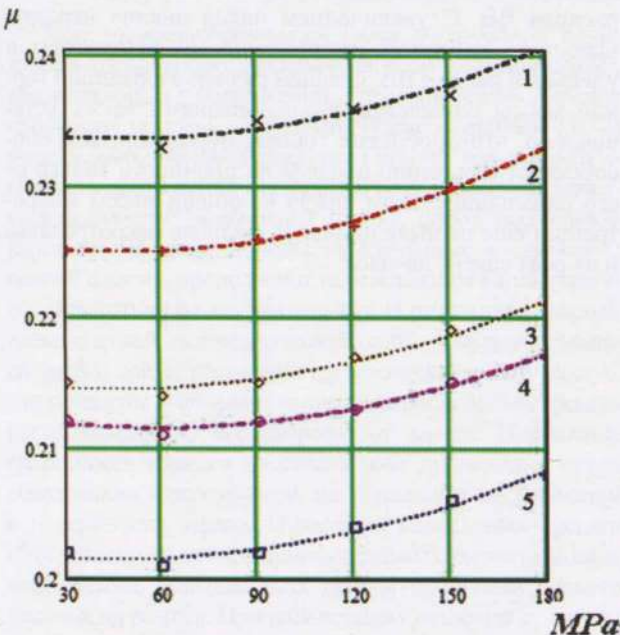


Рис. 7. График изменения коэффициента Пуассона горных пород в зависимости от их прочностных свойств и количества взрывных нагрузок.

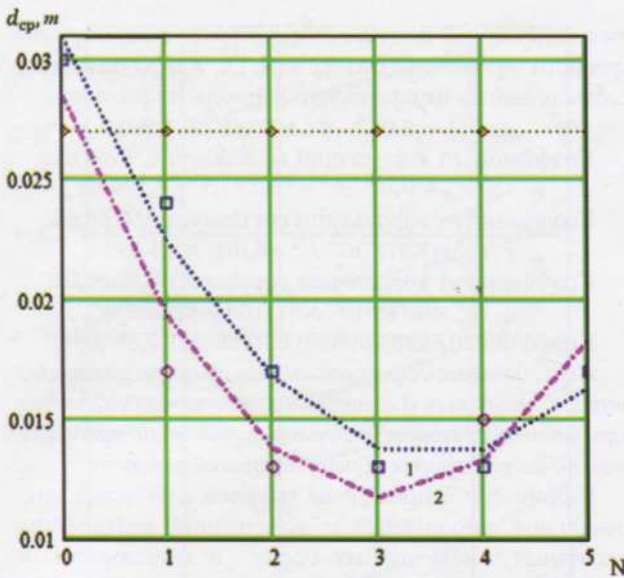


Рис. 8. График зависимости изменения среднего размера кусков взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ.

Определен средний размер кусков взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ, график зависимости которых приведен на рис. 8.

На рис. 8 (кривая 1) показано изменение среднего размера взорванной горной массы в зависимости от количества неразрушающего нагружения и удельного расхода ВВ, равному 0,5 g/kg для исследованных типов горных пород. Исследование показывает, что с ростом числа неразрушающего взрывного нагружения до 2 циклов, средний размер взорванной горной массы снижается. Дальнейшее нарастание числа взрывного нагружения до 3 циклов качества взрывного дробления горных пород ухудшается.

На рис. 8 (кривая 2) показано изменение среднего размера взорванной горной массы в зависимости от количества неразрушающего нагружения и удельного расхода ВВ, равному 1 g/kg для исследованных типов горных пород. Исследованиями установлено, что с ростом числа неразрушающего взрывного нагруже-

ния до 2 циклов, при повышенных удельных расходах ВВ (1 g/kg) средний размер взорванной горной массы интенсивно снижается. Дальнейшее нарастание числа взрывного нагружения до 3 циклов приводит к ухудшению качества взрывного дробления горных пород.

Таким образом, дроблению горных пород взрывом способствуют не явления снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород, а только его начальная стадия, когда из общей массы микротрещин еще не выделились крупные макротрещины и их рост еще не начался.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению среднего размера кусков взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ получены эмпирические формулы их расчета:

$$d_{cp} = 1,393 \cdot 10^{-3} N^2 - 9,879 \cdot 10^{-3} \cdot N + 0,031$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет 0,92±0,02.

$$d_{cp} = 1,768 \cdot 10^{-3} N^2 - 0,011 \cdot N + 0,028$$

Коэффициент корреляции составляет 0,93±0,02.

Основные выводы.

1. Установлено, что снижение прочности горных пород, характеризующееся появлением микро- и макротрещин под действием многократных нагрузок возникает при снижении их прочности на сжатие на 28-45%, при растяжении на 38-60% от предела статической прочности горных пород, научная новизна в которой учтены действия многоциклических взрывных нагрузок.

2. Установлены параболические закономерности изменения среднего размера взорванной горной массы в зависимости от числа циклов не разрушающего взрывного нагружения, их амплитуды и удельного расхода ВВ. С увеличением числа циклов неразрушающего взрывного разрушения, их амплитуды и удельный расход ВВ, средний размер взорванной горной массы снижается. Исследованиями также установлено, что дробление горных пород взрывом способствует снижению предела их прочности только на его начальной стадии, когда из общей массы микротрещин еще не выделились на крупные макротрещины и их рост еще не начался.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОНЫ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ДРОБЛЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ



**Насиров У.Ф.**,  
декан факультета Инженерной геологии и горного дела, докт. техн. наук ТашГТУ им. Ислама Каримова.



**Махмудов Д.Р.**,  
заведующий кафедрой «Геотехнология угольных и пластовых месторождений» ТашГТУ им. Ислама Каримова.



**Заиров Ш.Ш.**,  
заведующий кафедрой «Добыча и переработка руд редких и радиоактивных металлов», докт. техн. наук, доцент НГГИ.



**Абдурашидов Ш. М.**,  
магистрант кафедры «Горное дело» НГГИ.

*Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, yorilish hosil bo'lgan zonanining radiusi portlovchi moddalar zaryadining radiusi, kuchlanish bo'ylama to'lqinlarining tarqalishi tezligi, kon jinrlarining mustahkamlik doirasi bilan to'g'ridan-to'g'ri proporsional bo'lib, kuchlanish ko'ndalang to'lqinlarining tarqalish tezligiga va kon jinrlarning chuzilishga bo'lgan mustahkamlik doirasiga teskari proporsionaldir.*

**Tayanch iboralar:** yoriliqlar paydo bo'lish zonasi, mustahkamlik doirasiga, kon jinrlarning emirilishi, portlash, to'lqinlarning tarqalishi tezligi, mikroyoriqlarning hosil bo'lishi, zaryadlarning parametrlari, massiv siljishi, skvajinalar orasidagi masofa, zaryad radiusi, kon jinrlarini maydalash, bosim.

*It has been established by investigations that the radius of the cracking zone is directly proportional to the radius of the explosive charge, the propagation velocity of longitudinal stress waves, the compressive strength of rocks and inversely proportional to the propagation velocity of shear stress waves and tensile strength of rocks.*

**Key words:** cracking zone, tensile strength, destruction of rocks, cent of explosion, wave propagation velocity, formation of microcracks, parameters of charges, array displacement, spacing between wells, charge radius, crushing of rocks, pressure.

Зона трещинообразования (зона образования радиальных трещин) обусловлена наличием тангенциальных растягивающих напряжений, превышающих предел прочности породы на разрыв. Исследованиями [1, 2] установлено, что при удалении от центра взрыва, интенсивность напряжений вызванных волной сжатия снижается, и процесс разрушения горных пород носит иной характер. Частицы породы, вовлеченные в движение волной сжатия, продолжают перемещаться вдоль радиусов исходящих от центра взрыва. В результате каждый элементарный цилиндрический слой, мысленно выделяемый в среде, растягивается увеличивая свой радиус, что приводит к появлению системы радиальных трещин расходящихся во все стороны от заряда. Нарушение сплошности горного массива в зоне происходит путем образования микротрещин, направленных по нормальям к поверхности заряда. Появление радиальных трещин обусловлено наличием тангенциальных растягивающих напряжений, повышающих предел прочности горного массива на разрыв. При дальнейшем удалении от центра взрыва заряда деформации, вызванные растягивающими напряжениями, прекращаются, и новые трещины не образуются. Однако возникающие ранее трещины могут

распространяться еще на некоторое расстояние благодаря перераспределению напряжений около их концов, где происходит концентрация растягивающих усилий.

При рассмотрении двумерной задачи в полярной системе координат, согласно работе [3], напряженное состояние в окрестности скважины с внутренним давлением  $P$  описывается радиальной  $\sigma_r$  и азимутальной  $\sigma_\theta$  компонентами напряжений (рис. 1). При переходе к прямоугольной системе координат необходимо учитывать соотношения:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_r \cos^2 \theta + \sigma_\theta \sin^2 \theta; \\ \sigma_y &= \sigma_r \sin^2 \theta + \sigma_\theta \cos^2 \theta; \\ \tau_{xy} &= (\sigma_r - \sigma_\theta) \cos \theta \sin \theta. \end{aligned} \quad (1)$$

В случае одновременного взрывания зарядов ВВ напряженное состояние массива по линии зарядов в наименьшей степени возникает в середине между ними. В связи с этим, при выборе параметров зарядов необходимо учитывать условия обеспечения разрушения породы в слое с заданной шириной  $\Delta$  напротив середины расстояния между зарядами.

При оценке напряженного состояния в точке  $B$  следует считать  $\sigma_0^B = 0$ , т.к. при одновременном взрыве соседних зарядов ВВ смещение массива в

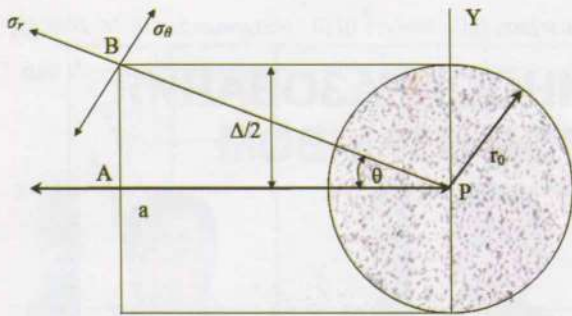


Рис. 1. Схема исследования зоны трещинообразования при дроблении горных пород взрывом.

точках, лежащих на линии  $AB$  в радиальном от заряда направлении, невозможно.

В точке  $B$  тангенциальные напряжения  $\tau_{xy}^B$  от взрыва соседних зарядов равны по величине, но обратные по направлению. Поэтому, результирующее значение  $\tau_{xy}^B = 0$ . При этом, учитывая суммирование радиальных напряжений, уравнения (1) для точки  $B$  примут вид:

$$\sigma_x^B = 2\sigma_r \cos^2 \theta; \sigma_y^B = 2\sigma_r \sin^2 \theta; \tau_{xy} = 0. \quad (1, a)$$

Здесь

$$\cos^2 \theta = \frac{a^2}{a^2 + \Delta^2}; \quad \sin^2 \theta = \frac{\Delta^2}{a^2 + \Delta^2}.$$

Растягивающие направления в точке  $B$  и радиальное напряжение от взрыва одиночного скважинного заряда рассчитываются по формулам [4]:

$$\sigma_p^B = \sigma_y^B - \mu \sigma_x^B;$$

$$\sigma_r(r) = P f_p(r) f_3(r), \quad (2)$$

где,  $P$  – давление продуктов детонации на стенки скважины,  $Pa$ ;

$f_p(r) = (r_c/r)^{0.5}$  – функция геометрического расхождения цилиндрических волн с расстоянием;

$f_3(r) = e^{-\alpha r/r_c}$  – функция поглощения, учитывающая диссипативные потери;

$a$  – расстояние между скважинами,  $m$ ;

$r_c$  – радиус скважинного заряда  $BB$ ,  $m$ ;

$r$  – расстояние до скважинного заряда  $BB$ ,  $m$ .

Коэффициент поглощения  $\alpha$  определяется с учетом акустической жесткости пород

$$\alpha = -0,155 \cdot 10^{-8} \rho V + 0,773, \quad (3)$$

где,  $\rho$  – плотность горных пород,  $kg/m^3$ ;

$V$  – скорость распространения продольных волн в массиве горных пород,  $m/s$ .

При  $r = 0,5(a^2 + \Delta^2)^{0.5}$ ,

путем перестановки в формуле (2) значений  $\sigma_y^B$ ,  $\sigma_x^B$  и  $\sigma_r$  получим

$$\sigma_p^B = 2 P d_c^{0.5} (\mu a^2 - \Delta^2) \cdot (a^2 + \Delta^2)^{-1,25} e^{-\alpha(a^2 + \Delta^2)^{0.5} d_c^{-1}} \quad (4)$$

Дробление породы в слое шириной  $\Delta$  возможно при условии:

$$\sigma_p^B \geq [\sigma_p] k_{mp} \psi \quad (5)$$

где,  $[\sigma_p]$  – прочность породы на разрыв при дина-

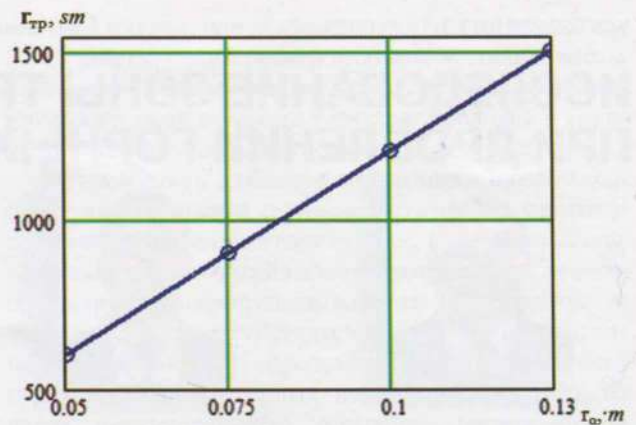


Рис. 2. Изменение радиуса зоны трещинообразования массива горных пород в зависимости от радиуса заряда  $BB$ .

мическом режиме нагружения,  $Pa$ ;

$k_{mp}$  – коэффициент, учитывающий влияние трещиноватости массива;

$\psi$  – коэффициент, учитывающий предварительное ослабление породы динамической составляющей волны напряжений.

Если плотность заряда в скважинах малая, то давление продуктов детонации на стенки скважин можно рассчитать по формуле [5]:

$$P = Q \omega (\gamma - 1) (v_c - \alpha_k)^{-1}, \quad (6)$$

где,  $Q$  – масса заряда  $BB$  в скважине,  $kg$ ;

$\omega$  – удельная энергия  $BB$ ,  $J/kg$ ;

$v_c$  – объем скважины,  $m^3$ ;

$\alpha_k$  – коволюм; учитывая, что давление в скважине не превышает  $200 MPa$ , величиной  $\alpha_k$  можно пренебречь;

$\gamma$  – показатель изоэнтропии.

Учитывая соотношение

$$Q/v_c = 4q/(\pi d_c^2)$$

давление продуктов детонации на стенки скважин примет вид:

$$P = 4q\omega(\gamma - 1)(\pi d_c^2)^{-1}, \quad (7)$$

где,  $d_c$  – диаметр скважины,  $m$ ;

$q$  – линейная масса заряда,  $kg/m$ ;

$4w(g-1)h$  – коэффициент, учитывающий потери энергии.

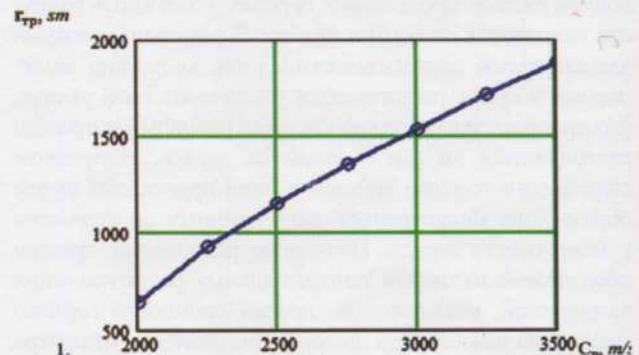


Рис. 3. Изменение радиуса зоны трещинообразования массива горных пород в зависимости от скорости распространения продольных волн напряжений.

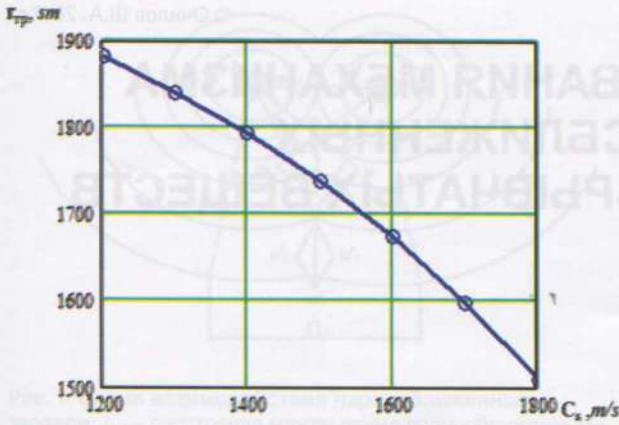


Рис. 4. Изменение радиуса зоны трещинообразования массива горных пород в зависимости от скорости распространения поперечных волн напряжений.

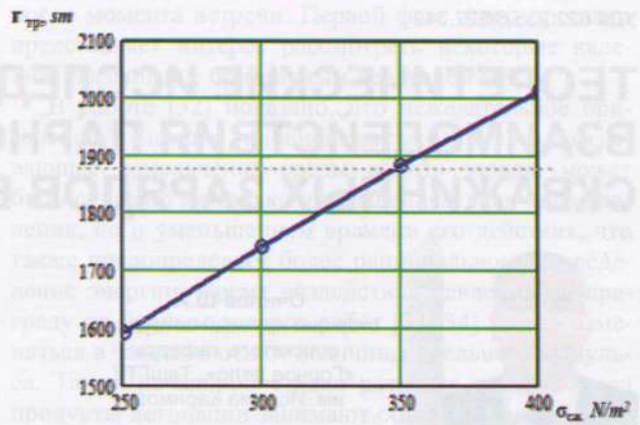


Рис. 6. Изменение радиуса зоны трещинообразования массива горных пород в зависимости от предела прочности горных пород на сжатие.

Исследованиями [6] установлено, что размер зоны радиальных трещин зависит от трещиноватости, физико-механических и горно-технологических свойств горного массива, передачи энергии ВВ в волну напряжений и времени их воздействия на массив. Радиус зоны радиального трещинообразования  $r_{trp}$  определяется по формуле:

$$r_{trp} = \frac{\mu}{1 + \mu} \cdot \frac{\sigma_{сж}}{\sigma_p} \quad (8)$$

где,  $\sigma$  – предел прочности пород на растяжение, МПа;  $\mu^p$  коэффициент Пуассона, характеризующий деформационные свойства горных пород,

$$\mu = \frac{C_p^2 - 2C_s^2}{2(C_p^2 - 2C_s^2)} \quad (9)$$

где,  $C_p, C_s$  – скорость распространения, соответственно, продольных и поперечных волн, m/s.

Преобразовав формулы (8) и (9), получим окончательную формулу расчета радиуса зоны трещинообразования при дроблении горных пород взрывом:

$$r_{trp} = \frac{r_0 \cdot C_p \cdot C_s^2 \cdot \sqrt{\gamma \sigma_{сж}}}{C_p^2 \cdot 3C_p^2 - 4C_s^2} \quad (10)$$

На рис. 2 приведено изменение радиуса зоны трещинообразования массива горных пород в зависимости

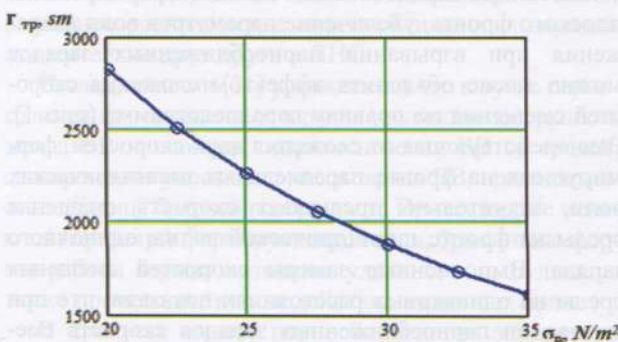


Рис. 5. Изменение радиуса зоны трещинообразования массива горных пород в зависимости от предела прочности горных пород на растяжение.

сти от радиуса заряда ВВ. Полученная зависимость показывает, что с увеличением радиуса заряда ВВ от 0,05 до 0,13 m радиус зоны трещинообразования увеличивается от 6,25 до 15 m.

На рис. 3 приведено изменение радиуса трещинообразования в зависимости от скорости распространения продольных волн напряжений. Полученная зависимость показывает, что с увеличением скорости распространения продольных волн напряжений от 2000 до 3500 m/s радиус зоны трещинообразования увеличивается от 6 до 17 m.

На рис. 4 приведено изменение радиуса зоны трещинообразования в зависимости от скорости распространения поперечных волн напряжений. Полученная зависимость показывает, что с увеличением скорости распространения поперечных волн напряжений от 1200 до 1800 m/s радиус зоны трещинообразования уменьшается от 19 до 15 m.

Таким образом, исследованиями установлено, что радиус зоны трещинообразования прямо пропорционально зависит от радиуса заряда ВВ, скорости распространения продольных волн напряжений, предела прочности горных пород на сжатие и обратно пропорционально скорости распространения поперечных волн напряжений и предела прочности горных пород на растяжение.

#### Библиографический список

1. Ракишев Б.Р. Энергоемкость механического разрушения горных пород. – Алматы: Баспагер 1998. – 210 с.
2. Лукьянов А.Н. Разработка научных основ, исследование и внедрение методов и средств интенсификации технологических процессов при открытой разработке скальных сложноструктурных месторождений отрасли // Дис... докт. техн. наук. – М.: 1983. – 452 с.
3. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. – М.: Наука, 1999. – 560 с.
4. Миронов П.С. Взрывы и сейсмобезопасность сооружений. – М.: Недра, 1995. – 168 с.
5. Кузнецов Г.В. Взрывные работы. – М.: Недра, 1993. – 368 с.
6. Ракишев Б.Р. Винокуров Л.В. Пеленгация источников возмущения в массиве горных пород. – Алматы: НИЦ «Гылым», 2002. – 236 с.



## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАРНОСБЛИЖЕННЫХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ



Очиллов Ш.А.,  
старший научный сотрудник-  
соискатель кафедры  
«Горное дело», ТашГУ  
им. Ислама Каримова.

*Maqolada portlovchi moddalarning to'plangan zarbarari portlashlari natijasida jinslarning parchalanish mexanizmi ko'rsatilgan. Siqish to'liqiniga maxsus rol beriladi, bu esa, kon massivining emirilishida asosiy omil bo'lgan, generatsiyalashgan zarba zarbasining radius tezligining gradiyenti borligida, vositani harakatga tushirishga sabab bo'ladi.*

**Tayanch iboralar:** toshqini, tosh, kontsentrallar, portlovchi moddalar, kompressiya to'liqini, radiusli tezlik gradyani, zarbani almashtirish, parallel quduqli zaryadlar, portlash qobig'i, o'rta harakat, tosh massasi, toshlarning gullashi, portlash energiyasini uzatish, chuqurlikdagi toshlar, kompleks struktura. yarim himoyachi, quduq burmalarining o'zaro ta'siri.

*The article shows the mechanism of rocks fragmentation by explosions of concentrated charges of explosives. To the compression wave is given a special role, causing instantaneous involvement of the medium in motion in the presence of a gradient of the radial velocity of the generative shock, which is the main factor in the destruction of the mountain massif.*

**Key words:** crushing mechanism, rock, concentrated charges, explosives, compression wave, radial velocity gradient, impact shift, paralleled borehole charges, blasting cavity, medium motion, rock mass, rock loosening, explosion energy transfer, deep quarries, complex structure field, interaction of borehole charges.

При описании действия взрыва парносближенных скважинных зарядов на рыхление основное внимание уделяется процессам развития взрывной полости и движения среды в сторону открытой поверхности горного массива, которая достаточно полно описана в работах [1-26].

На основании теоретических и экспериментальных исследований Ансабасева А.А., Будько А.В., Бурова В.Г. и др. ученых [1, 3-5, 8, 14, 19, 26] процесс рыхления горных пород с точки зрения механизма передачи энергии взрыва парносближенных скважинных зарядов на глубоких карьерах, схематично можно представить в виде схемы, которая приведена на рис. 1.

Теоретическими исследованиями [3, 5-8] установлено, что эффект применения парносближенных скважинных зарядов объясняется тем, что при этом методе взрывания уже в непосредственной близости от зарядов на расстояниях составляющих около 1/2 расстояния между зарядами в паре, цилиндрические фронты волн напряжений первого и второго зарядов начинают взаимодействовать, формируя при этом плоский фронт.

Известно [27-30], что плоская волна напряжений, распространяясь в массиве затухает за счет меньшего коэффициента геометрического расхождения обратно пропорционально расстоянию, а не

квадрату или кубу расстояний при цилиндрическом и сферическом зарядах. Поэтому, на одинаковых относительных расстояниях падение давления и затухание напряжений в случае зарядов плоской формы происходит значительно медленнее. В результате, массив породы в большей мере насыщается энергией взрыва, что позволяет интенсифицировать дробление за счет увеличения напряжений в удаленных от заряда точках массива.

Однако, не следует полностью отождествлять механизм действия взрыва плоских и параллельно-сближенных зарядов. Так, помимо формирования плоского фронта, увеличение параметров волн напряжения при взрывании парносближенных зарядов можно также объяснить эффектом сложения скоростей смещения по правилу параллелограмма (рис. 1). Равнодействующая от сложения двух скоростей, формируемых на фронте параллельных цилиндрических волн, значительно превышает скорость смещения среды на фронте цилиндрической волны одиночного заряда. Выполненные замеры скоростей смещения среды на одинаковых расстояниях показали, что при взрывании парносближенных зарядов скорость смещения в среднем в 1,5 раза выше, чем при взрывании эквивалентных по энергии цилиндрических зарядов. В связи с перпендикулярностью суммарного вектора

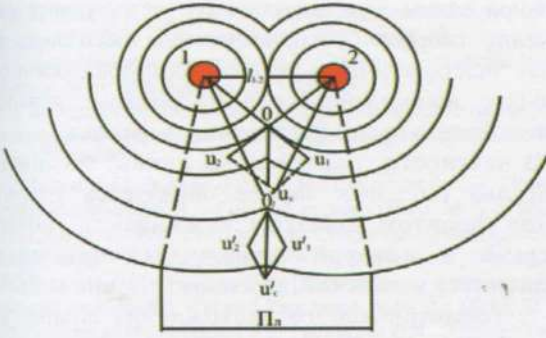


Рис. 1. Схема взаимодействия парносближенных зарядов:  $l_{1-2}$  – расстояние между двумя парносближенными зарядами;  $u_1, u'_1$  – скорость смещения среды на фронте цилиндрической волны напряжений от взрыва первого заряда;  $u_2, u'_2$  – скорость смещения на фронте цилиндрической волны от взрыва второго заряда;  $u_c, u'_c$  – равнодействующие скоростей;  $П_n$  – участок с плоским фронтом суммарной волны напряжений.

смещений линии расположения парносближенных зарядов (см. рис. 1) максимальный эффект их применения наблюдается в преодолении повышенных сопротивлений среды взрыву, в частности при взрывании в условиях зажатой среды или преодолении увеличенных значений линии сопротивления по подошве уступа (ЛСПП).

Научная разработка взрывания парносближенными скважинами зарядами показана авторами в работах [3-6, 8]. Требования, предъявляемые к взрыванию парно-сближенными скважинами зарядами, состоят в одном случае, в необходимости получения равномерно раздробленной горной массы, а в другом – в целесообразности увеличения выхода мелкокусковой руды, в третьих – в целесообразности снижения выхода мелких фракций, в четвертых – в необходимости обрушения большого количества породы в крупных кусках.

Из практических требований вытекают конкретные задачи, решения которых базируются на исследовании разрушающего действия взрыва парносближенного заряда на изменении его параметров и формы: определение оптимального расстояния между сближенными зарядами, а также их диаметра и числа; различное расположение парно-сближенных зарядов относительно друг друга и ЛНС.

Исследованиями [31] установлено, что в пучке парносближенных скважинных зарядов увеличена поверхность заряда ВВ и площадь соприкосновения ВВ со средой, одновременно уменьшена масса заряда ВВ, приходящаяся на единицу боковой поверхности. При их взрыве меняются параметры формирующихся волн, бризантные формы работы взрыва величины удельного импульса, а также происходит взаимодействие взрывных волн.

В процессе взрыва парносближенных зарядов по данным авторов работ [31] условно можно выделить две фазы механизма действия взрыва во времени: первая – до момента встречи ударных волн, вторая –

после момента встречи. Первой фазе этого процесса представляет интерес рассмотреть некоторые явления, связанные с бризантным действием ВВ.

В работе [32] показано, что нежелательное бризантное действие головной части импульса, вызывающее измельчение среды вблизи заряда, может быть снижено не только уменьшением величины давления, но и уменьшением времени его действия, что также предопределяет более рациональное распределение энергии. Время воздействия давления на преграду по данным авторов работ [33, 34] может изменяться в зависимости от величины удельного импульса. Так, в начальной стадии развития взрыва, когда продукты детонации занимают объем, близкий к объему заряда ВВ, удельный импульс составляет:

$$J = \frac{k \sqrt{ME}}{S} \quad (1)$$

где,  $M$  – масса заряда ВВ парносближенных или эквивалентной скважины;  $E$  – энергия;  $S$  – площадь боковой поверхности парносближенных или эквивалентной скважины.

Если заряд эквивалентной скважины разделить на  $n$  сближенных скважин пучка, то боковая поверхность, приходящаяся на одну и ту же массу ВВ, увеличивается в  $\sqrt{n}$  раз, следовательно согласно выражению (1), уменьшается и удельный импульс.

Очевидно, что с уменьшением массы заряда, приходящейся на единицу поверхности преграды – стенки скважинного заряда, и с уменьшением диаметра заряда время  $t$  воздействия импульса взрыва на преграду при отражении детонационной волны уменьшается. При этом детонационное давление:

$$P_n = \frac{1}{4} p_0 D^2$$

определяемое плотностью  $p_0$  и скоростью  $D$ , остается постоянным для данного ВВ. Условия отражения в данной среде и, следовательно, давление на преграду в этих условиях являются также величинами постоянными. Поэтому изменение удельного импульса происходит в результате изменения времени воздействия максимального давления. Следовательно, при постоянной массе и величине энергии заряда управлять величиной импульса можно изменением расположения зарядов, в частности путем взрывания зарядов в парносближенных скважинах меньшего диаметра. Чем меньше при прочих равных условиях время воздействия максимальных давлений, тем в меньшей степени проявится местное нежелательное разрушающее действие заряда, и снизятся потери энергии взрыва на переизмельчение породы [32].

По-видимому, потери энергии взрыва на переизмельчение породы уменьшаются в большей или меньшей степени так же, в зависимости от формы пучка и числа скважин в пучке.

Таким образом, в начальной момент до встречи ударных волн, ближней зоне пучка можно ожидать снижения местного действия головной части импульса взрывной волны и уменьшения потерь энергии.



Рассмотрим вторую фазу действия взрыва парно-сближенных скважинных зарядов. Известно, что идущую от заряда волну с крутым фронтом на расстоянии примерно до 9, по данным [33] даже до 27 радиусов от центра взрыва в твердой среде можно считать ударной волной. Следовательно, в пучке происходит взаимодействие волн. Исследованиями установлено, что в результате детонации зарядов в пучке возникают две ударные волны. Точки 1 на рис.1 есть точки пространства, где одновременно сталкиваются две ударные волны, из которых характеризуются одинаковыми значениями давления, плотности, скорости и температуры. В точке происходят косые столкновения ударных волн, причем угол столкновения возрастает по мере распространения процесса. Таким образом, линиями пересечения плоскости столкновения двух расходящихся ударных волн с плоскостью рисунка, в результате их столкновения линий возникают отраженные волны.

По данным работ авторов [34] результирующее давление столкнувшихся частей волны значительно превышает первоначальное давление на фронте от-

дельной волны. Это вызывает соответствующее увеличение скорости распространения выходящих из точек участков общего фронта, образующегося в результате взаимодействия волн смежных зарядов. Форма фронта волны постепенно изменяется.

В частности, параллельно линии, соединяющей два смежных заряда образуется ударная волна фронтом, близком к плоскости, потери энергии в которой происходят значительно медленнее; в плоской волне нет потерь энергии из-за геометрического расхождения волны, характерного для цилиндрических и сферических волн, а имеют место только диссипативные потери. По мере дальнейшего удаления фронт выравнивается и приближается по форме к цилиндрическому.

Таким образом, механизму дробления горных пород взрывами сосредоточенных зарядов ВВ волны сжатия отводится особая роль, вызывающая мгновенное вовлечение среды в движение при наличии градиента радиальной скорости порождающей – ударный сдвиг, который является основным фактором разрушения горного массива.

#### Библиографический список

1. Мосинец В.Н., Абрамов А.В. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород. М.: Недра, 1982.
2. Мосинец К. Н., Рубцов С.К. Применение параллельно сближенных зарядов на карьерах сложноструктурных месторождений // Горный журнал. 2002. № 3. С. 39-43.
3. Мосинец В.Н., Рубцов С.К., Валаханович Е.М. Новая технология взрывного разрушения разнопрочных горных пород // Тезисы докладов на Всесоюзной научной конференции вузов с участием НИИ. Сб.: «Физика горных пород и процессов». М.: МГИ, 1974. С. 217.
4. Рубцов С.К. Исследование действия взрыва парносближенных скважинных зарядов/Информационный выпуск № В-186. М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1967. С. 10- 12.
5. Покровский Г.И. Физическая картина деформаций породы при отбойке руды взрывом зарядов в параллельно сближенных скважинах. – В кн.: Применение параллельно-сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186. М., изд. ИГД, им. А.А. Скочинского, 1967, с. 42-43.
6. Зайцев М.М. Исследование эффективности отбойки крепких скальных пород парносближенными скважинными зарядами на карьерах Норильского комбината. Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Л., изд. ЛГИ, 1968.
7. Черниговский А.А. Применение направленного взрыва в горном деле и строительстве. М., Недра, 1976.
8. Кучерявый Ф.И., Олейников А.С. Теоретические и экспериментальные исследования дробящей способности парносближенных зарядов. – В кн.: Применение параллельно-сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186, М., изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1967, с. 53-55.
9. Рубцов С.К. Исследования действия взрыва парносближенных скважинных зарядов. – В сб.: Применение параллельно сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186, М., изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1967, с. 43-46.
10. Рубцов С.К. Повышение степени дробления крепких горных пород при уступной отбойке взрыванием парносближенных скважинных зарядов. Дисс. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., СФТП ИФЗ АН СССР, 1969.
11. Рубцов С.К., Шумило В.А., Зайцев М.М. Исследование дробления твердой среды парносближенными зарядами. – Добыча угля открытым способом, вып. № 3(15), Недра, 1967, с. 13-15.
12. Петряшин Л.Ф., Петренко В.Д., Кварцов В.С., Бородин Н.Ф. Определение оптимального расстояния между парносближенными скважинами для условий гранитных карьеров/ В. кн.: Взрывное дело, № 70/27, Недра, 1971, с. 261-268.
13. Определение некоторых характеристик взрывного нагружения массива при взрывании одиночных и сближенных зарядов ВВ в реальном уступе/ В.П. Дергунов, М.М. Зайцев, В.И. Курилов, В.А. Шумило. – В кн.: Применение параллельно сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186. М., изд. ИГД, им. А.А. Скочинского, 1967, с. 11-17.
14. Рябченко Е.П., Саввин В.Д. Отбойка горных пород сближенными скважинными зарядами ВВ с дуговым расположением в группах. – В кн.: Новые результаты исследований по разработке рудных месторождений, Новосибирск, изд. ИГД СО АН СССР, 1974. с. 117-124.
15. Опыт применения параллельно сопряженных скважин при проходке восстающих выработок на шахте Казского РУГ. Л. Щипачев, В.Ф. Щербинин, Х.Х. Нагаев и др. инф. лист Кемеровского ЦНТИ, Кемерово, 1976, № 366.
16. Мец Ю.С., Подорванов А.З. Опыт применения спаренных скважин на Первомайском руднике СевГОКа. – В кн.: Металлургическая и горнорудная промышленность. Днепропетровск, Промышленность, 1966, № 3(39), с. 87-88.
17. Васильев М.В., Данчев П.С., Сидоров И.Н. Применение парных скважин на карьерах. – Цветная металлургия, 1965, № 12, с. 1-4.
18. Ансбаев А.А., Хайдобин В.И. Исследование эффективности и области рационального применения парных (сближенных) скважинных зарядов на карьерах СГОКа. – В кн.: Применение параллельно-сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186. М., изд. ИГД, им. А.А. Скочинского, 1967, с. 48-50.



19. Ансабаев А.А., Хайдобин В.И. Эффективность и область рационального применения парносближенных скважин на карьерах СГОКа. – Горный журнал, 1968, с. 45-47.
20. Ансабаев А.А. Трутнев В.Г. Опыт применения парных скважинных зарядов на Соколовском карьере СГОКа. – В кн.: Взрывное дело, № 67/24, Недра, 1969, с. 175-178.
21. Сидоров И.Н. Повышение эффективности применения параллельно-сближенных скважин на карьерах. – В кн.: Применение параллельно-сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186. М., изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1967, с. 30-35.
22. Буров В.Г., Верхотуров Г.И., Скалацкий Н.И. Применение парных сближенных скважин по первому ряду для отбойки уступов высотой 20 м. – Горный журнал. 1970. № 5. с. 33-36.
23. Григорянц Э.А., Зайцев М.М. Отбойки горной массы парносближенными скважинными зарядами на рудниках Норильского комбината. – В кн.: Взрывное дело, № 59/16. М., Недра, 1960, с. 103-113.
24. Курилов В.И., Рубцов С.К. Определение оптимальных параметров буровзрывных работ на открытых и рудниках Норильского комбината. – В кн.: Взрывное дело, № 59/16, М., Недра, 1966, с. 161-165.
25. Зайцев М.М., Курилов В.И., Шумило В.А. Эффективность буровзрывных работ методом наклонных парносближенных скважин. – В кн.: Применение параллельно-сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186. М., изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1967, с. 17-22.
26. Зверьков С.Н., Окунев А.Р. Опыт применения параллельно-сближенных скважин на карьерах Ждановского ГОКа. – В кн.: Применение параллельно-сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186. М., изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1967, с. 6-11.
27. Толкушев Г.И. Применение парных скважин на карьерах. – Цветная металлургия, 1965, № 16/85, с. 3-4.
28. Толкушев Г.И., Вахрушев В.В. Опыт применения парных скважин на Северо-Джезказганском руднике. – В кн.: Применение параллельно-сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186. М. изд. ИГД, им. А.А. Скочинского, 1967, с. 60-62.
29. Гуцин В.П., Лохов В.И., Сорокин В.П. и др. Исследование эффективности применения параллельно-сближенных сплошных колонковых зарядов на Храмцовском карьере № 1-2 треста Черемховуголь. – В кн.: Взрывное дело, № 70/27, м., Недра, 1971, с. 257-261.
30. Кучерявый Ф.И., Олейников А.С., Койфман Г.Д. Опыт применения парносближенных зарядов на гранитных карьерах. – В кн.: Применение параллельно-сближенных скважин на открытых и подземных разработках, вып. № В-186, М., изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1967, с. 50-52.
31. Бudyко А.В., Закалинский В.М., Рубцов С.К., Блинов А.А. Совершенствования скважиной отбойки. – М.: Недра 1981. – 199 с.
32. Гамсахурдия Ш.Г. Исследование разрушения угольного массива при помощи плоских зарядов. – Дисс. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. М., ИГД, им. А.А. Скочинского 1963.
33. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. М., Физматиздат, 1959.
34. Дубнов Л.В. Об оценки бризантного (дробящего) действия взрыва. – В кн.: Взрывное дело, № 50/7, Госгортехиздат. 1962, с. 16-20.
35. Казаков Н. Н. Разрушение горной породы ударным действием взрыва. М., изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1966.
36. Беляев А.Ф. К вопросу о столкновении ударных волн. Сборник статей по теории взрывчатых веществ (под ред. проф. К.К. Андреева и проф. Ю.Б. Харитона). Оборонгиз, 1940, с. 159-176.



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИКЛИЧНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РЕСУРСОВ КАРЬЕРА МУРУНТАУ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В БУДУЩЕМ



Снитка Н.П.,  
главный инженер НГМК.



Умаров Ф.Я.,  
зам. директора по учебной и научной  
работе филиала Московского государст-  
венного нефтегазового университета им.  
Губкина (г. Ташкент), докт. техн. наук.



Наимова Р.Ш.,  
доцент кафедры «Горное дело» Таш-  
ГТУ им. Ислама Каримова.

Maqolada turli xil sathdagi ag'darma kon jinslarini ikkiga bo'lib ajratish keltirilgan bo'lib, bu bo'laklab sortirovkalash yordamida ag'darmaning pastgi 1/3 qismi 40% , umumiy ag'darmaning esa 16% ni tashkil etib, texnogen mahsulot oshishini ta'minlaydi. Bo'laklarning massivdagi anizotropiyasini hisobga olgan holda ag'darmalarning qazib olish texnologik unumdorligi maydalash uskunalarining avariya holatini kamaytiradi, noo'lcham kon jinslarni tushushi orqali yuzaga kelgan to'xtashni 2,5 martaga kamaytiradi va mahsuldor ruda chiqishini 16% ga oshiradi.

**Tayanch iboralar:** karer, ag'darma, tog jinslar, kon jinsi fizik-mexanik hossalari, ruda, kon chuqurligi, kon massasi, ichki ishqalash koeffitsienti, ruda sifati, solishtirma og'irligi.

The article divides the dumps into two parts with different levels of selection during the development of the dumps, which makes it possible to increase the yield of technogenic commodity ore due to application of the sorting from the lower 1/3 part to ~ 40%, and on the whole from the dump - by 16%. The technological efficiency of the development of dumps taking into account the anisotropy of pieces in the massif is determined by the reduction in the crash equipment crash, downtime due to the oversize of 2.5 times and the increase in the yield of commodity ore by 16%.

**Key words:** quarry, dump, rocks, physical and mechanical properties of rocks, ore, deposit depth, rock mass, coefficient of internal friction, ore quality, specific gravity.

Особенностью открытых горных работ на современном этапе является постоянное увеличение объемов извлекаемой, перемещаемой и складированной горной массы, что сопровождается соответствующим и согласованным увеличением объемов пространства, образуемого при извлечении полезного ископаемого из недр и объемов пространства, заполняемого отходами добычи, которыми в текущем периоде являются вскрышные породы, некондиционное полезное ископаемое и забалансовая руда. Естественно, что объемы извлекаемой горной массы должны соответствовать объемам пространства, предназначенного для ее размещения, а режим выемочно-транспортных работ должен быть согласован с режимом размещения горной массы в отвалах и складах [1, 2]. При этом образуемые в процессе добычи полезного ископаемого пространства и отходы в сочетании с выделенным пространством для их размещения представляют собой систему техногенных ресурсов, которые требуют рационально подхода к их использованию сегодня или в будущем.

Научно-технические разработки в области циклического использования техногенных ресурсов карьера Мурунтау базируются на комбинированном применении в технологических решениях принципов системности, согласованности, цикличности и воспроизводства [3]. При этом эффективность внедрения таких разработок целесообразно представить также в комбинированном виде, выделив технологическую эффективность, основанную на учете особенностей строения техногенных массивов, связанных с технологией их формирования.

Наличие на перерабатывающем заводе двух приемных узлов, оснащенных дробилками крупного дробления (размер принимаемого куска породы до 1,5 м), и одного приемного узла без такой дробилки ставит задачу по разделению карьерного рудного потока по гранулометрическому составу транспортируемой руды. При решении этого вопроса перспективным направлением является использование анизотропии гранулометрического состава пород в отвалах.



Под анизотропией гранулометрического состава пород в рассматриваемом случае понимается распределение размера кусков породы в отвале в зависимости от направления измерений, в частности, в вертикальном разрезе отвала. По сути, анизотропия гранулометрического состава пород в отвале позволяет скорректировать пространственное положение крупнокусовых зон в отвальном массиве, что может быть положено в основу технологии его разработки.

Анизотропия гранулометрического состава пород в отвалах наблюдается при их формировании в результате сегрегации. Сегрегация есть физический процесс разделения сыпучего материала по крупности при перемещении его по наклонной поверхности, в частности, откосу формируемого отвального массива. Основная закономерность сегрегации проявляется в концентрации мелких фракций в верхней, а крупных фракций – в нижней части откоса отвала.

При формировании отвалов степень анизотропии пород зависит от высоты откоса и технологии транспортирования гранулометрического состава пород, влияние которой в вертикальной плоскости отчетливо прослеживается при сравнении автомобильного и конвейерного транспорта (рис. 1).

С точки зрения анизотропии гранулометрического состава пород отвалы подразделяются на:

- отвалы I-го типа практически без проявления анизотропии гранулометрического состава пород (автомобильные отвалы высотой до  $10 \div 12 \text{ m}$ );
- отвалы II-го типа с проявившейся анизотропией гранулометрического состава пород (автомобильные высотой  $15 \div 20 \text{ m}$  и конвейерные отвалы высотой до  $10 \div 15 \text{ m}$ );
- отвалы III-го типа с явно выраженной анизотропией гранулометрического состава пород (конвейерные отвалы высотой более  $15 \text{ m}$  и автомобильные отвалы высотой более  $30 \text{ m}$ ).

Таблица 1

Формирование рудного потока карьера в зависимости от типа отвала, способа выемки и оснащения приемных узлов перерабатывающего завода

Тип отвала	Способ выемки	Применяемое оборудование
1-й тип	Валовая	Приемные узлы с дробилкой
2-й тип	Селективная Верхняя зона с мелкой фракцией	Приемные узлы без дробилки Приемные узлы с дробилкой
	Нижняя зона с крупной фракцией	
3-й тип	Селективная Верхняя зона с мелкой фракцией	Приемные узлы любого типа Приемные узлы с дробилкой
	Нижняя зона с крупной фракцией	

Общий подход к технологии селективной разработки отвалов с учетом сегрегации пород и формирования рудного потока карьера с учетом гранулометрического состава руды заключается в следующем.

Отвалы I-го типа, как правило, небольшого объема разрабатываются валовым способом с отгрузкой руды на приемные пункты перерабатывающего завода, оснащенные дробилками (табл. 1).

Отвалы II-го типа с проявившейся анизотропией гранулометрического состава пород, имеют относительно небольшой объем, но разрабатываются селективно с разделением на верхнюю и нижнюю техногенно-технологические зоны. При этом верхняя зона, представленная, в основном, мелкой фракцией обрабатывается с опережением во времени и пространстве по отношению к нижней зоне. Руда верхней зоны отгружается целенаправленно на приемный пункт перерабатывающего завода, не имеющего дробилки, а руда нижней зоны, представленная в значительной части крупнокусовым материалом, на приемные пункты

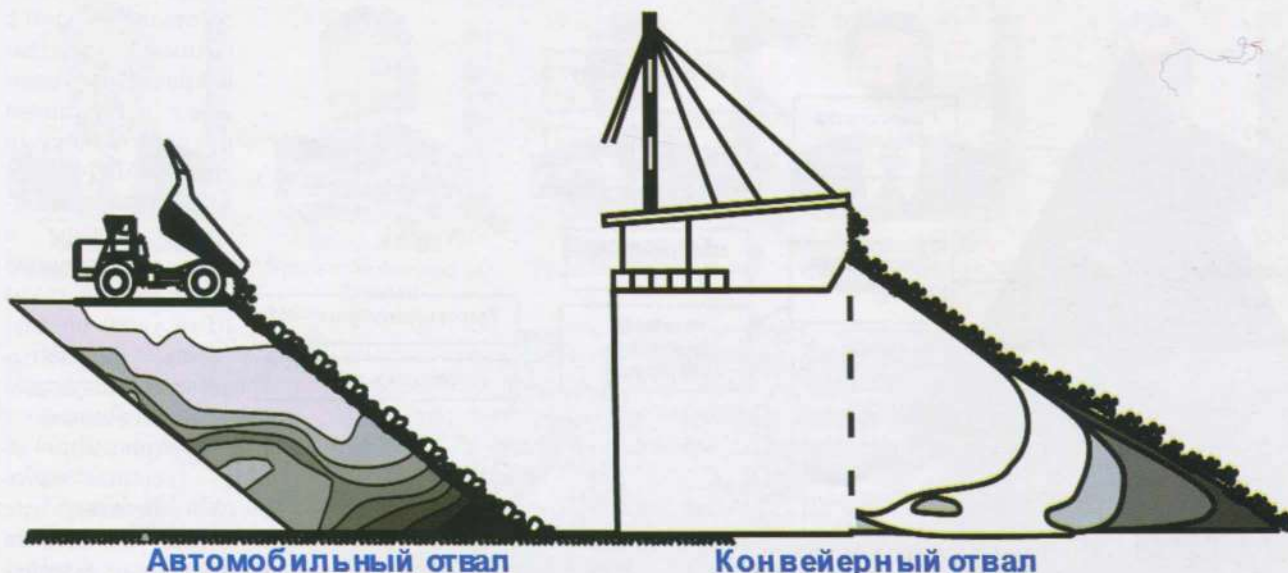


Рис. 1. Типичное проявление анизотропии гранулометрического состава пород при автомобильном и конвейерном транспорте.



Таблица 2

Простои узлов приема руды из-за попадания негабарита

Узел приема руды	Время работы, <i>h</i>	Время простоев, <i>h</i>	Доля простоев, %
2008 г.			
№1 (с дробилкой)	6613	23,07	0,34
№2 (с дробилкой)	6447	17,25	0,26
№3 (без дробилки)	539	58	10,7
2009 г.			
№1 (с дробилкой)	3319	13,44	0,40
№2 (с дробилкой)	3195	13,19	0,41
№3 (без дробилки)	708	27,42	3,87

перерабатывающего завода, имеющего дробилки. Верхняя зона в таком отвале не превышает как правило, 85-90 % его высоты.

Отвалы III-го типа с явно выраженной анизотропией гранулометрического состава пород имеют объем, измеряемый десятками миллионов кубических метров. При разработке они делятся на верхнюю и нижнюю техногенно-технологическую зоны, верхняя из которых составляет ~2/3 высоты отвала. Поскольку запасы минерального сырья в таких отвалах велики, то руда из верхней зоны отгружается на все три приемных пункта перерабатывающего завода, а из нижней зоны – только на приемные пункты перерабатывающего завода, имеющие дробилки.

При конвейерном транспорте максимальный размер кусков скальной породы для ленты шириной, например, 2000 достигает 650, а количество фракции +100 составляет 15÷20%. Эта фракция при отсыпке в отвал концентрируется в нижней части откоса, поэтому его целесообразно разрабатывать с учетом анизотропии гранулометрического состава пород селективно.

При формировании отвалообразователем рудного штабеля высотой 12÷15 м происходит перераспределение материала по крупности кусков: в верхней части

штабеля доминирует мелкая (-50÷100), в нижней – крупная (+100) фракция. Поэтому для формирования рудного потока из мелкой фракции горизонт установки экскаватора поднимают на высоту крупнокусковой части штабеля. После этого отработывают верхнюю часть штабеля с отгрузкой руды на приемный узел перерабатывающего завода без дробилки, а затем экскаватор опускают на уровень подошвы отвала и отработывают нижнюю часть штабеля с отгрузкой руды на приемные узлы перерабатывающего завода с дробилками.

Разработанный способ отгрузки руды с учетом эффекта сегрегации позволяет сократить простои технологического оборудования узла приема руды, не оснащенного дробилкой, из-за попадания негабаритов снизить с 10,7 до 3,87% времени работы (табл. 2). При этом простои мельничных блоков из-за технологических отказов 3-го приемного узла в 2008 г. составили 507 *h*, а в 2009 г. 308 часов *h*. При производительности мельничного блока  $Q_{\text{бл}} = 158,1 \text{ t/h}$  прирост переработки за счет сокращения таких простоев из-за отсутствия руды в 2009 г. составил:

$$(507 - 308) \cdot 158,1 = 31462 \text{ t.}$$

Таким образом, селективная разработка отвалов с учетом анизотропии гранулометрического состава пород с последующим формированием рудного потока карьера в зависимости от преобладающей крупности кусков в отгружаемой руде и оснащения приемного узла перерабатывающего завода обеспечивает сокращение простоев измельчительного оборудования с увеличением его производительности.

В процессе отсыпки пород в склады и отвалы куски породы, движущиеся по откосу под действием силы тяжести, естественным образом разделяются по крупности (сегрегация). При этом на откосе отвала или склада можно выделить зоны, обогащенные крупнокусковой фракцией породы. А поскольку откос отвала является отражением его внутреннего строения, то эту взаимосвязь можно использовать для разделения высоко-

го отвала на зоны с разным гранулометрическим составом и разными потребительскими свойствами [4-6].

Высокие конвейерные отвалы с ярко выраженной сегрегацией (отвалы III-го типа) предлагается разрабатывать по следующей технологической схеме (рис. 2):

- верхняя часть (2/3 отвала), где доминирует мелкая фракция, разрабатывается селектив-



Рис. 2. Технологическая схема разработки высоких конвейерных отвалов.



но с направлением товарной руды на переработку, а отходов в отвал;

- нижняя часть (1/3 по высоте) где доминирует крупнокусковой материал разрабатывается селективно с направлением товарной руды на переработку, а отходов на покусковую сортировку.

Из вышесказанного следует, что селективная разработка отвалов с учетом анизотропии гранулометрического состава пород с последующим формированием рудного потока карьера в зависимости от преобладающей крупности кусков в отгружаемой руде и оснащения приемного узла перерабатывающего завода

обеспечивает сокращение простоев измельчительного оборудования с увеличением его производительности.

Таким образом, разделение в процессе разработки отвалов на две части с разным уровнем селекции позволяет увеличить выход техногенной товарной руды за счет применения покусковой сортировки из нижней 1/3 части на  $\approx 40\%$ , а в целом из отвала – на  $16\%$ . В целом технологическая эффективность разработки отвалов с учетом анизотропии кусков в массиве определяется сокращением аварийности дробильного оборудования, простоев из-за попадания негабарита в 2,5 раза и увеличением выхода товарной руды на  $16\%$ .

#### Библиографический список

1. Ахмедов Н.А. Минерально-сырьевая база народного хозяйства Узбекистана и перспективы её развития // Горный журнал. Москва, 2003. №5.
2. Шеметов П.А., Сытенков В.Н. Стратегия развития золотодобычи Узбекистана в новых экономических условиях // Горный вестник Узбекистана. 2010. №1. С.7-14.
3. Шеметов П.А., Сытенков В.Н., Наимова Р.Ш. Повышение эффективности использования техногенных ресурсов глубоких карьеров. Ташкент: Фан, 2011. 181с.
4. Быковцев А.С., Прохоренко Г.Н., Сытенков В.Н. Моделирование геодинамических и сейсмических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых. Ташкент: Фан, 2000. 271 с.
5. Кучерский Н.И. Современные технологии при освоении коренных месторождений золота. – М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2007. – 696 с.
6. Мальгин О.Н., Латышев В.Е., Петренко В.З., и др. // Разработка технологий крупнопорционной сортировки руд месторождений Мурунтау. Цветные металлы, 1999, №7.-С. 32-34.

УДК 622.831.52

© Аксенов А.А., Морин С.В., Ожиганов И.А., Шадрин М.А., Садинов Ш.М. 2017 г.

## ОЦЕНКА ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗАРМИТАНСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ЗОНЫ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА



**Аксенов А.А.,**  
Уральский филиал АО  
ВНИМИ



**Морин С.В.,**  
Уральский филиал АО  
ВНИМИ



**Ожиганов И.А.,**  
Уральский филиал АО  
ВНИМИ



**Шадрин М.А.,**  
Уральский филиал АО  
ВНИМИ



**Садинов Ш.М.,**  
главный маркшейдер,  
управление НГМК.

*Navoiy kon-metallurgiya kombinatining Charmiton va Gujumsoy konlaridagi geomexanik muammolar ko'rib chiqilgan. Zarmitan oltin rudali zonasining kon jinrlarining siljish jarayonlarining yuzaga kelish xususiyatlari va geomexanik jarayonlarning rivojlanishini asosiy faktorlari aniqlangan. Kon jinrlarining zo'riqish holati boholangan bo'lib, kon massivi zo'riqishini va zarba havfini kamaytirish usullari ishlab chiqilgan, qazish tizimining parametrlari taklif etilgan.*

**Tayanch iboralar:** oltin rudali tanasi, kon jinrlarining surilishi, kon massivining zo'riqish holati, zarba havfi, qazish usullari, tomir oltin rudali formatsiya, tomir, shtokverklar, yer osti kon ishlari, qazish chiqurligi, geomexanik muammo, geologik xususiyat, texnik qarorni tanlash, ko'rinish shakillari, yer ustidagi siljishlar, asta-sekin siljishlar, o'pirilish, pog'onalar, yoriqlar, portlatish ishlari, dinamik ko'rinishlar, qazilgan bo'shliq, kon jinrlarining tirkalish koeffitsienti.



*Geomechanical problems in the development of the Charmitan and Guzhumsai deposits of the Navoi Mining and Metallurgical Combine are considered. The features of the manifestations of the rock shifting processes are revealed and the main factors determining the development of the geomechanical processes of the Zarmitan gold zone are established. The stress state of rocks has been assessed, measures have been developed to reduce the stresses and impact of the array, and the parameters of development systems have been proposed.*

**Key words:** gold deposits, rock shift, stressed state of the rock mass, impact hazard, development systems, vein gold ore formations, veins, stockwork, underground mining, development depth, geomechanical problems, geological features, choice of technical solutions, forms of manifestation, shifts to surfaces, smooth shifts, dips, ledges, cracks, blasting, dynamic manifestations, depleted space, coefficient of cohesion of rocks.

Навоийский горно-металлургический комбинат ведет разработку месторождений Чармитан и Гужумсай подземным способом. Месторождения представляют собой типичные жильные золоторудные формации с большим размахом оруденения и большим количеством жил.

Промышленные рудные тела месторождений в основном представлены жилами, штокверками. Средние параметры жил составляют: длина по простиранию – 1200 м; мощность – 1-3 м; углы падения – крутые 70-80 градусов на север и северо-восток; протяженность промышленных участков жил – от 20 до 450 м; отдельные рудные тела прослеживаются до глубины 1050 м

В настоящее время горные работы ведутся на глубинах до 300 – 350 м (горизонты 660 – 600 м). В перспективе предусматривается отработка запасов на глубинах более 600 м. С глубиной разработки золото-

рудных залежей стали возникать геомеханические проблемы. Разнообразие условий залегания рудных тел, геологические особенности массива требуют выбора технических решений по разработке месторождений на основе исследований напряженно-деформированного состояния горных пород, процессов сдвижения земной поверхности.

Как это показывают исследования, на месторождениях Чармитан и Гужумсай наблюдаются свои особенности проявления сдвижений горных пород. Формами проявления процесса сдвижения на поверхности явились плавные сдвигания, провалы, уступы и трещины, которые приурочены к выходу разрабатываемых рудных тел под наносы.

Развитию процесса сдвижения в массиве горных пород и на поверхности способствуют наличие тектонических нарушений, подсеченных очистными выработками, нарушения целостности целиков и потолочин



Рис. 1. Фотография провала.



от взрывных работ и динамических проявлений. Динамические проявления горного давления создают неустойчивость незаложенных камер в очистных блоках, провоцируют преждевременное обрушение пород.

Процесс сдвижения земной поверхности в большей мере проявляется со стороны висячего бока в виде разуплотнения и обрушения крупных блоков пород в выработанное пространство при снижении сцепления горных пород.

Оставленные в массиве горных пород пустоты со временем заполняются обрушающимися породами, на земной поверхности образуется провал. Обрушения пород непредсказуемые и неконтролируемые.

Провалы на земной поверхности появляются спустя некоторое время после окончания горных работ в верхнем этаже. Так, в условиях месторождения Чармитан провал над выходом рудного тела 1 образовался через 12 лет после ведения горных работ на верхнем этаже. Размеры провалов в основном не превышают в диаметре 20-30 м и достигают в размерах 60 м (рис. 1).

Количество провалов, как это показывают исследования, возрастает по мере отработки рудных тел и развития процессов разрушения вмещающих пород и целиков.

В результате проведенных исследований выявлена зависимость устойчивого состояния земной поверхности:

$$10mK_n < H_b, \quad (1)$$

где,  $m$  – мощность рудного тела,  $m$ ;  $K_n$  – коэффициент, зависящий от крепости и строения пород. При крепких монолитных породах ( $f=10-15$ )  $K_n=0,8-1$ . При наличии влияющего разрывного нарушения или зоны трещиноватых пород ( $f=4-6$ )  $K_n=1,4-1,5$ .  $f$  – коэффициент прочности по Протодьяконову.  $H_b$  – фактическая глубина верхней границы выработанного пространства, считая от границы наносов,  $m$ .

Если выполняется условие (1), состояние пород в зоне влияния горных работ устойчивое и обрушение не выйдет на земную поверхность. При отработке рудного тела 1 месторождения Чармитан, целики, оставленные после очистной выемки, имели минимальные размеры, условие (1) нарушено, что привело к образованию провалов на отдельных участках над выходом рудных тел под наносы.

Остаются риски развития процесса сдвижения под руслом сая (селевого потока) в районе выхода на поверхность рудных тел 1 и 8.

Для защиты горных выработок от затопления под руслом сая по рудному телу 1 оставлен целик достаточных размеров и сооружена ограждающая дамба для регулирования стока.

Процесс сдвижения на месторождении Чармитан находится в активной фазе. На поверхности в зоне влияния горных работ, где находятся охраняемые объекты, наблюдаются плавные сдвижения, деформации не достигают критических величин.

На рудниках «Зармитан» и «Гужумсай» в основном применяются: система разработки с магазинированием руды и система разработки подэтажными штреками. Данные системы разработки наиболее полно отвечают горно-геологическим условиям месторождений.

Однако при использовании этих систем возникают сложности с управлением геомеханическим состоянием массива. Принятые системы разработки предполагают поддержание открытого очистного пространства целиками, оставляемыми у этажных штреков и у восстающих. С увеличением пролета отработанного пространства по падению и простиранию залежи целики испытывают предельные нагрузки от нависающей толщи кровли. Отработанные выемочные блоки находятся в неустойчивом состоянии и в них происходят разрушения.

Породы и руда месторождений имеют высокие

хрупко-упругие свойства. Поэтому разрушения целиков и вмещающих пород чаще происходят в динамической, удароопасной форме. Динамические воздействия вызывают резкие пригрузки и разрушения в зоне ведения горных работ. Исследования напряженного состояния и удароопасности участков массива на месторождениях проводились по параметрам акустической эмиссии (АЭ). На рис. 2 приведен один из полученных графиков активности акустической эмиссии, указывающий на высокий уровень напряжений и резкие скачки импульсов от разрушений в краевой части выработки. Скачки импульсов нередко сопровождаются внешними признаками: стреляниями, щелчками. Показатель «b» на графике дает представление о доле импульсов с высо-

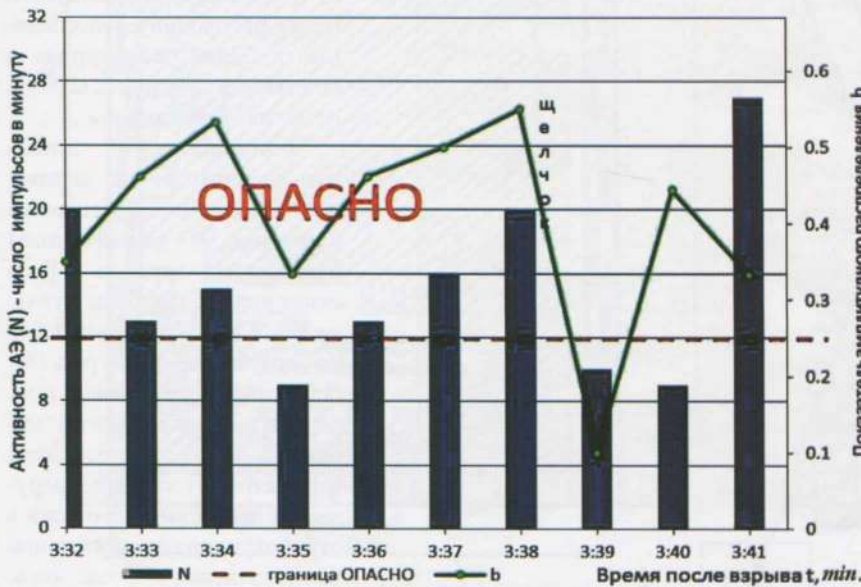


Рис. 2. График изменения параметров АЭ, Блок 50106а-50107а, Подэтаж 2, правый фланг, 29.06.2016 г.



кой энергией. Резкие изменения «b» указывают на неустойчивое деформирование массива, близость к вероятному разрушению.

Для повышения безопасности ведения горных работ, обеспечения управления геомеханическим состоянием массива предложено изменить конструктивные параметры используемых систем разработки и применить ряд мер по снижению напряжений и удароопасности массива.

При системе с магазинированием отбитую руду временно оставляют в очистном пространстве в качестве опоры работающим в забое и для поддержания боковых пород вместо закладочного материала. Система обеспечивается сравнительно небольшим объемом подготовительно-нарезных работ.

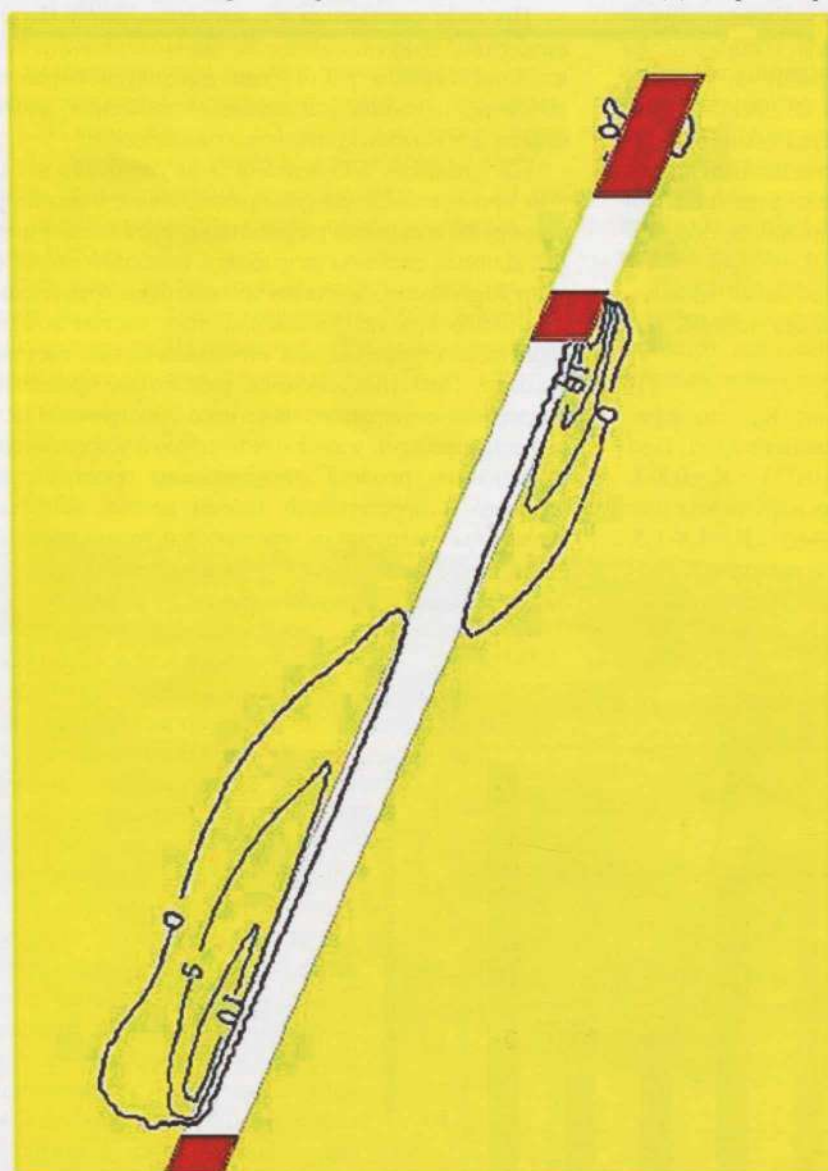


Рис. 3. Положение зон растягивающих напряжений в блоке при доработке запасов.

В применяемых на руднике системах разработки размер выемочного блока по простиранию составляет 60 м. Из-за неустойчивости висячего бока в отрабатываемом блоке возникают отслаивания и вывалы, что представляет прямую опасность при производстве горных работ и приводит к повышению потерь и разубоживания руды. Как показало математическое моделирование, на некоторых участках выемочного блока, в основном со стороны висячего бока, появляются растягивающие напряжения, которые приводят к обрушениям. На рис. 3 представлен разрез очистного блока на последнем этапе выемки руды с участками растягивающих напряжений, которые приводят к разрушениям.

Для предотвращения обрушений следует уменьшить размер блока по простиранию, то есть, расстояние между опорами. Либо оставлять в средней части пролета блока по простиранию в качестве опоры узкий ленточный целик.

Другой геомеханической сложностью при системе с магазинированием является отработка очистного блока снизу вверх. При доработке блока в верхней части образуется сокращающийся целик рис. 4. Этот целик, являющийся потолочиной блока, представляет опасность по разрушению. Чтобы исключить его разрушение предложено заблаговременно отрабатывать верхний подэтаж блока и закрепить образованный целик-потолочину. Обеспечивается более равномерная и безопасная пригрузка верхнего целика-потолочины.

Дополнительное снижение напряжений в целике-потолочине достигается бурением и камуфлетным взрыванием зарядов ВВ в скважинах. Скважины бурятся через целик в висячий бок по восстанию (см. рис. 4). При взрывании скважин происходит разрыв плиты коренных пород висячего бока. Создается отсечение нагрузок от пород висячего бока в отрабатанной по восстанию части залежи. Кроме того, обрушенные породы создают подбучивание в качестве



дополнительной опоры к целику. Таким образом, снижаются нагрузки в зоне ведения горных работ. Ослабевают процессы сдвижения толщи пород.

Для снижения напряжений и исключения динамических разрушений в охранных целиках у встающих следует создавать их податливыми. Для этого ширина целика должна быть не более, чем в 1,0- 1,2 раза больше его высоты. Целик принимает ударобезопасную форму. При использовании предлагаемого варианта системы с магазинированием выпуск основных запасов руды производится через дучки в нижней части блока. Оработка верхнего подэтажа блока производится из подэтажного штрека с частичным магазинированием и выпуском руды через рудоспуск. Таким образом, очистные работы ведутся одновременно на двух уровнях, с более благоприятным распределением пригрузок от выемки по площади блока.

Другой применяемой системой является система разработки подэтажными штреками. В отличие от системы разработки с магазинированием, которая не всегда обеспечивает нормативные показатели по разубоживанию руды, из-за неустойчивости вмещающих пород и задержки выпуска руды, система разработки подэтажными штреками имеет свои преимущества. Это ускоренная отработка блока, более безопасный порядок отработки сверху вниз.

Однако для принятой системы разработки подэтажными штреками характерен большой объем подготовительно-нарезных выработок, которые в дальнейшем требуется поддерживать весь срок отработки блока.

Для геомеханического обеспечения безопасности системы разработки подэтажными штреками предложено следующее (рис. 5):

- как и для системы с магазинированием следует уменьшить размер выемочного блока по простиранию;

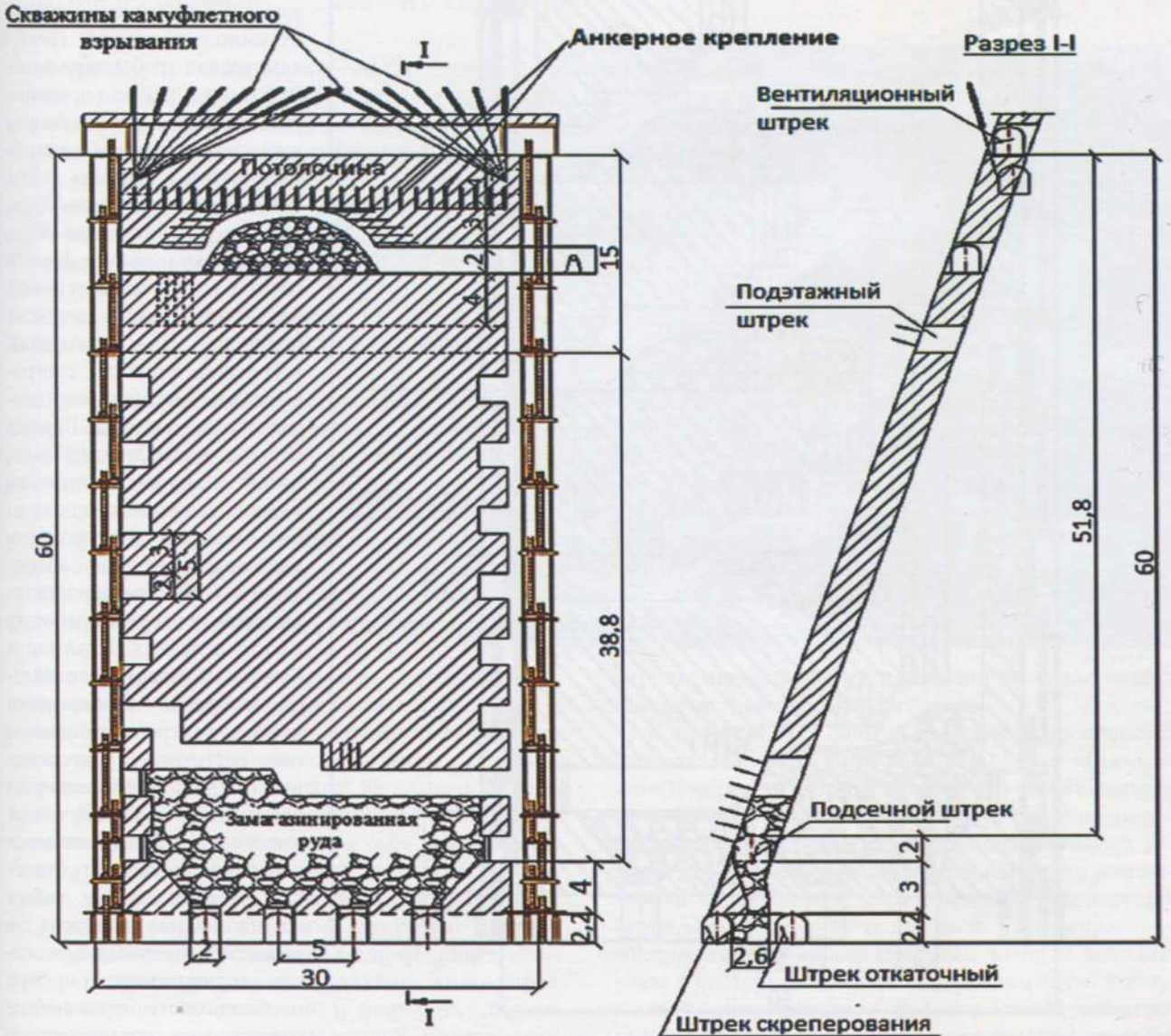


Рис. 4. Вариант системы разработки с магазинированием руды.



### Скважины камуфлетного взрыва

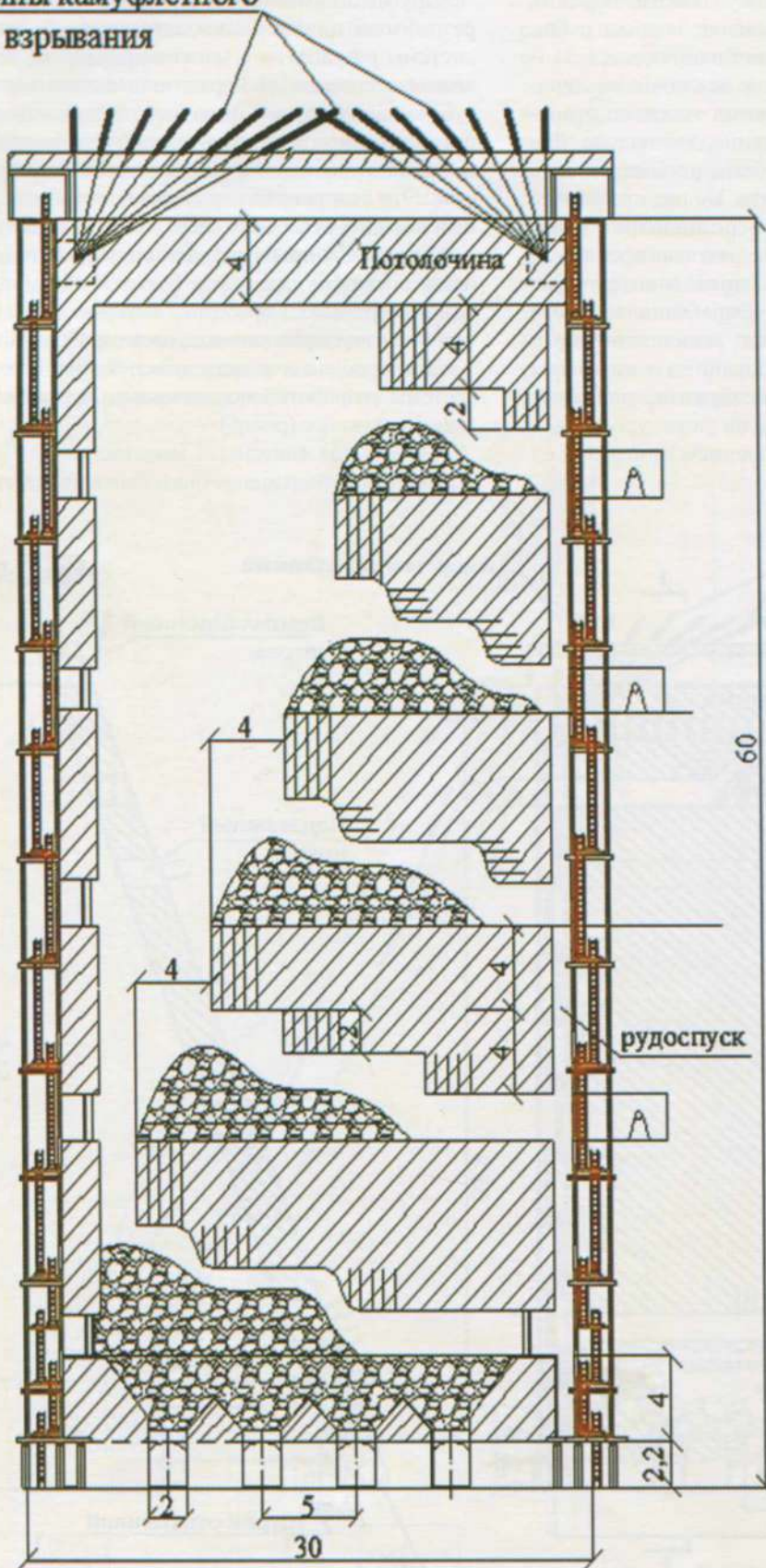


Рис. 5. Система разработки подэтажными штреками с частичным магазинированием и перепуском руды на горизонт выпуска.

- для снижения объема подготовительно-нарезных работ уменьшить число подэтажей за счет ведения в них частичного магазинирования;

- одновременно вести выемочные работы с выпуском через магазин и через рудоспуск у восстающего.

Кроме того, дополнительное снижение напряжений на целик-потолочину блока достигается бурением камуфлетных скважин. Так же, как и для системы с магазинированием, камуфлетные скважины бурят через целик висячий бок по восстающему.

Кроме предложенных технических решений следует выполнять общие геомеханические требования ведения горных работ для месторождений с высоким напряженным состоянием и удароопасностью массива. Это планомерное извлечение запасов, исключая образование выступов по фронту горных работ, ведение работ без образования жестких целиков, без создания встречных фронтов, с ограничением изрезанности выработками массива. Горные работы должны сопровождаться прогнозированием удароопасности и применением методов разгрузки массива от концентраций напряжений. С учетом перспективы развития горных работ на месторождениях Чармитан и Гужумсай предусматривается внедрение оперативного метода контроля напряженного состояния и удароопасности пород, основанного на регистрации акустической эмиссии. Предполагается совершенствование технологии ведения горных работ, осуществление контроля за развитием процесса сдвижения горных пород и, при необходимости, применение горных мер локализирующих процесс.



## ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА МЕДНОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ



**Панжин А.А.**,  
ученый секретарь,  
канд. техн. наук,  
Институт горного дела  
УрО РАН, (г. Екатеринбург).



**Сашурин А.Д.**,  
заведующий отделом,  
докт. техн. наук, проф.,  
Институт горного дела  
УрО РАН (г. Екатеринбург).



**Панжина Н.А.**,  
младший научный сотрудник,  
Институт горного дела  
УрО РАН, (г. Екатеринбург).



**Ефремов Е.Ю.**,  
младший научный сотрудник,  
Институт горного дела  
УрО РАН, (г. Екатеринбург).

*Uzelginskiy va Talganskiy mis ruda konlarini qazib olishda yer yuzasining siljish jarayoni ko'p yillik geodinamik monitoring uslubiyoti, vertikal va gorizontal tekisliklardagi deformatsiyalarni aniqlash natijalari keltirilgan. Ish paytida sputnikaviy geodeziya kompleks yordamida marksheyder-geodezik tarmoqning bir qator punktlari koordinatalarining va kuzatish stansiyasining reperlarini qayta aniqlash ishlari bajarilgan, siljish muldasining shakllanishi tufayli zamonaviy geodinamik parametrlari aniqlangan; territoriyaning geodinamik faoliyatini baholash natijasida kuzatish stansiyasi reperlarining to'liq fazoga oid siljish vektorlari aniqlandi, cho'zilish-siqilish deformatsiyalari va siljish deformatsiyalari grafiklari qurilgan, massiv deformatsiyasining diskret-qadama xarakteri aniqlangan. Umumlashtirilgan xulosa va tadqiqot qilinayotgan ychastkalarining yer yuzasidagi deformatsiyasining kelgusi xarakteri tahmin qilingan.*

**Tayanch iboralar:** zamonaviy geodinamika, siljish jarayoni, kuchlanish-deformatsiya holati, instrumental monitoring, kuzatuv stansiyasi, marksheyderlik o'lchovlar.

*The method of instrumental geodynamic monitoring displacement of earth surface on Uzelginsky and Talganskoe copper ore deposits and the results of determination of deformation in the vertical and horizontal planes are presented. The spatial coordinates of a framework and geodynamic network stations were re-observed using a method of satellite geodesy. The parameters of the trend of modern geodynamic movements caused by the formation of the basin subsidence were determined. The vectors of movements of the marks of the observation station were identified as the result of estimate of geodynamic activity, the graphs of the stress-strain deformation and shear deformation, the discrete mosaic pattern of deformation of the rock mass were identified. The assumptions about future course of the earth's surface deformation of the examined area are presented.*

**Key words:** modern geodynamics, surface displacements, stress-deformed state, instrumental monitoring, observation station, geodynamic polygon, surveying measurements.

На Узельгинском меднорудном месторождении инструментальные наблюдения были организованы в период 1994 - 96 гг. для изучения параметров процесса сдвижения, охраны земной поверхности, зданий и сооружений от вредного влияния подземных горных работ. Для этой цели была оборудована наблюдательная станция, включающая в себя профильные линии, заложенные на земной поверхности и в шахте, а также стеновые репера, заложенные в сооружениях промплощадки шахты и поселка Александровский. Талганское меднорудное месторождение, расположенное в полутора километрах от Узельгинского, вовлечено в разработку позже, наблюдательная станция на земной поверхности была оборудована в 2005 г. Основным объектом

охраны, на территории отработки является вышка телевизионного ретранслятора.

Ключевым подходом к исследованию процесса сдвижения земной поверхности и охране объектов, попадающих в область вредного влияния горных разработок, является организация и проведение инструментальных измерений в мониторинговом режиме [1]. По результатам очередной серии измерений, и сравнении их с результатами предыдущих серий, можно судить о процессе деформирования массива горных пород. При этом важным дополнением к инструментальным измерениям служит визуальный осмотр объектов охраны и земной поверхности, в случаях, когда деформации заметны невооруженным взглядом [2]. Обычно подобные явления



сопровождает интенсивные стадии процесса сдвижения. До 2013 г. программа инструментальных маркшейдерских измерений на обоих месторождениях включала в себя только нивелирование реперов наблюдательной станции в породном массиве и на земной поверхности с определением величин их оседаний. Начиная с 2013 г. мониторинг процесса сдвижения на месторождении проводится Институтом горного дела УрО РАН, в это время была обоснована необходимость проведения комплексного мониторин-

га сдвижения земной поверхности с определением как вертикальных, так и горизонтальных смещений в соответствии с нормативными документами [3].

Отработка и Узельгинского, и Талганского месторождений производится подземным способом, системами разработки с применением твердеющей закладки, поэтому сопровождается плавным развитием деформационных процессов, без формирования зон обрушения и воронкообразования. Тем не менее, для обеспечения безопасности зданий и сооружений, рас-

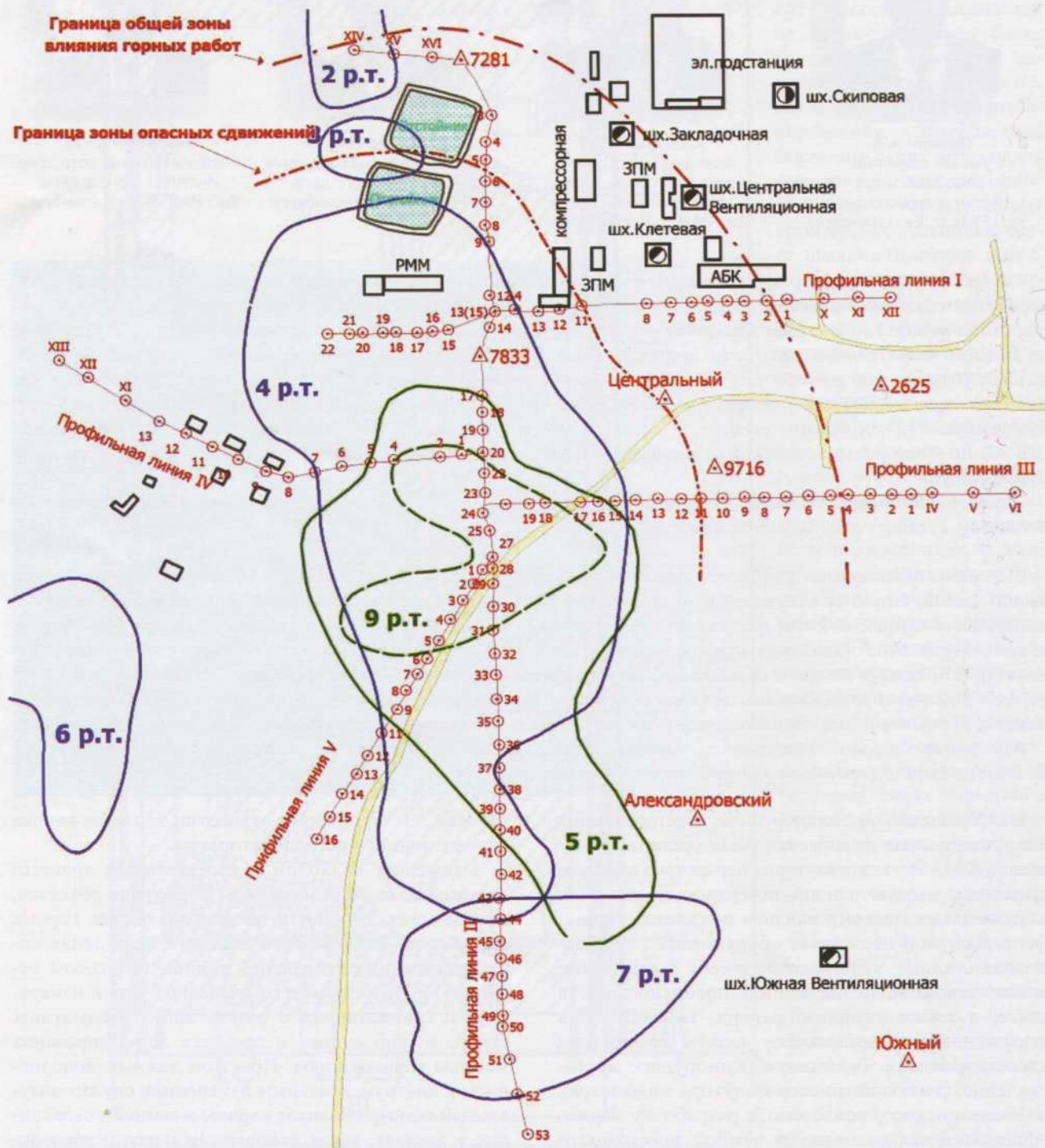


Рис. 1. План наблюдательной станции на земной поверхности.



положенных в мульде сдвижения, от вредного влияния подземных горных работ, необходима организация периодических инструментальных наблюдений по реперам наблюдательной станции. Поскольку в геологическом строении месторождения значительную роль играют тектонические разломы, проходящие через весь разрез рудного поля, они во многом определяют современную геодинамическую активность территории. В связи с этим, методика инструментального мониторинга включает в себя работы по исследованию современной геодинамики на различных пространственно-временных базах, вызванной совместным влиянием естественных и техногенных геодинамических факторов [4].

По состоянию, на конец 2015 г., наблюдательная станция на земной поверхности Узельгинского месторождения (рис. 1) состояла из пяти профильных линий, включающих более 130 грунтовых реперов; более 60 стеновых реперов были заложены в конструктивных элементах зданий и сооружений промплощадки рудника и поселка Александровский, попадающих в зону влияния горных работ. На 17 грунтовых реперах проводятся регулярные переопределения координат методом спутниковой геодезии с целью исследования трендовых и циклических геодинамических движений. Наблюдательная станция Талганского месторождения пережила несколько реконструкций и расширений, на сегодня представляет собой три профильные линии, различной длины, с количеством пунктов от 6 до 17 (рис. 2). 5 пунктов переопределяются с помощью ГНСС.

Программа инструментальных наблюдений включает в себя определение высотных отметок реперов наблюдательной станции, заложенных на земной поверхности и в горных выработках, промеры длин линий между реперами наблюдательной станции на земной поверхности, в том числе промере длин линий между стеновыми реперами в зданиях и сооружениях промплощадки, пространственное координирование ряда реперов наблюдательной станции с использованием комплекса спутниковой геодезии и выполнение специальных работ по диагностике геодинамической активности исследуемой территории. Также в ходе выполнения работ проводится оценка деформационного состояния зданий и сооружений по результатам визуального осмотра.

В результате инструментальных наблюдений по профильным линиям наблюдательной станции в вертикальной плоскости определяются величины оседаний реперов, деформации наклона и скорости приращения наклонов, при необходимости – радиус кривизны; в горизонтальной плоскости определяются горизонтальные деформации растяжения-сжатия и их скорости. Результаты измерений представляются в табличном виде – как суммарные деформации за весь период наблюдений и между отдельными сериями измерений, так и в виде графиков.

В целом, для условий обоих месторождений, установлено, что величины горизонтальных и вертикальных деформаций, зафиксированные на профильных линиях, как правило, не превышают допустимых значений для зданий и сооружений I категории охраны. Повышенные величины деформаций на отдельных реперах в основном связаны с их повреждением. Фиксируется дискретный характер деформирования породного массива с разнонаправленными величинами горизонтальных и вертикальных деформаций. На ряде профильных линий отмечается формирование мульды оседаний, связанной с отработкой рудных тел Узельгинского месторождения. Таким образом, установлено, что подземные горные работы в настоящее время оказывают значительное влияние на состояние земной поверхности, при этом за счет закладки выработанного пространства характер процесса сдвижения носит плавный характер, вертикальные и горизонтальные деформации незначительны.

На Талганском месторождении результаты мониторинга демонстрируют, что земная поверхность, в ходе его отработки за весь срок проведения горных работ, подвержена небольшим изменениям. Полученные величины оседаний большей части реперов находятся в пределах точности нивелирования, или лишь немного превышают её. Величины изменений высотных положений демонстрируют плавные деформации, что соответствует системе отработки с закладкой выработанного пространства. Анализируя картину вертикального сдвижения, следует отметить холмистый рельеф земной поверхности и значительный перепад высот между концами профильных линий, что вносит свой вклад в точность определения высотных отметок. Сопоставляя это с тем, что наблюдаемые в течение длительного времени оседания немного превышают уровень точности определения, можно заключить, что массив вмещающих пород находится в стабильном состоянии.

Для мониторинга состояния охраняемых зданий и сооружений организованы инструментальные наблюдения по стенным реперам, закладываемым по периметру наблюдаемых объектов. Программой инструментальных наблюдений на станции при подработке зданий на территории промплощадки производится нивелирование стеновых реперов и измерение горизонтальных расстояний между ними.

В 2014 г., в ходе выполнения мониторинговых измерений, зафиксирован мозаичный характер распределения деформаций по территории промплощадки с формированием двух обособленных зон вертикальных сдвижений – оседаний в южной части и поднятиями в северо-западной, вызванный дискретным деформированием породного массива (рис. 3), который по результатам измерений 2015 г. не проявился. В настоящее время градиенты вертикальных деформаций на территории промплощадки невелики, но обосновано, что в дальнейшем необходимо обращать особое внимание на характер формирования поля деформаций в районе промплощадки шахты с контролем за развитием высокоградиентных зон.



В 2014-2015 гг. между рядом стеновых реперов промплощадки были выполнены промеры интервалов и определены горизонтальные деформации, зафиксированные величины которых не превышают  $1-1,5 \cdot 10^{-3}$ , в основном находясь в диапазоне до  $0,5 \cdot 10^{-3}$ , что не может привести к нарушению охраняемых объектов, однако нельзя исключить накопление величин деформаций во времени. Вертикальное сдвижение реперов опоры ретранслятора на Талганском месторождении составляет 2 мм. Разница между осе-

даниями реперов находится в пределах 1 мм, что соответствует деформациям наклона основания башни  $0,19 \cdot 10^{-3}$ . Данные деформации незначительны, составляют не более 10 % от допустимых деформаций [3] для сооружений связи высотой менее 50 м.

В ходе выполнения мониторинговых инструментальных наблюдений на земной поверхности проводилась оценка геодинамической активности территории по результатам GPS измерений. Экспериментальными исследованиями ИГД УрО РАН выявлены два

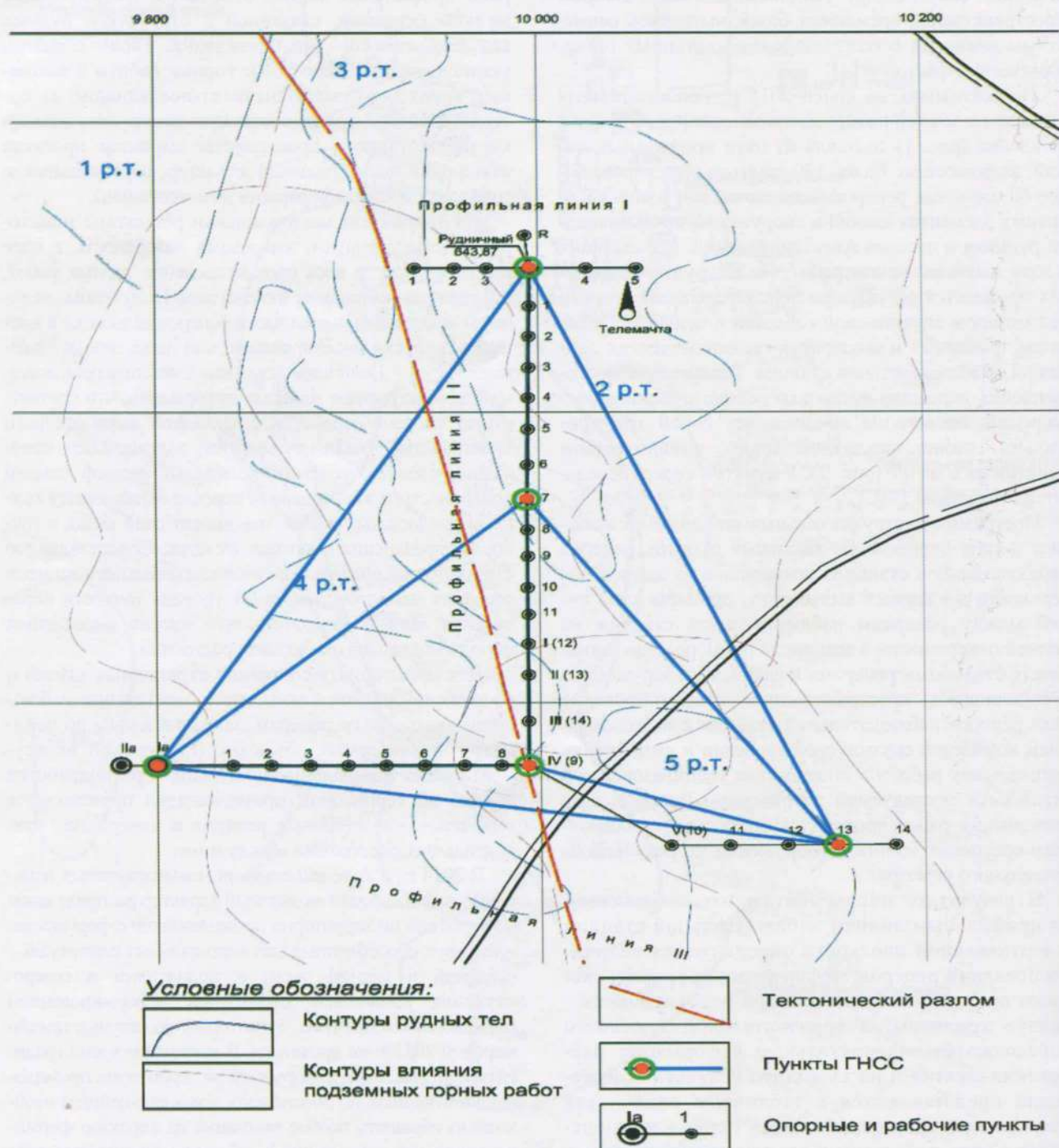


Рис. 2. Схема наблюдательной станции Талганского месторождения.



вида современных геодинамических движений – трендовые (криповые) и циклические. Трендовые движения в виде взаимных подвижек соседних структурных блоков массива горных пород с относительно постоянными скоростью и направлением в течение продолжительного промежутка времени, сопоставимого со сроком службы объекта. Циклические движения носят полигармонический характер и складываются из многочисленных знакопеременных движений с разными частотами и амплитудами перемещения в циклах. Трендовые движения могут иметь как естественную природу, обусловленную тектоническими подвижками по границам структурных блоков, так и техногенную, обусловленную перераспределением напряжений и деформаций в породном массиве под воздействием горных работ, откачки подземных вод и других факторов [5]. Короткопериодные циклические движения имеют широкий полигармонический спектр частот с продолжительностью циклов от 30-60 с до 1 h, нескольких часов, суток и более.

Исследования короткопериодной геодинамики массива на Узельгинском месторождении производились в 2013 и 2014 гг. путем неоднократного измерения приращения координат интервалов ряда пунктов геодинамического полигона. Тогда же был установлен неравномерный характер распределения величин короткопериодных движений массива, и на исследуемом участке зафиксированы высокие значения амплитуд циклических геодинамических движений. Выявлена высокая вариативность циклических геодинамических движений в горизонтальной плоскости, компоненты  $\Delta N$  (север-юг) и  $\Delta E$  (запад-восток) в зависимости от серии наблюдений. Были установлены преобладающие частоты короткопериодных циклических движений, которые определялись путем проведения анализа Фурье пространственно-временных рядов смещений по осям координат. Были зафиксированы преобладающие частоты циклических движений с гармониками

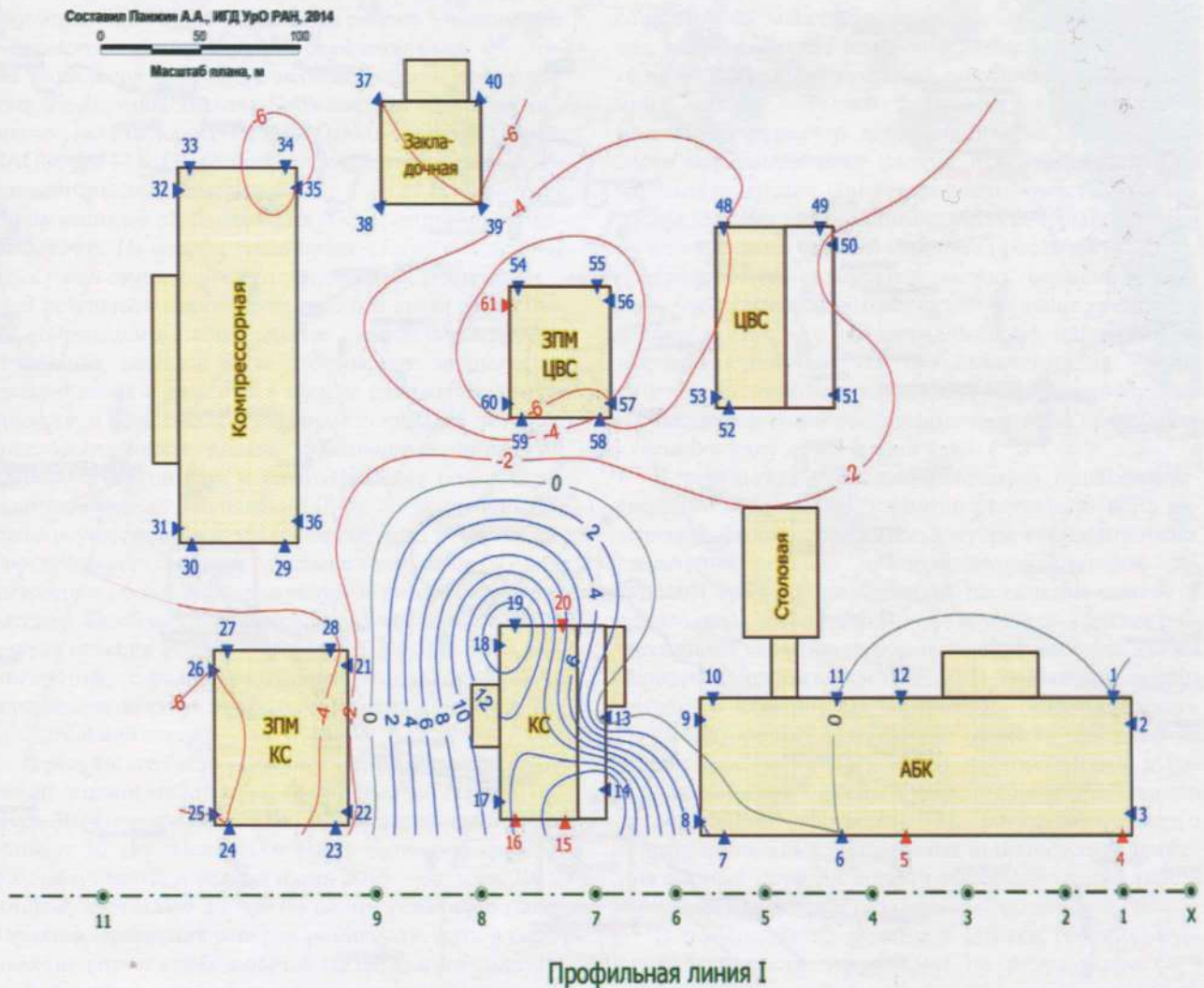


Рис. 3. Изолинии оседаний стеновых реперов промплощадки шахты.



средней и средней энергетике, соответствующие периоду 20 и 40 min. Также четко выражена 120 min составляющая.

При проведении последующих серий инструментальных измерений основной упор был сделан на оценку геодинамической активности породного массива, выраженной в виде трендовых (криповых подвижек). Трендовые движения определяются на основе анализа изменений пространственных приращений координат (векторов)  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  между пунктами геодезических сетей или реперов наблюдательных станций, выполненными в промежутках между повторными циклами измерений. Использование комплексов спутниковой геодезии GPS и GLONASS позволяет определять сдвиги между пунктами мониторинговой геодинамической сети с точностью до 1-3 mm в разовом режиме, при долговременных непрерывных мониторинговых измерениях достигается точность до 0.1 mm/год. Полученные в результате

инструментальных наблюдений деформации интервалов, с использованием математического аппарата механики сплошной среды могут быть преобразованы в тензорное представление деформационного поля с выделением главных компонентов тензора деформаций по методикам, приведенным в [6-7].

В случае, если необходимо определение величин и направлений векторов трендовых движений, геодезическая привязка опорных реперов наблюдательной станции и их абсолютное позиционирование осуществляется от пунктов глобальной сети IGS, пространственное положение которых определяется в динамической системе координат ITRF [8].

На исследуемом участке расположен ряд пунктов геодезической сети, координаты которых были определены в 1989 году (рис. 1). Пункты «Южный», «Александровский», «Центральный», 7281, 7833, 2629, 7916 находятся либо в пределах границ ожидаемой общей зоны влияния горных работ, либо в ее

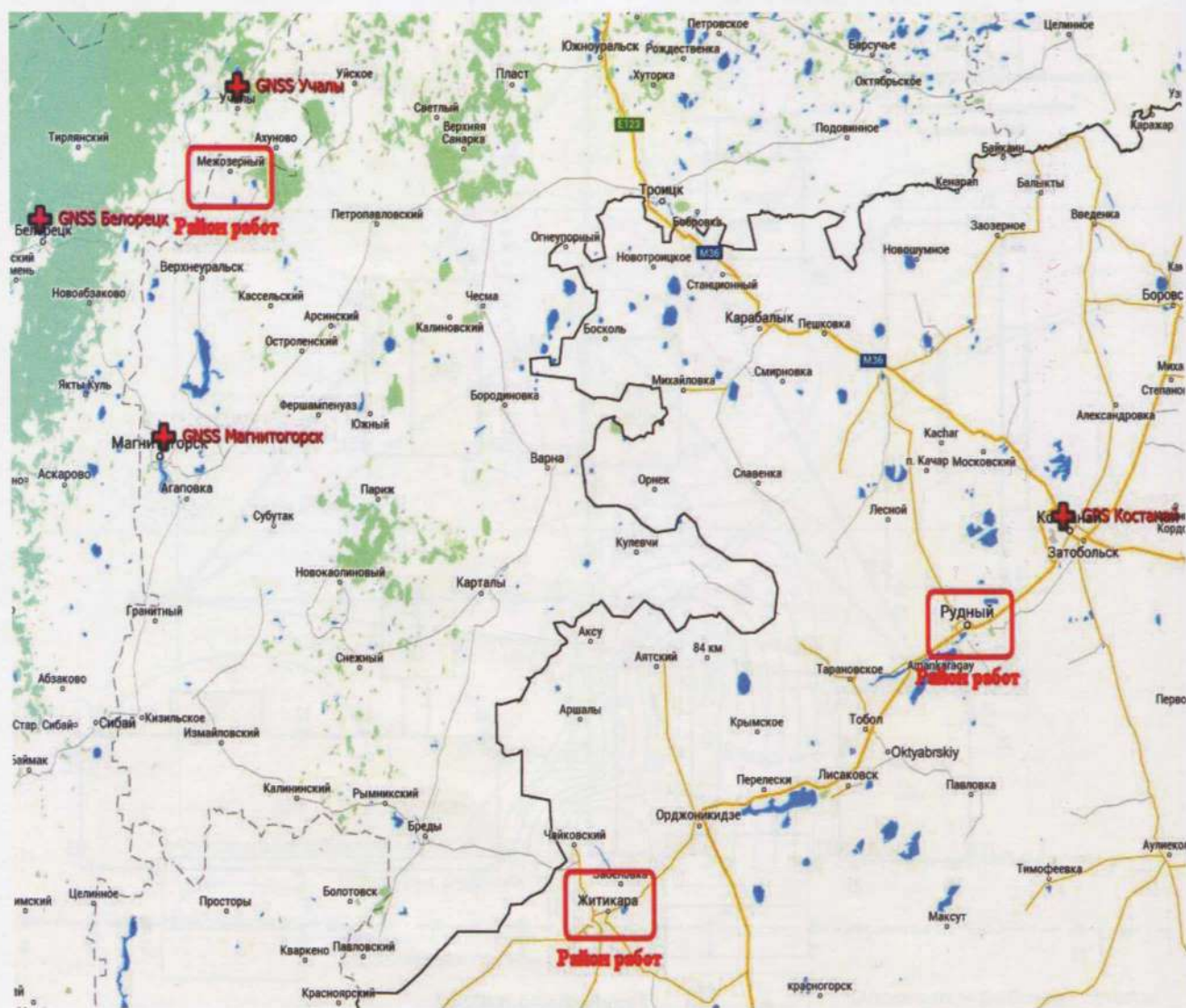


Рис. 4. Схема расположения постоянно действующих GPS-ГЛОНАС станций района Учалинского и Талганского месторождений.



непосредственной близости. Пункт «Табанда» расположен вне области влияния горных работ Узельгинского месторождения. Кроме указанных пунктов геодезической сети производилось координирование ряда реперов наблюдательной станции.

Методика полевых работ включала в себя координирование пунктов геодезической сети и реперов наблюдательной станции от исходного пункта – «Табанда», исходные координаты которого были определены в 1988 г.

Для исследования собственных геодинамических движений исходного пункта триангуляции «Табанды», на который центрируются геодезические построения при исследовании процесса сдвижения на Узельгинском, Талганском и Западно-Озерском месторождения, была решена задача с использованием данных, полученных постоянно действующими GPS-ГЛОНАС станциями, ближайшими из которых являются станции, расположенные в городах Учалы, Белорецк и Магнитогорск (рис. 4), владельцы которых предоставили ИГД УрО РАН необходимые данные.

Геодезическая привязка указанных постоянно действующих GPS-ГЛОНАС станций района Учалинского и Таганского месторождений осуществлялась к пунктам глобальной сети IGS с использованием программного обеспечения Bernese Software. Для привязки постоянно действующих GPS-ГЛОНАС станций UTCH, MAGN, GU44 и GU48 использовались длительные серии непрерывных измерений – от 8 до 10  $d$ , поскольку длины векторов до ближайших IGS станций превышают 1000  $km$ . На втором этапе пункт «Табанды» встраивался уже в существующие геодезические построения.

В результате выполнения данного этапа работ были определены собственные движения пункта «Табанды», которые были учтены при выполнении геодезических измерений в мульде сдвижения Узельгинского и Талганского месторождений. На этом же этапе выполнялся анализ собственных движений опорных пунктов сети и идентификация результатов геодинамических наблюдений [8-9]. На последующем этапе осуществлялось координирование реперов наблюдательной станции, расположенных в мульде сдвижения обоих месторождений и на прилегающем массиве. Наиболее полно представлены измерения за период октябрь 2014 – октябрь 2015 г. По трем выполненным сериям инструментальных измерений определены вектора полных сдвижений реперов наблюдательной станции.

В результате было установлено, что вектора сдвижений имеют небольшие величины, за период октябрь 2014 – октябрь 2015 г. они в основном не превышают 10  $mm$ . Несколько выше величины сдвижений, полученные в период июнь 2015 – октябрь 2015, которые достигают 20  $mm$  по обеим осям координат. Характер сдвижения реперов различный, хотя в большинстве случаев наблюдается согласованное направление векторов, в основном в центральной части мульды сдвижения, так и различающееся по азимуту.

Причем в северной, западной и восточной частях исследуемого участка угол между векторами примерно равен  $90^\circ$ , в южной части наблюдается разнонаправленное движение реперов.

В целом, как и в подземных выработках, сдвижение реперов на земной поверхности происходит неравномерно, на небольших временных интервалах (5 месяцев) скорость перемещений высока, однако она стабилизируется при увеличении временного интервала, что связано как с особенностями дискретного деформирования блочного массива горных пород, так и периодическими изменениями напряженно-деформированного состояния массива [10].

Дискретно-мозаичный характер деформирования массива также подтверждается на графиках главных горизонтальных деформаций участка  $\varepsilon_1 + \varepsilon_2$ , один из которых приведен на рис. 5 в виде тензоров, построенных с использованием методики, приведенной в [11]. Обращают на себя внимание величины деформаций, которые, несмотря на почти в два раза различающиеся величины векторов сдвижений, практически одинаковы для соседних измерений, что обусловлено во многом согласованным направлением взаимного действия векторов сдвижений, кроме этого четко выделяются области повышенных деформаций сжатия. Также наблюдается дискретно-мозаичный характер деформирования массива, области горизонтальных сжатий перемежаются с областями разгрузок. Также проанализирован характер распределения деформаций сдвига, которые, несмотря на визуально схожий характер пространственного распределения, отличаются между сериями в два раза, что подтверждает высказанное выше предположение, о том, что согласованные по направлению взаимного действия вектора сдвижений на Узельгинском месторождении реализуются в основном не в виде деформаций растяжения-сжатия, а преимущественно в виде деформаций сдвига.

В результате проведенной оценки геодинамической активности территории по результатам GPS измерений были определены вектора горизонтальных сдвижений реперов наблюдательной станции, построены графики деформаций растяжения-сжатия и сдвиговых деформаций, установлен дискретно-мозаичный характер деформирования массива. Таким образом, предложенная ИГД УрО РАН схема наблюдательной станции для выполнения геодинамического мониторинга сдвижений земной поверхности Узельгинского и Талганского месторождений в настоящее время полностью удовлетворяет требованию нормативного документа [3], регламентирующего инструментальные наблюдения за процессом сдвижения горных пород и земной поверхности при разработке месторождений подземным способом.

В результате проведенной оценки геодинамической активности территории по результатам GPS измерений были определены вектора горизонтальных сдвижений реперов наблюдательной станции,

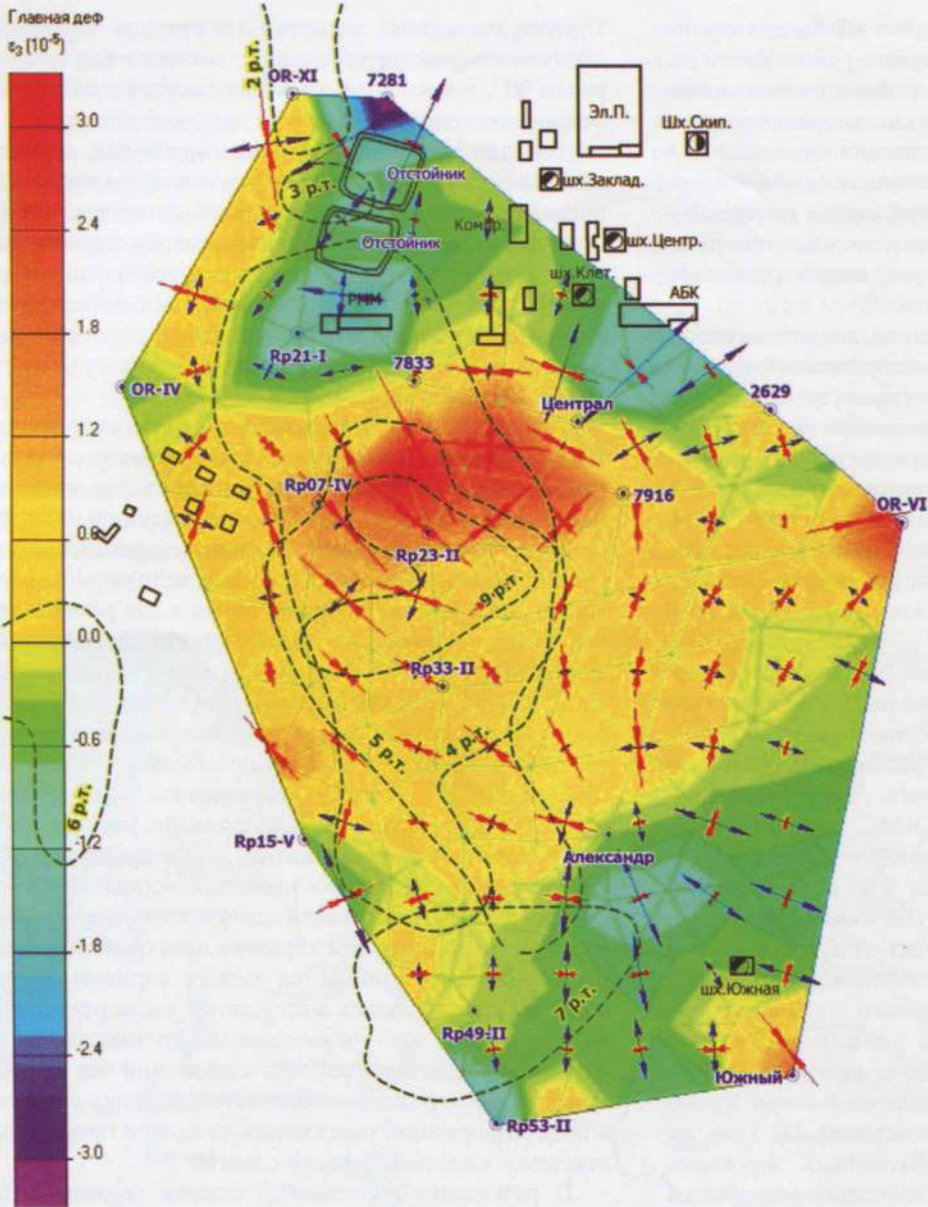


Рис. 5. Главные горизонтальные деформации  $\epsilon_1 + \epsilon_2$ .

построены графики деформаций растяжения-сжатия и сдвиговых деформаций, установлен дискретно-мозаичный характер деформирования массива.

Установлено, что подвижки массива на малых временных промежутках реализуются в основном в виде сдвиговых деформаций, на больших временных базах скорость подвижек стабилизируется.

Прогнозируется, что отработка Узельгинского месторождения с применением твердеющей закладки в дальнейшем вызовет плавное развитие деформационных процессов сдвижения и образование на земной поверхности мульды сдвижения с деформациями, не превышающими допустимых для зданий и сооружений I категории охраны. Однако в реальном породном массиве, имеющем иерархически-блочное строение, не исключается формирование зон повышенных деформаций, вызванных процессами деструкции и

самоорганизации. Реализация сдвижений в виде сдвиговых деформаций при встречном и согласованном направлении векторов перемещений будет способствовать возможности реализации подобного сценария, особенно в центральной и прилегающей к ней части мульды сдвижения.

На Талганском месторождении, многолетние наблюдения также показывают плавный характер сдвижения. Относительные взаимные перемещения пунктов наблюдательной станции минимальны, векторы перемещения сонаправлены.

Сдвиги вдоль тектонических разломов, проходящих через месторождения, не выявлены. С точки зрения современной геодинамической активности, вмещающие породы Талганского месторождения ведут себя как единый блок, не разбитый на более мелкие структурные единицы. Максимальные смещения не велики, но тем не менее заметны, выявляются на локальном уровне, связаны с очистными работами, проводимыми на верхних горизонтах.

На основании вышеизложенного, можно предположить, что и в дальнейшем, сдвигание пород будет проходить плавно, без серьезного ущерба для охраняемых объектов.

Принятая методика инструментальных наблюдений – нивелировка по профильным линиям на земной поверхности и в массиве горных пород, определение горизонтальных деформаций по профильным линиям, нивелировка по стеновым реперам охраняемых зданий, промеры горизонтальных проложений между стеновыми реперами, определение векторов горизонтальных сдвижений по площадной наблюдательной станции – всё это в комплексе позволяет осуществлять контроль на развитие процесса сдвижения и за сохранностью зданий и сооружений на высоком научно-техническом уровне и гарантировать геомеханическую безопасность отработки Узельгинского и Талганского месторождений.



## Библиографический список

1. Панжин А.А. Пространственно-временной геодинамический мониторинг на объектах недропользования. // Горный журнал. -2012. -№1. -С.39-43.
2. Панжин А.А., Панжина Н.А. Об особенностях проведения геодинамического мониторинга при разработке месторождений полезных ископаемых Урала с использованием комплексов спутниковой геодезии. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. -2012. -№6. -С.46-55.
3. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений: утв. Госгортехнадзором СССР 03.07.1986. М: Недра, 1988. – 112 с.
4. Ручкин В.И., Коновалова Ю.П. Изменение напряженно-деформированного состояния геологической среды под воздействием комплекса естественных и техногенных геодинамических факторов на горнодобывающих предприятиях. // Проблемы недропользования. -2015. -№1(4). -С.32-37.
5. Ручкин В.И., Желтышева О.Д. Влияние техногенной нагрузки на динамику напряженно-деформированного состояния массива горных пород. // Проблемы недропользования. -2015. -№1(4). -С.26-31.
6. Ефремов Е.Ю., Желтышева О.Д. Метод определения напряжений на протяженных участках массива горных пород. // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. -2013. -№7. -С.34-39.
7. Сашурин А.Д., Балец А.Е. Совершенствование методики натурных замеров напряженно-деформированного состояния больших участков горного массива. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. -2014. -№11. -С.105-120.
8. Панжин А.А. Решение проблемы выбора опорных реперов при исследовании процесса сдвижения на объектах недропользования. // Маркшейдерия и недропользование. -2012. -№2. -С.51-54.
9. Кузьмин Ю.О. Актуальные проблемы идентификации результатов наблюдений в современной геодинамике. // Физика Земли. -2014. -№5. -С.51-64.
10. Зубков А.В. Периодическое расширение и сжатие Земли как вероятный механизм природных катаклизмов // Литосфера. -2013. -№2. -С.145-156.
11. Панжин А.А., Мазуров Б.Т., Силаева А.А. Визуализация характеристик деформационных полей по данным геодезических наблюдений. // Проблемы недропользования. -2015. -№3(6). -С.13-18.

УДК 553(575.1)072

© Халилов А.А. 2017 г.

## К ПРОБЛЕМЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВ УРАНОНОСНОСТИ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ РАЙОНА ЗИАЭТДИНСКИХ ГОР



**Халилов А.А.,**  
начальник участка методико-аналитических работ ГП «Комплексная геологосъемочная поисковая экспедиция» Госкомгеологии Республики Узбекистан.

*Mazkur maqolada ma'lum ma'dan namoyondalari mineralogiya-geokimyoviy, yana fatsiyalarni va Ziatdin tog'larida bor davri ma'dan kamrovchi yotqiziqalarining epigenetik o'zgarishlari urganish buyicha regional ishlarning asosiy natijalari keltirilgan. Bizning tadqiqotlarimizning ikkinchi bosqichida Sabirsoy va Ketmenchi kabi ma'lum uran konlarida batavsil litologiya-geokimyoviy va strukturaviy tadqiqotlari amalga oshiriladi.*

*O'tkazilgan regional litologik va mineralogiya-geokimyoviy tadqiqotlar asosida ikki turdagilarga ajratilgan:*

*- o'tgan yillardagi dala ekspeditsiyalarining fond ma'lumotlari va "YGTIE" DK ning G'arbiy-Ziatdin tog'lari xududi va ularning cho'qindili chetlari bo'yicha faoliyatidagi loyixasi, quduq kolonkalari xujjatlari, urandorlik, tog' jinslarining litologik xususiyatlari va ularning epigenetik xususiyatlari bo'yicha taqdim qilingan hisoboti materiallarini jamlash, yig'ish;*

*- fatsiyalarni va bor yotqiziqalaridagi epigenetik o'zgarishlarni aniqlash maqsadida burg'i quduqining kern mahsulotlarini o'rganish.*

**Tayanch iboralar:** *Markaziy Q'izilkum, Ziatdin, kon, uran, minerallashuv, bo'r davri, ma'dan kamrivchi yotqiziqalar.*



*This article presents the main results of mineralogical-geochemical, as well as regional works on the study of facies and epigenetic changes in ore-bearing Cretaceous (chalk) deposits in the Ziaetdin Mountains. Detailed lithological, geochemical and structural studies on the known of Sabirsay and Ketmenchi uranium deposits will be carried out at the second stage of our research.*

*The basis for conducting regional lithological and mineralogical-geochemical studies was laid two types of work:*

*- collecting, summarizing and analyzing the extensive stock of field expeditions of past years and materials on the current project of the State Enterprise "Integrated GSPE" on the territory of West-Ziaetdin mountain structures and their sedimentary surroundings, a column of well documentation, reports on uranium content, lithological features of rocks and their epigenetic changes;*

*- study of the core material of the wells in order to determine facies and epigenetic changes in Cretaceous deposits.*

**Key words:** *Central Kyzylkum, Ziaetdin, ore, uranium, mineralization, Cretaceous period, ore-hosting deposits.*

В данной статье излагаются основные результаты минералого-геохимических, а также региональных работ по изучению фаций и эпигенетических изменений рудовмещающих меловых отложений района Зиаэтинских гор. Детальные литолого-геохимические и структурные исследования на известных здесь урановых месторождениях Сабырсай и Кетменчи будут осуществлены на втором этапе наших исследований.

В основу проведения региональных литологических и минералого-геохимических исследований было положено два типа работ:

- сбор, обобщение и анализ обширного фондового материала полевых экспедиций прошлых лет и материалы по действующему проекту ГП «Комплексная ГСПЭ» по территории Западно-Зиаэтинских горных сооружений и их осадочного обрамления, колонки документаций скважин, данные отчетов по ураноносности, литологическим особенностям пород и их эпигенетическим изменениям;

- изучение ядерного материала скважин с целью определения фаций и эпигенетических изменений меловых отложений.

В поисковых работах участвовали специалисты ГП «Комплексная ГСПЭ».

По итогам многолетних исследований проведенных разными коллективами в предшествующие годы были изучены погоризонтные фациальные палеогеографические карты и карты эпигенетических изменений по району Зирабулак-Зиаэтинских гор различного масштаба для следующих стратиграфических подразделений мелового разреза: нижний альб (континентальная пачка), нижний альб (морская пачка), сеноман (нижняя пачка), сеноман (средняя пачка), сеноман (верхняя пачка), учкудукский горизонт, джейрантуйский горизонт, кендыктыбинский горизонт, сабырсайский горизонт, улусский горизонт, тепаликский горизонт, кампан.

В разрезе мезозойско-кайнозойских отложений обрамления Зирабулак-Зиаэтинских гор выделяется несколько водоносных горизонтов (снизу вверх): нижнеальбский, сеноманский, учкудукский, сабырсайский и кампан-маастрихтский. Они разделены водоупорными породами джейрантуйского, кендыктыбинского и улусского горизонтов. Тепаликский горизонт (сантон), в зависимости от литолого-фациальных особенностей

слагающих его пород, проявляет себя либо как водоупор (на востоке площади, где распространены пестроцветные алевропелиты), либо как водоносный горизонт, гидравлически связанный с отложениями кампанского и сабырсайского горизонта (западная часть района – палеодолина Нурадари). Кендыктыбинский и Улусский горизонты неоднородны по своему литологическому строению. Являясь в целом водоупорами, они на отдельных участках района содержат прослои водонасыщенных песчаников, гидравлически связанных с проницаемыми отложениями сабырсайского и тепаликского горизонтов.

Изучение эпигенетических изменений пород было осуществлено нами для двух продуктивных водоносных горизонтов – сантонского (тепаликский горизонт) и кампанского. Были изучены 123 минералого-геохимические пробы из 11 скважин.

При изучении отобранного материала применялись традиционные методы минералогических исследований: характеристика и описание пород под биноклем, полный полуколичественный минералогический анализ с детальным описанием минералов, их спутников, важнейших аксессуарных минералов песчаной и глинистой фракции, изучение и описание минералов в иммерсии под микроскопом (количественный минералогический анализ) легкой и тяжелой фракции, а так же, специализированные методы исследований – рентгеноструктурный фазовый анализ для определения состава и количества глинистых и сопутствующих минералов, масс-спектральный анализ с индуктивно связанной плазмой для количественного определения комплекса рудных элементов, количественный рентгенофлуоресцентный анализ на 6 элементов, а также для объективной геохимической характеристики эпигенетических зон, отобранные пробы были проанализированы методами мокрой химии на формы  $Fe$  и  $S$ ,  $CO_2$ ,  $C_{орг}$ ,  $P_2O_5$ ,  $U^{+6}$ ,  $U^{+4}$ .

При этом выделялись и прослеживались на площади эпигенетические новообразования как окислительного (поверхностная лимонитизация, пластовая лимонитизация), так и восстановительного характера (пиритизация, битумизация, карбонатизация, кремнение, аргиллизация, обеление, красноцветное ожелезнение). На карты выносились также точки фактического материала, контуры рудоносных зон и зон с



**МЕСТОРОЖДЕНИЕ САБЫРСАЙ**  
**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УРАНА, ФОРМ ЖЕЛЕЗА И ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ**  
**В ПЕСЧАНИКАХ САБЫРСАЙСКОГО ГОРИЗОНТА ИЗ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ ЗОН**  
 составил: А.А.Халилов

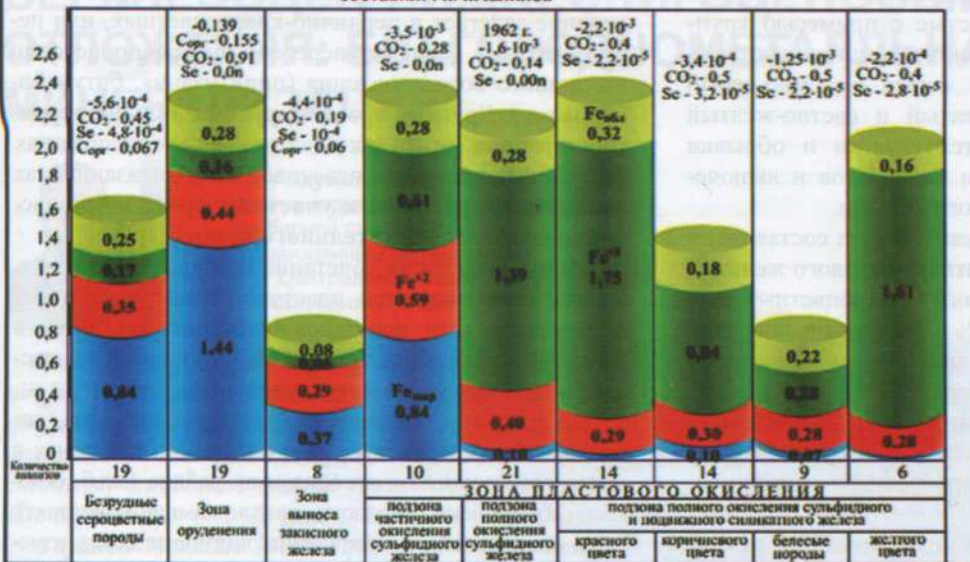


Рис. 1. Распределение форм железа, CO<sub>2</sub>, С<sub>орг</sub> в песчаниках кампана Западно-Зиаэтинской площади.

повышенными содержаниями урана, изолинии глубин залегания кровли данного горизонта от поверхности. Карты подобного рода содержат комплекс сведений необходимый для оценки перспектив района на выявление пастобразных эпигенетических месторождений, связанных с зонами пластового окисления, и потому являются погоризонтными картами прогнозов на данный тип оруденения.

Оценка перспектив района на трещинное и пластово-надтрещинное урановое оруденение, не связанное с зонами пластового окисления, нами проведена не была, в связи с отсутствием в настоящее время разработанных методов прогнозирования подобного оруденения в осадочных отложениях Кызылкумской провинции.

Проведение такого прогнозирования – задача будущих исследований.

Проведенные исследования установили, что зоны пластового окисления в меловых отложениях района Зирабулак-Зиаэтинских гор пользуются весьма широким распространением. Они контролируют размещение уранового оруденения на месторождениях Сабырсай и Кетменчи, на рудопоявлениях Тутак, Майзак, Айрытам, Тепалик, Сукайты, Рабиджан, Сыпки и др.

Пластовоокисленные зоны в отложениях альба и сеномана развиты преимущественно на южных склонах Зиаэтинского и Зирабулакского поднятий; пластовоокисленные зоны в отложениях сабырсайского горизонта – на северных. Наиболее широким площадным развитием характеризуются зоны пластовой лимонитизации в верхних горизонтах мела (кампан-маастрехт). Здесь ширина этих зон от выходов водоносных горизонтов на поверхность достигает 10-15 км.

Эпигенетические изменения восстановительного характера в меловых отложениях Зирабулак-

Зиаэтинских гор составляют тот же комплекс новообразований, что и на остальной территории Центрально-Кызылкумской провинции. Это – пиритизация, битумизация, карбонатизация, аргиллизация. Однако здесь эти изменения выражены более ярко и охватывают значительно большие площади, чем в северных районах провинции. Для рассматриваемого района характерно также разнообразие проявлений и обилие стадий выделения битумов.

Материал для изучения отбирался из дубликатов керновых проб поисково-разведочных скважин, вскрывающих без-

рудные сероцветные и лимонитизированные породы, а также породы рудной зоны, включающей следующие подзоны: ореол рассеяния урана; ореол рассеяния урана и селена; ореол рассеяния селена; урановые руды; селеновые руды.

Пробы из отложений сантона в основной массе представлены средне-мелкозернистыми песками, с примесью крупнозернистого и гравийного материала, окрашенными в сероцветной части разреза в светло-серый, реже серый цвет.

Лимонитизированные (окисленные) пески характеризуются желтой и светло-желтой окраской. Для сероцветно окрашенных песков характерен желтоватый оттенок, что может указывать на слабую восстановленность первичных пород.

В песках из отложений сантона встречаются ступки, обрывки и окатыши алевролитов и глин, округлые выделения карбонатов и включения фосфоритов в виде костного детрита.

Содержание валового железа в безрудных и рудных песках составляет в среднем 0,41-3,95%, двухвалентного валового железа – 0,18-0,90% (70-75% от валового) в сероцветных песках, уменьшаясь до 0,23-1,18% (25-31% от валового), в лимонитизированных песках, трехвалентного железа – 0,02-0,07% (5-7% от валового) в сероцветах, увеличиваясь в 0,49-2,26% (51-60% от валового) в лимонитизированных песках, сульфидного в среднем 0,03-0,26% (8-22% от валового) в сероцветных песках, понижаясь до 0,05-0,07% (2-6% от валового) в лимонитизированных.

В сероцветных и лимонитизированных рудных и безрудных песках CO<sub>2</sub> содержится в количестве в среднем 0,4-3,1%, С<sub>орг</sub> – 0,07-0,42%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,07-0,18% и S<sub>вал</sub> – 0,04-0,33%.



Пробы из отложений кампана представлены песками, глинистыми, карбонатно-глинистыми и карбонатными песчаниками и алевролитами.

Пески средне-мелкозернистые с примесью крупнозернистой разности и гравийного материала окрашены в светло-серый, серый, темно-серый (сероцветные породы) и желтый и светло-желтый цвета. В песках наблюдаются сгустки и обрывки алевролитов и глин, желваки карбонатов и включения фосфоритов в виде костного детрита.<sup>1</sup>

Содержание валового железа в песках составляет в среднем 0,9-2,41%, двухвалентного валового железа – 0,61-2,35% (76-84% от валового) в сероцветных песках, уменьшаясь до 0,20-0,29% (24-26% от валового) в лимонитизированных песках, трехвалентного железа – 0,05% (3-6% от валового) в сероцветах, увеличиваясь до 0,37-0,66% (59-62% от валового) в лимонитизированных песках, сульфидного железа в среднем 0,06-0,08% (3-6% от валового) в сероцветных и лимонитизированных песках.

В сероцветных и лимонитизированных песках  $CO_2$  содержится в количестве в среднем 0,65-3,96%,  $C_{орг}$  – 0,14-0,33%,  $P_2O_5$  – 0,06-0,26% и  $S_{вал}$  – 0,03-0,08%.

Наиболее широко изменения восстановительного характера развиты в нижних горизонтах мелового разреза, в особенности под региональными водоупорами – на месторождении Кетменчи – в отложениях сеномана и учкудукского горизонта под джейрантуйскими глинами, на месторождении Сабырсай – в кровле одноименного горизонта под улусскими глинами.

В плане эпигенетические изменения восстановительного характера образуют поля с замкнутыми контурами, изолированные от нефтегазоносной Бухаро-Хивинской провинции и тяготеющие к зонам разрывных нарушений. В разрезе для них характерны пластово-надтрещинные тела иногда типа столбообразных образований, что позволяет считать, что эпигенетические изменения восстановительного характера в районе Зирабулак-Зиаэтдинских гор были сформированы, так же как и на остальной территории Центрально-Кызылкумской провинции, восходящими флюидами специализированного состава, поступавшими в водоносные горизонты осадочного чехла по разрывным нарушениям из палеозойского фундамента.

Все известные в настоящее время в районе промышленные рудные залежи связаны с отложениями нижнего альба, сеномана, коньяка (сабырсайский горизонт) сантона и кампана. При этом только в отложениях нижнего альба урановое оруденение, приуро-

ченное к границам зоны пластовой лимонитизации, связано с угленосными отложениями – пример месторождение Кетменчи. Во всех остальных случаях оруденение залегает в первично-красноцветных, или пестроцветных осадках, переработанных процессами вторичного восстановления (пиритизация, битумизация и т.д.). Другими словами, **рудные узлы** на территории района Зирабулак-Зиаэтдинских гор в пределах фронта выклинивания пластовой лимонитизации, как правило, **приурочены к участкам проявления восходящего восстановительного процесса.**

Метод выделения сочетания не одного, как ранее, а двух признаков: зон пластового окисления и зон эпигенетического восстановления положен нами в основу выделения перспективных площадей на песчаниковый тип уранового оруденения.

Предлагается создание новой карты прогноза, где одновременно отражены: зоны пластового окисления в основных проницаемых горизонтах района (альб, сеноман, сабырсайский горизонт, сантон, кампан-маастрихт), поля максимального проявления эпигенетических изменений восстановительного характера, устанавливаемых на разных участках в отложениях сантона, сабырсайского горизонта и верхней пачки сеномана; основные дизъюнктивные структуры района; контуры ураноносных зон с промышленным оруденением и более низкими концентрациями металла; изолинии глубин залегания кровли отложений мела от поверхности; границы распространения отложений альба, сеномана и сабырсайского горизонта и, немаловажно – предполагаемый источник в металлоносных толщах палеозойского фундамента.

Таким образом, выделение первоочередных перспективных площадей для поисков скрытых на глубине месторождений песчаникового типа в районе Зиаэтдинских и Зирабулакских гор, целесообразно проводить с учетом трех основных признаков:

- наличие зон пластового окисления (современных или древних);
- наличие очагов развития эпигенетических изменений восстановительного характера (пиритизация, битумизация, карбонатизация, окремнение, аргиллизация, обеление, красноцветное ожелезнение);
- наличие поисковых признаков уранового оруденения.

Площади характеризующиеся сочетанием всех трех перечисленных признаков, относятся нами к первоочередным, те участки, где один или два из названных признаков отсутствуют, рассматриваются как перспективные площади второй или третьей очереди.

#### Библиографический список

1. Методы изучения урановых месторождений в осадочных и метаморфических толщах. // Под ред. Белевцева Я.Н., Данчева В.И. – М.: Недра. 1985.
2. Холодов В.Н. К проблеме генезиса полезных ископаемых элизионных впадин. Челекен-Боядагская гидротермальная система. // Литология и полез. ископаемые. 1991. № 2. С. 104-124.
3. Печенкин И.Г., Печенкин В.Г. Благородные металлы при эпигенетическом рудообразовании в осадочном чехле молодых платформ. // Материалы Всероссийского симпозиума «Геология, генезис и вопросы освоения комплексных месторождений благородных металлов». – М.: ООО «СВЯЗЬ-ПРИНТ», 2002. С. 112-124.
4. Шмариович Е.М. Экзогенные урановые месторождения. Избранные труды. ФГУП «ВИМС». Москва. 2007.



## ВЕРХНЕЭОЦЕН-НИЖНЕОЛИГОЦЕНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ: БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ



**Абдумоминов Ш.А.**,  
начальник отдела Государственной  
пробирной палаты Агентства  
по драгоценным металлам при  
Центральном банке  
Республики Узбекистан.

*Toshkent bo'yi xududining yuq'orieotsen-pastkioligotsen kvarsli qumlari va gravelitlari Oxangaron daryosining o'ng qirg'og'i va Angren-Apartakdan boshlab Akcha-Shavazsoy va Azatbosh-Tavaksoy maydoniga qarab cho'zilgan. Dengiz qirg'oqlari kamari bu klastik cho'kindi tog' jinrlarining kollektoridir (uvalangan kvarsli qumlar, kvarsli qumtoshlar, gravelitlar va boshqalar), ularga cho'kindi asl metalli mineral belgilari xamrox bo'ladi (Au, Pt, Pd va boshq'alar). O' zlashtirish istiqbollari mavjud fatsial cho'kindi hosilalarning qiyofasi va qazilma boyliklari bilan birga uchrovchi formatsion turlar orasida genetik bog'liqlik o'rnatilgan.*

**Tayanch iboralar:** *kvarsli qumlar, kvarsli qumtoshlar, gravelitlar, molassalar, Toshkent bo'yi xududi, Chotqol-Qurama zonasi, dengiz qirg'oq bo'yi (litoral) sochma yotqizilari, aslmetall mineralizatsiyasi, resurslar.*

*Upper Eocene - Lower Oligocene quartz sands and gravelites of the Pritashkent region are traced from the starboard side of the upper reaches of the Akhangaran river and Angren-Apartarak in the direction of Akcha-Shavazsay and Azatbosh-Tavaksay square. The belt of sea coasts is a collector of clastic sedimentary rocks (loose quartz sands, quartz sandstones, gravelites, etc.), accompanied by sedimentary manifestations of noble metal mineralization (Au, Pt, Pd, etc.). A genetic relationship has been established between the facial appearance of sedimentary formations and the formation type of associated minerals with the prospects for their development.*

**Key words:** *quartz sand, quartz sandstones, gravelites, molasses, Pritashkent region, Chatkalo-Kuramin zone, coastal-marine (littoral) placers, noble metal mineralization, resources.*

С конца XIX века по настоящее время (2015-2017 гг.) проводилось изучение кайназойской истории геологического развития территории При-ташкентского района. Палеогеновые формации выгодно отличаются разнообразием рудных и нерудных полезных ископаемых осадочно-морских условий формирования.

Авторы работ [1-3] палеогеновые формации рассматривают как перспективные на нефть, газ, горючие сланцы, озокерит, самородную серу, гипс, целестин, кварцевые пески, а также редкие и редкоземельные минералы, медь, марганец и благородные металлы. Осадочные третичные (палеогеновые) отложения Восточнокураминской региональной зоны [3] совместно с медистыми песчаниками содержат значимую золотоносность (золотомедный тип).

В узкой обрамляющей полосе Чаткало-Кураминской активной континентальной окраины непосредственно примыкают зоны фациальных поясов (от подгорновеерных до волноприбойных), переходящие в равнинообразовательные. В зависимости от палеогеографических и палеотектонических условий [4, 5] формируется в литоральных отложениях (кварцевые пески и песчаники, гравелиты) благороднометалльная минерализация.

Сводная стратиграфическая схема палеоген-неогеновых отложений Средней Азии [5] с эоценом и низами верхнего плиоцена – эпоха относительного тектонического затишья и время накопления верхне-эоцен-нижнеолигоценовых отложений связывает комплекс сопутствующих с ними проявлений полезных ископаемых. «Относительное» затишье в эоценовых морских отложениях наступает к середине олигоцена [6]. В осадочно-морских продуктах накопление рудных материалов происходило при наличии соответствующих источников (Чаткало-Кураминская зона). В среднем-позднем олигоцене (ханабадские, сумсарские и шурысайские слои), миоцене (массагеттогапские слои) происходит активизация территории. В равниннодолинных и подгорновеерных фациях моласс осадконакопления сменяются на озерно-болотные типы, которые фациально принадлежат веернорусловым отложениям. Полимиктовые кварцевые пески и песчаники, гравелиты формируются на стыках границы подгорновеерной (пролювий) с аллювиальной зонами.

Постгеосинклинальным (платформенным) продуктам, которые связываются с активным гидродинамическим режимом (механическая форма дифференциации в седиментационном накоплении благороднометалльных полезных ископаемых [4]) – осадочные



морские олигомиктовые пески и гравелиты (ипрлотет и нижнеледские ритмосвиты).

В геологическом развитии эоцена тектонический (ритмические чередования во времени) режим сопровождался проявлением трансгрессии и регрессии моря. Сузакские, туркестанские и исфаринско-ханабадские слои [7] представляют однообразные по составам монтмориллонитовые глины, кварцевые пески с фауной нормальной морской солености. Заметная регрессия моря происходила в алайское (средний эоцен) и риштанское (середина верхнего эоцена) времена. В разрезах среднего эоцена присутствуют остатки пеплового материала вулканического происхождения, а также продукты их разложения (пески, Приташкентский район).

Кварцевые и кварц-полевошпатовые пески, гравелиты принадлежат к осадкам подгорновеерного фациального пояса (волноприбойная фациальная зона), которая охватывает прибрежные шлировые формации (волноприбойная субформация). Эти отложения размещаются в пределах Арашан-Ангренской, Иерташ-Ангрен-Апартакской и Шавазсай-Верхнеаксагатинской до Таваксай (Азатбаш) – Хумсанской площадей. В каждом отдельном фациальном поясе происходила сортировка (механическая дифференциация) терригенного (псаммитового) материала с накоплением оруденения. По металлоносности на золото и платиновые металлы псаммитолиты (размерности минерального обломочного материала от 0,1 до 1,0) несколько отличаются, связанные с несходством сортировки нерудного терригенного компонента (олигомиктовые и полимиктовые пески).

В пределах подгорновеерного пояса терригенный кварц накапливается в наземнотерригенной (равниннодолинной) субформации. Литогенный кварц в верхнеэоцен-олигоценовых отложениях подвергается структурным изменениям, отличаясь от минерала из соответствующего источника ближнего сноса благородных металлов (рис. 1). Зависимость размещения оруденения золота и платиновых металлов осадочно-морского происхождения определяется от удаленности подгорновеерного пояса и наземнотерригенных субформаций. Светлые (белые), светло-серые и серые разнотерригенные, нередко, гравелитистые кварцевые и менее полимиктовые пески образуют потенциальный ресурс на благороднометалльные минеральные компоненты [8].

Согласно [7] терригенный материал дальнего сноса на палеогеновом отрезке времени, поставлялся (главным образом, обломочный петрогенный материал) из Киргизского нагорья, Северного Тянь-Шаня, Казахского щита, Мугуджарских гор (рис. 2). В кварцевых песках и галечниках  $P_2^3$ - $P_3^1$  вышекларковые содержания *Au*, *Ag* и платиновых металлов (*Pt*, *Pd*, *Rh* и др.) являются продуктами глубокого химического выветривания и разложения (вулканоплутонических ассоциаций), коренных золото-серебруродных, медно (золото)-порфирировых, серебро-мышьяковых и др.

рудных формаций – носители примесных минеральных форм благородных металлов.

В.И. Попов и др. [9] вводят коэффициент геохимической вероятности элемента (*K*), который выражает разность между кларком элемента для осредненной питающей материковой магматической породы (*M*) и комплексным кларком в осредненной материковой осадочной породе (*S*) при изучении формирования осадочно-морских месторождений. В осадочных месторождениях относительно высокая концентрация элементов наделяет геохимический коэффициент положительной значимостью ( $K^+$ ), когда накапливается в эндогенных месторождениях отрицательный (*K*) и при равенстве вероятностей концентрации в каждом рудном субъекте – нулевой ( $K^0$ ). В этой связи, кварцевые пески и гравелиты накапливают *Au* и платиновые металлы из исходных пород. Верхнепалеозойские вулканоплутонические комплексы Чаткало-Кураминской зоны с геохимической и аксессуарно-минеральной специализацией на *Au* и платиновые металлы [10] с их эпимагматогенными производными способны обеспечить накопление терригенных  $P_2^3$ - $P_3^1$  отложений и комплекса сопутствующей благороднометалльной минерализации.

**Литолого-фациальный статус  $P_2^3$ - $P_3^1$  отложений и их благороднометалльность.**

Предгорная часть Приташкентского района Чаткало-Кураминского палеоподнятия северные, северо-западные, юго-западные и южные оконечности состоят из отложенных палеогеновых формаций, объединенные в последовательные фациальные пояса и зоны. Терригенный ряд формаций представляют молассовые и шлировые формации, в которых преобладают осадочно-морские – прибрежные (литоральные) отложения (волноприбойные, мелкозаливные и подводнодельтовые).

*Волноприбойная субформация* объединяет верхнеипрлотет-ледский, частично латгорфский ритмосвиты. Литоральная пачка состоит из кварцевых песков и песчаников, со слойчатостью, ходами илоедов, отложениями гравелитов (кремниевые, опал-халцедоновые, кварцевые).

Прибойноиловым отложениям (до десяти *m*) принадлежат зеленовато-серые глины монтмориллонитового состава с морской фауной. В прибойнозастойной обстановке формировались неслойчатые глинистые пелиты (мощностью от 10 до 15 *m*) с остатками обугленных органических веществ.

В Приташкентском районе полимиктовые (кварц-полевошпатовые) пески месторождений Азатбаш, Майское, Красный водопад и др. принадлежат [7] дельтовым отложениям (алайские слои), полимиктовые пески [8] и песчаники с гравием связывают с прибрежными морскими образованиями мелководного моря, временами опреснявшегося в аридной климатической обстановке.

Кварцевые пески и песчаники, гравий (кремень, роговик кварцевый и опало-халцедоновый, яшма, агат) являются продуктами высокой дифференциации



терригенного осадка, пластовые залежи которых (верхний лютет-ледский и ладгорфский ритмосвиты) содержат рудные (*Au, Pt, Pd, Cu, Sn, Nb, Ta, Zr* и др.) и нерудные минеральные компоненты. Прибрежно-морские россыпи магнетита, ильменита, рутила, циркона пространственно ассоциируют с осадочными проявлениями золота и платиновых металлов.

Кварцевые пески  $P_2^3$ - $P_3^1$  и сопутствующие им минералы благородных металлов – продукты «механической» дифференциации [11]. В восстановительной обстановке накапливаются рудные элементы (*Cu, Mo, Re, Sc, V, U* и др.), которые представляют хемогенные, биохимогенные и сорбционные формы нахождения. Минералы «тяжелой» фракции – продукты активных морских гидродинамических режимов. В осадочном рудообразовании по фациальному профилю (пачкам) происходит по схеме *Au, Pt, Pd, Fe, Ti, Ba* → *Cu, Mo, Re, Pb, Zn* → *Mn, REE+Y, U* → последовательное расслаивание минеральных компонентов. На территории распространения терригенных отложений с востока на запад происходит минеральная (геохимическая) сепарация рудного вещества. Терригенные материалы (продукты дробления, истирания, разделения) сменяются на хемогенно-сорбционные. На этой основе  $P_2^3$ - $P_3^1$  отложения по металлоносности на золото и платиновые металлы получают следующие характерные особенности:

1. Кайназойские отложения Приташкентского района выделяются специализацией на мономинеральные кварцевые пески, потенциально продуктивные на золото и платиновые металлы.

2. Кварцевые пески и гравелиты (Юсупташ, Иерташ, Ангрэн-Апартак) содержат фациальные показатели их формирования (волноприбойная и мелкозаливная субформации). Зерна породообразующего кварца являются продуктами механической и химической переработки исходных материнских зерен. Литоральные осадки (Азатбаш, Красный водопад, Майское), состоящие из полимиктовых песков (кварц-полевощпатовый состав, мелкозернистость) образовались в неспокойной геодинамической обстановке. Водосборные площади подвергались интенсивной механической денудации.

3. Кварцевые пески с благороднометалльной нагрузкой не содержат признаки эпигенетических (наложенных) преобразований осадка.

**Кварцевые пески, песчаники, гравелиты: минеральный статус благороднометалльного оруденения.**

Кварцевые пески и песчаники, гравелиты, кроме кварца и полевых шпатов содержат около 120 рудных и нерудных минералов [12]. В них по распространенности ведущие места принадлежат самородным металлам (сплавы, интерметаллиды и др.) (табл. 2), на которые с окислами и гидроокислами приходится до 50% от общего количества минералов, далее характерны сульфиды, арсениды, теллуриды и сульфотеллуриды (30%), сульфаты (2%), силикаты и карбонаты (10%), фториды (1%), фосфаты (6,5%), вольфраматы (0,5%).

Из благородных металлов преобладают минералы золота (золото самородное, порпедит, электрум, кюстелит). Минералы платиновых металлов (табл. 1) – самородная платина (ферроплатина, поликсен), изоферроплатина, а также присутствуют минералы палладия.

Минералы *Fe* ( $\alpha$ -*Fe* или феррит, пирит, марказит, арсенопирит) также образуют окисные формы (магнетит, гематит, гетит, гидрогетит, ильменит, рутил, мартит). В тяжелых фракциях кварцевых песков и гравелитов участвуют минералы урана (ураненит, ураноторит и другие неназванные минералы – уранобариевые и урано-железистые гидросиликаты), минералы *REE+Y* (монацит, ксенотим, *Ce+Y* и *Y* – апатиты), вольфрама (вольфрамит, шеелит и др.).

**Минералы Au-Ag ряда.** Кварцевые пески и гравелиты верхнеэоцен-нижнеолигоцена (прибрежно-морские, литоральные) рассматриваются носителями металлов *Au-Ag* ряда. В псаммитолитах благороднометалльное оруденение представлено в форме тонкодисперсных (от наноразмерностей до 1-10 *mkm*) размерностей. Их диагностика предусматривает использование химико-аналитических определений. «Тяжелая» фракция кварцевых песков и песчаников обогащена содержаниями минералов благородных металлов. В форме примесей также образуют включения в составах матрицы углеродисто-гидроокисей железа. Минералы благородных металлов в форме включений присутствуют в халцедон-опалах и халцедонах. Тонкодисперсное золото в повышенных (до 2-10 *g/t*) концентрациях отмечается в составах халцедона. Минерал значительно обогащен примесями золота [13]. Это связано со значительной коллоидной «емкостью» минерала, а также в составе  $\alpha$ -кварца с упорядоченной (повышенной кристалличностью) золото локализуется в микротрещинах (дислокации «притягивают» примеси *Au*, платиновых металлов и др.).

В верхнеэоцен-нижнеолигоценовых отложениях оруденение золота выделяется следующими особенностями: 1) формирование оруденения происходило в прибрежно-морской (литоральной) фациальной обстановке; 2) минеральные размерности выделений золота – от менее 0,01 до 0,05-0,1 ; 3) форма (облик), характер поверхности – комковатые выделения, почковидно округлые зерна; поверхности золотин ямчато-бугристые, коррозионные; 4) текстура микроконкреционная; структура сегментарно-секториальная; 5) пробности 750-950‰, 750-1000, 500-750, 100-500; 6) элементы-примеси – *Fe, Cu, Pb, Zn, Bi, Pt, Pd*; 7) источники (предполагаемые объекты сноса) – акцессорные знаки самородного золота из верхнепалеозойских гранитоидов,  $C_2$  (карамзарский комплекс) [10], месторождения *Au-Ag* и *Au-Te* формаций [3].

**Платиновые металлы.** В кварцевых песках и гравелитах платиновые металлы (преимущественно минералы *Pd* и *Pt*) находятся в форме самородных выделений; интерметаллических соединений (природные сплавы). В процессе изучения минеральных составов оруденения выявлены неназванные минералы *Pd* [12]:



ИМ – 2016 – 01 – E: *AgPdZn*,

ИМ – 2016 – 02 – E: *PdZn*.

С самородными *Pt* и *Pd* тесно ассоциируют самородные *Au*, *Ag*, *Cu*, *Pb*, *Sn*, а также палладистое золото, палладий-цинкистое серебро, цинкистый палладий. В кварцевых песках платиновые металлы преимущественно находятся в дисперсно- и субдисперсных формах. Платиновые металлы и золото переносятся потоками восстановленных флюидов, откладываясь в самородных формах [14]. В палеогеновых отложениях Приташкентского района в прибрежно-морских (литоральных) породах благородные металлы также накапливаются в *Fe-Si-U* [3]. Совместно с *Au* и платиновыми металлами (табл. 3) присутствуют *Cu*, *Ca*, *Ni*, *Ag*, *Te*, *Se*, *Hg* и др. рудные компоненты.

#### Выводы.

1. Чаткальская и Кураминская зоны обладают наличием соответствующих источников золота и платиновых металлов, в дезинтеграции и высвобождении которых участвуют континентальные породы и руды (аксессуары продуктивных верхнепалеозойских гранитоидов и золото-серебряные месторождения), физическое и химическое выветривание которых сопровождается накоплением россыпеобразующих формаций. Золото-кварцевые, золото-сульфидные, медно-порфиновые, серебро-арсенидные, серебро-полиметаллические, скарново-золото-медно-молибденовые и др. рудные формации служили источниками формирования и накопления в терригенных (литоральных) верхнеэоцено-нижнеолигоценовых подгорноверных фациальных поясах (терригенно-шиловых формации, волноприбойной субформации) благороднометаллических типов оруднения.

2. В верхнеэоцен-нижнеолигоценовых отложениях нахождение золота и платиновых металлов в практически значимых количествах представлено в самороднометаллической формах, размерности (от менее 0,01 до 0,1) минеральных выделений определяют металлогеническую значимость территории Приташкентского района.

3. В прибрежно-морских (литоральных) верхнеэоцен-нижнеолигоценовых отложениях (волноприбойная, мелкозаливная терригенная и подводнодельтовая субформации) размещаются багороднометаллические типы оруднения.

4. В верхнеэоцен-нижнеолигоценовых кварцевых песках и гравелитах благороднометаллическое оруднение от правого борга верховья р. Ахангаран и Ангрена-Апартака прослеживается в сторону Акча-Шавазая и Азатбаш-Таваксайскую площадь.

5. Корродированные (синхронные, эохронные) знаки самородного золота характерны для благороднометаллической минерализации терригенных отложений  $P_2^3-P_3^1$ . Эти особенности самородного золота, платиновых металлов и комплекса других сопутствующих минеральных компонентов проявляют пригодность при стратификации осадочно-морских отложений и определении их продуктивности.

6. Пояс морских побережий – коллектор кластических осадочных пород (рыхлые кварцевые пески, кварцевые песчаники, гравелиты и др.), а также на сопутствующие им осадочные типы благороднометаллической минерализации, с генетической связью между фациальным обликом осадочной толщи и формационным типом сопутствующих полезных ископаемых, палеотектоническими условиями накопления и размещения оруднения, перспективами освоения их ресурсных потенциалов.

#### Библиографический список

1. Троицкий В.И. Итоги комплексного изучения меловых и палеогеновых формаций – важная веха в становлении минерально-сырьевой базы Узбекистана // *Узб. геол. ж.*, 1991, №3. – с. 94-95.
2. Троицкий В.И., Мирзаев А.У. Геодинамическая эволюция океанических бассейнов и складчатых систем фанеразоя Средней Азии – основа прогноза месторождений полезных ископаемых // *Геология и минер. ресурсы*, 2015, №6. – с. 3-16.
3. Игамбердиев Э.Э. Юспташский тип благороднометаллической минерализации на Арашан-Ангреновской территории // *Горный вестник Узбекистана*, 2009, №1 (36). С. 24-26.
4. Гриднеев Н.И. Основные закономерности распределения полезных ископаемых в кайназойских молассах Ферганы // *Геология и полезные ископаемые Узбекистана*. – Т.: Наука, 1964. – с. 101-112.
5. Чедия О.К. Новейшая тектоника и кайназойская история геологического развития Таджикистана // Автореферат диссерт. доктора геол.-мин. наук – Фрунзе: ИГАН Кирг. 1965, 39 с.
6. Беленький Г.А., Миркамалова С.Х. Палеогеография мела и палеогена Приташкентской депрессии – Л.: Недра, 1965. 114 с.
7. Закиров М.З., Гафурджанов С.Г. Кварцевые и кварц-полевошпатовые пески Узбекистана. – Ташкент: Фан, 1983. – 94 с.
8. Абдумомунов Ш.А. Металлоносность верхнеэоцен-нижнеолигоценовых осадочных кварцевых песков и песчаников в Приташкентском районе (Узбекистан) // *Отечественная геология*, 2015, №4 – с. 63-69.
9. Попов В.И. Баланс химических элементов в земной коре и его значение для поисков полезных ископаемых // *Записки Узб. отд. ВМО*, 1963, вып. 15. – Т.: Изд-во АН Узб. С. 9-32.
10. Юсупов Р.Г. Геохимия пород интрузивного магматизма. Ташкент: Фан, 1983. – 143 с.
11. Троицкий В.И. Рэт-юрские отложения Средней Азии (история развития каракорумского ритмокомплекса) // Автореферат док. геол.-мин. наук, – Т.: ТашГУ, 1967, – 40 с.
12. Абдумомунов Ш.А., Султонов П.С., Мирзаев А.У. Литолого-фациальные условия формирования литоральных отложений верхнеэоцен-нижнеолигоцена, их продуктивность на благородные металлы (Приташкентский район, Узбекистан) // *Геология и минер. ресурсы*, 2017, №2.
13. Плюснина И.И. Метаморфические реакции низкотемпературного кремнезема в земной коре. – М.: МГУ, 1983. – 224 с.
14. Гурская Л.И. Платинометаллическое оруднение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. – СПб: ВСЕГЕИ, 2000. – 208 с.
15. Вернадский В.И. Избранные сочинения. – М.: Изд-во АН СССР, 1955, т. II. – 615 с.
16. Попов В.И. История депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня. – Т.: Изд-во Комитета Наук УзССР, 1938. – 415 с.



ИМ – 2016 – 01 – E: *AgPdZn*,

ИМ – 2016 – 02 – E: *PdZn*.

С самородными *Pt* и *Pd* тесно ассоциируют самородные *Au*, *Ag*, *Cu*, *Pb*, *Sn*, а также палладистое золото, палладий-цинкистое серебро, цинкистый палладий. В кварцевых песках платиновые металлы преимущественно находятся в дисперсно- и субдисперсных формах. Платиновые металлы и золото переносятся потоками восстановленных флюидов, откладываясь в самородных формах [14]. В палеогеновых отложениях Приташкентского района в прибрежно-морских (литоральных) породах благородные металлы также накапливаются в *Fe-Si-U* [3]. Совместно с *Au* и платиновыми металлами (табл. 3) присутствуют *Cu*, *Ca*, *Ni*, *Ag*, *Te*, *Se*, *Hg* и др. рудные компоненты.

#### Выводы.

1. Чаткальская и Кураминская зоны обладают наличием соответствующих источников золота и платиновых металлов, в дезинтеграции и высвобождении которых участвуют континентальные породы и руды (аксессуары продуктивных верхнепалеозойских гранитоидов и золото-серебряные месторождения), физическое и химическое выветривание которых сопровождается накоплением россыпеобразующих формаций. Золото-кварцевые, золото-сульфидные, медно-порфировые, серебро-арсенидные, серебро-полиметаллические, скарново-золото-медно-молибденовые и др. рудные формации служили источниками формирования и накопления в терригенных (литоральных) верхнеэоцено-нижнеолигоценовых подгорноверных фациальных поясах (терригенно-шировые формации, волноприбойные субформации) благороднометаллических типов орудинения.

2. В верхнеэоцен-нижнеолигоценовых отложениях нахождение золота и платиновых металлов в практически значимых количествах представлено в самороднометаллической формах, размерности (от менее 0,01 до 0,1) минеральных выделений определяют металлогеническую значимость территории Приташкентского района.

3. В прибрежно-морских (литоральных) верхнеэоцен-нижнеолигоценовых отложениях (волноприбойная, мелкозаливная терригенная и подводнодельтовая субформации) размещаются багорудометаллические типы орудинения.

4. В верхнеэоцен-нижнеолигоценовых кварцевых песках и гравелитах благороднометаллическое орудинение от правого борта верховья р. Ахангаран и Ангрэн-Апартака прослеживается в сторону Акча-Шавазая и Азатбаш-Таваксайскую площадь.

5. Корродированные (синхронные, эохронные) знаки самородного золота характерны для благороднометаллической минерализации терригенных отложений  $P_2^3$ - $P_3^1$ . Эти особенности самородного золота, платиновых металлов и комплекса других сопутствующих минеральных компонентов проявляют пригодность при стратификации осадочно-морских отложений и определении их продуктивности.

6. Пояс морских побережий – коллектор кластических осадочных пород (рыхлые кварцевые пески, кварцевые песчаники, гравелиты и др.), а также на сопутствующие им осадочные типы благороднометаллической минерализации, с генетической связью между фациальным обликом осадочной толщи и формационным типом сопутствующих полезных ископаемых, палеотектоническими условиями накопления и размещения орудинения, перспективами освоения их ресурсных потенциалов.

#### Библиографический список

1. Троицкий В.И. Итоги комплексного изучения меловых и палеогеновых формаций – важная веха в становлении минерально-сырьевой базы Узбекистана // *Узб. геол. ж.*, 1991, №3. – с. 94-95.
2. Троицкий В.И., Мирзаев А.У. Геодинамическая эволюция океанических бассейнов и складчатых систем фанерозоя Средней Азии – основа прогноза месторождений полезных ископаемых // *Геология и минер. ресурсы*, 2015, №6. – с. 3-16.
3. Игамбердиев Э.Э. Юсупташский тип благороднометаллической минерализации на Арашан-Ангрэнской территории // *Горный вестник Узбекистана*, 2009, №1 (36). С. 24-26.
4. Гриднеев Н.И. Основные закономерности распределения полезных ископаемых в кайназойских молассах Ферганы // *Геология и полезные ископаемые Узбекистана*. – Т.: Наука, 1964. – с. 101-112.
5. Чедия О.К. Новейшая тектоника и кайназойская история геологического развития Таджикистана // Автореферат диссерт. доктора геол.-мин. наук – Фрунзе: ИГАН Кирг. 1965, 39 с.
6. Беленький Г.А., Миркамалова С.Х. Палеогеография мела и палеогена Приташкентской депрессии – Л.: Недра, 1965, 114 с.
7. Закиров М.З., Гафурджанов С.Г. Кварцевые и кварц-полевошпатовые пески Узбекистана. – Ташкент: Фан, 1983. – 94 с.
8. Абдумомунов Ш.А. Металлоносность верхнеэоцен-нижнеолигоценовых осадочных кварцевых песков и песчаников в Приташкентском районе (Узбекистан) // *Отечественная геология*, 2015, №4 -с. 63-69.
9. Попов В.И. Баланс химических элементов в земной коре и его значение для поисков полезных ископаемых // *Записки Узб. отд. ВМО*, 1963, вып. 15. –Т.: Изд-во АН Узб. С. 9-32.
10. Юсупов Р.Г. Геохимия пород интрузивного магматизма. Ташкент: Фан, 1983, –143 с.
11. Троицкий В.И. Рэт-юрские отложения Средней Азии (история развития каракорумского ритмокомплекса) // Автореферат док. геол.-мин. наук, –Т.: ТашГУ, 1967, –40 с.
12. Абдумомунов Ш.А., Султонов П.С., Мирзаев А.У. Литолого-фациальные условия формирования литоральных отложений верхнеэоцен-нижнеолигоцена, их продуктивность на благородные металлы (Приташкентский район, Узбекистан) // *Геология и минер. ресурсы*, 2017, №2.
13. Плюснина И.И. Метаморфические реакции низкотемпературного кремнезема в земной коре. –М.: МГУ, 1983. –224 с.
14. Гурская Л.И. Платинородное орудинение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. –СПб: ВСЕ-ГЕИ, 2000, –208 с.
15. Вернадский В.И. Избранные сочинения. –М.: Изд-во АН СССР, 1955, т. II. –615с.
16. Попов В.И. История депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня. –Т.: Изд-во Комитета Наук УзССР, 1938. –415 с.



# МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-МЫШЬЯКОВИСТЫХ РУД УЧАСТКА ДАЙКОВЫЙ КОКПАТАССКОГО РУДНОГО ПОЛЯ



**Хабибуллаева Г.Р.,**  
старший научный сотрудник-  
соискатель ИГиГ  
им. Х.М. Абдуллаева.

*Kokpatas ma'danli maydonidagi Daykoviy hududi oltin-sulfid-margimushli madanlarning mineralogik xususiyatlari aniqlandi. Ma'danni boyitish texnologiyasini ishlab chiqarishda oltinning zaruriy belgilari: uchraydigan shakli, morfologiyasi, o'lchami va uning paragenезisi aniqlandi.*

**Tayanch iboralar:** *Qizilqum, Kokpatas ma'danli maydon, oltin-sulfid-margimushli tur, qiyin boyitiladigan ma'dan, paragenезis, mineralogiya, morfologiya.*

*Mineralogical features of gold-sulphide-arsenic ores of the site of the Dykovy Kokpatas ore field are revealed. The forms of finding gold, morphology, dimension and its paragenesis, which are important for the development of ore enrichment technology, are determined.*

**Key words:** *Kyzylqum, Kokpatas ore field, gold-sulphide-arsenic type, hard ore, paragenesis, mineralogy, morphology.*

Кокпатасское рудное поле расположено на южных склонах Букантау в Центральных Кызылкумах. Месторождение объединяет более 30-ти крупных (Южный I, Ближний, Приконтактовый и др.), мелких участков и карьеров (Восточный, Западный, Широкий, Дайковий и др.). Рудные тела в основном приурочены к субширотным разломам [3]. Золото-сульфидно-мышьяковистая минерализация локализовалась в измененных вулканогенно-осадочных отложениях карашахинской толщи PR(R<sub>1,2</sub>). Труднообогащаемые руды являются проблемой в технологии успешного обогащения. Минералого-геохимический состав участка Дайковий в период 1980-1990 гг. изучали С.Я. Клемперт, И.В. Королева, Э.Б. Бертман, С.М. Колоскова и др.

В 2013-2014 гг. в связи с необходимостью решения проблем по технологии извлечения золота из упорных руд в ГП «НИИМР» отделе ТПМС нами исследованы четыре технологические пробы из четырех карьеров участка Дайковий, поступившие из ГМЗ-3 НГМК. В задачу исследования входило изучение химического и минерального состава руды, форма нахождения золота и признаков, влияющих на его извлечение [1, 2, 4].

## Минеральный и химический состав сульфидной руды.

Вмещающие породы представлены вулканогенно-осадочными отложениями карашахской толщи (карашахская свита переименована в толщу, по ис-

следованиям З.М. Абдуазимовой и др., 2016 г.) – песчаниками, песчано-кварцитами, алевропесчаниками и углеродистыми сланцами. Метасоматические изменения пород выражаются в окварцевании, карбонатизации, серицитизации, хлоритизации и сульфидизации. Текстура руд вкрапленная и, реже, прожилковая, пятнистая.

Химический и минеральный составы руд приведены в табл. 1 и 2. По результатам силикатного и атомно-абсорбционного анализов, оптических и микронзондовых исследований рассчитан минеральный состав руды (табл. 3). Главными рудными золотосодержащими минералами являются пирит и арсенипирит. Второстепенные сульфиды – сфалерит, халькопирит, галенит, серебристые, железозинковые, ртутьсодержащие блеклые руды (фрейбергит, Fe-Zn, Hg тетраэдрит). Главные породообразующие минералы в рудовмещающих породах кварц, полевые шпаты и продукты их гидротермального изменения (серицит, хлорит, карбонаты, частично, альбит). Жильно-прожилковые минералы – кварц (в основном), карбонаты (доломит, анкерит, кальцит) и, реже, альбит. Акцессорные – апатит, монацит, ксенотим, циркон, рутил. Ценный компонент – золото и попутный – серебро.

Руды из карьеров участка Дайковий незначительно отличаются содержаниями золота и сульфидов.

**Дайковий 1+2** (проба 153) состоит из измененных алевропесчаников и углеродистых сланцев. В оквар-



Таблица 1

## Химический состав руд участка Дайковий

Компонент содержание, %										
Дайковий 1+2, проба 153, горизонт 270										
SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	
48,0	6,5	2,1	0,94	0,068	16,4	5,1	0,52	2,0	3,8	
S <sub>общ.</sub>	S <sub>сульф.</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	-H <sub>2</sub> O	п.п.п.	Au, g/t	Ag, g/t	As	C <sub>опр.</sub>
4,85	4,71	0,34	0,98	4,62	0,2	9,08	2,5	2,2	0,88	3,15
Дайковий 1+2, проба 154, горизонт 270										
SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	
46,0	7,0	1,4	0,86	0,06	17,0	4,48	1,0	3,1	3,2	
S <sub>общ.</sub>	S <sub>сульф.</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	-H <sub>2</sub> O	п.п.п.	Au, g/t	Ag, g/t	As	C <sub>опр.</sub>
5,63	5,57	0,16	0,54	5,06	0,1	10,5	1,66	43,0	0,4	3,52
Дайковий 5, проба 169, горизонт 330										
SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S <sub>общ.</sub>
43,0	6,82	1,98	0,89	0,11	14,25	6,78	4,0	1,0	3,8	4,67
S <sub>сульф.</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	-H <sub>2</sub> O	п.п.п.	Au, g/t	Ag, g/t	As	C <sub>опр.</sub>	
4,25	1,04	0,94	7,92	0,58	12,0	2,27	13,8	0,9	2,52	
Дайковий 3+4, проба 172, горизонт 335										
SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S <sub>общ.</sub>
43,07	5,83	2,88	1,94	0,12	11,25	8,2	4,4	3,0	2,3	4,84
S <sub>сульф.</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	-H <sub>2</sub> O	п.п.п.	Au, g/t	Ag, g/t	As	C <sub>опр.</sub>	
4,76	0,2	1,35	9,46	0,2	12,0	1,8	2,0	0,98	2,91	

Примечание. Анализы малообъемных проб выполнены атомно-абсорбционным и силикатным методами в химической лаборатории ГП «НИИМР».

Таблица 2

## Химический и минеральный состав руд участка Дайковий

Карьер	Номер пробы	Характеристика измененных пород	Содержание, g/t		Содержание, %		
			Au	Ag	S <sub>общ.</sub> SO <sub>3</sub>	As FeAsS	S <sub>сульф.</sub> FeS <sub>2</sub>
Дайковий 1+2	153	Алевропесчаник (средняя проба)	2,21-2,5	1,73 - 2,2	4,85-4,54 0,34-0,05	0,88-0,99 1,9-2,0	4,71-4,54 8,12-7,7
		Алевропесчаник (штуф)	1,8	0,59	3,2 0,25	1,04 2,26	3,1 4,98
		Сульфидный концентрат (класс +1 mm)	9,5	9	32,18 0,38	4,8 ~10,44	~32,03 56,16
		Сульфидный концентрат (класс -1 mm)	20	9,3	30,71 0,63	12,0 26,09	~30,46 47,42
		Мономинеральный пиритовый концентрат	8,36	7,02	42,61 0,2	7,81 16,98	42,59 73,5
	154	Окварцованный углистый сланец (средняя проба)	1,63-1,66	39-43	5,34-5,63 0,05-0,16	0,48-0,4 1,04-0,9	5,34-5,57 10,9-10,1
		Окварцованный углистый сланец (штуф)	0,22	2,3	4,0 0,14	0,18 0,39	4,844 8,93
		Сульфидный концентрат (класс +1 mm)	9,6	650	34,44 0,22	0,92 2,0	34,354 63,59
		Сульфидный концентрат (класс -1 mm)	14	475	33,93 0,27	2,6 ~5,65	33,822 61,25
		Мономинеральный пиритовый концентрат	4,6	100	47,59 <0,1	0,66 1,44	47,57 88,56
Дайковий 5	169	Алевросланец с прослойками песчаника (средняя проба)	1,65-2,27	12-13,8	4,47-4,67 0,36-1,04	0,93-0,9 2	4,11-4,25 ~7,2
		Алевросланец с прослойками песчаника (штуф)	1,4	24	5,5 0,32	1,26 ~2,74	5,372 ~9,05
		Сульфидный концентрат (класс +1 mm)	11	47,5	33,72 0,46	4,8 ~10,44	33,536 58,95
		Сульфидный концентрат (класс -1 mm)	18	37,5	32,38 0,26	11,2 24,05	32,276 ~52,02
Дайковий 3+4	172	Алевропесчаник с прослойкой углистого сланца (средняя проба)	1,8-2,4	2-1,59	4,84-4,73 0,2-0,05	0,98-1,17 2,1-2,54	4,76-4,73 ~7,3
		Алевропесчаник с прослойкой углистого сланца (штуф)	1,6	2,3	7,68 0,08	2,0 ~4,35	7,648 ~12,72
		Сульфидный концентрат	10	7	SO <sub>3</sub> =0,5	Нет мат.	Нет мат.



цованных, серицитизированных алевропесчаниках сульфиды образуют прожилковую, вкрапленную, реже гнездовидно-пятнистую текстуру.

Кварц трех разновидностей:

а) кварц I входит в состав породы, зерна размером 0,001-0,05 неправильной, округлой формы;

б) кварц II метасоматический окаймляет интерстиции рудных минералов, находится в ассоциации с серицитом и карбонатом;

в) кварц III тонко-прожилковый, часто с включением альбита. Размер его зерен от 0,1 до 1,0. Форма выделений неправильная, угловатая, ксеноморфная. Альбит в прожилке размером 0,05-0,25. В породе плагиоклаз кислого состава и имеет зерна разного размера.

Серицит и карбонат развиваются по полевым шпатам, образуют тонкозернисто-чешуйчатые выделения и землистую массу. В метасоматите распределение рудных и нерудных минералов неравномерное, в среднем, %: пирита ~ 8; арсенопирита ~ 2; кварца ~ 21; серицита – 32,2; хлорита – 1,5; карбонатов – 9; углеродистых веществ ~ 3-3,5; Au ~ 2,5 g/t, Ag – 2,2 g/t. В отдельных местах метасоматита, где ярко выражены процесс окварцевания (прожилково-жилковый кварц с включением альбита), наблюдается иное соотношение минералов: кварца и плагиоклаза в два раза больше (~ 45% и соответственно ~ 40%) и наоборот, примерно во столько же раз меньше карбоната (~5%) и главных золотоносных сульфидов (~ 3-4%); Au – 1,8 g/t, Ag ~ 0,6 g/t. Содержание серицита резко падает от ~5 до 10% (см. табл. 1-3).

С гидротермально прожилково-жилковым кварцем ассоциируют сульфиды, сульфосоли Pb, Sb более поздней генерации и в т. ч. поздние тонкокристаллический пирит в форме куба и игольчатый арсенопирит.

**Дайковый 1+2** (проба 154). Пиритизированный, серицитизированный углеродистый сланец с менее развитой кварц-карбонат-арсенопиритовой минерализацией в среднем содержит, %: пирита ~ 10,5; арсенопирита ~ 1; кварца – 14,6; серицита – 27; хлорита – 2,8; карбонатов – 8; углеродистых веществ – 3,5-4; Au – 1,63-1,66 g/t, Ag – 39-43 g/t. Местами содержание сульфидов достигает 15% (из них 90% от общей массы состоит из пирита), а углеродистых веществ ~ 5%. Содержание золота и серебра резко падает до 0,22 g/t и соответственно 2,3 g/t (см. табл. 1-3).

Отметим, что в этой пробе развит пирит более ранней дорудной генерации, который так же, как пирит более поздней генерации, малозначимый на золото, так же, имеет кубические формы выделений, но по сравнению с предыдущими, они более крупные и находятся главным образом в ассоциации с углеродистым веществом. Пирит I, по результатам анализов электронного микронзонда, не имеет примеси As (табл. 4).

Сульфиды образуют линейно вкрапленную и линейно прожилковую текстуру.

**Дайковый 5.** Проба этого карьера представлена измененным алевросланцем с тонкими прослойками и линзами песчаника. Сульфидизированные, карбона-

тизированные, серицитизированные и менее хлоритизированные кварц-полевошпатовые породы имеют включения углеродистых веществ до 2-3%. В усредненной технологической пробе руды содержание, %: пирита ~ 7,2; арсенопирита ~ 2; кварца – 20,7; серицита – 28,8; хлорита – 6; карбонатов – 17,5; Au – 1,65-2,27 g/t, Ag – 12-13,8 g/t.

Распределение минералов в метасоматите в основном неравномерное. В более окварцованных и карбонатизированных местах содержание сульфидов достигает 15%. Содержание Au ниже (1,4 g/t), а Ag, наоборот, в два раза больше (24 g/t), чем в предыдущей. Надо отметить, что сульфиды в пробе Дайковый 5 частично окислены. Степень окисления ~ 2-3%, реже, до 5% (см. табл. 1-3).

**Дайковый 3+4.** Материал этой пробы состоит из сульфидизированного, серицитизированного, карбонатизированного и менее окварцованного и хлоритизированного алевропесчаника (песчано-кварцит), контактирующего с углеродистым сланцем.

Кварц в изученных технологических пробах имеет несколько разновидностей: породообразующий, гидротермально-метасоматический (зернистые и прожилковые аналоги). Часто он образует моно- и биминеральные тонкие секущие и линейно расположенные по сланцеватости кварц, кварц+карбонатные прожилки,  $m=0,1-1,0$ .

Сульфиды образуют вкрапленную, реже, пятнистую и прожилковую текстуру.

Во вмещающей породе распределение рудных и нерудных минералов неравномерное, в среднем, %: пирита – 7,3 (иногда до 13); арсенопирита ~ 2,3 (местами до ~ 4,4); кварца ~ 15; серицита – 9,5; хлорита – 7; карбонатов – 20; углеродистых веществ до 3; Au – 1,8-2,4 g/t; Ag – 1,59-2 g/t.

**Благородные металлы: форма нахождения, распределение.**

**Золото.** В процессе микроскопического наблюдения и анализов электронным микронзондом для золота главной и продуктивной парагенетической ассоциацией является золото-арсенопирит-пиритовая. Основная форма нахождения золота - оптически невидимое (ультра- и тонкодисперсное и т.д.), реже, самородное (видимое) в пирите и арсенопирите.

По результатам исследований, золотоносность проб руды в основном зависит от:

а) степени сульфидизации и особенно сульфидно-мышьяковистой минерализации. В более золотоносных пробах соотношение арсенопирита к пириту примерно 1:2; 1:3; 1:4. При соотношениях 1:5 и более 5 раз наблюдается резкое снижение содержания золота. Эти характерные черты отчетливо проявлены в пробах руд Дайковый 5 и Дайковый 3+4, где  $\sum_{аспу}:\sum_{пу} = 1:2, 1:3$  (см. табл. 2-3);

б) в этих участках по сравнению с Дайковый 1+2, более развит процесс хлоритизации и карбонатизации.

По результатам атомно-абсорбционного анализов в пробах руд участка Дайковый содержание золота ко-



Вещественный состав малообъемных проб участка Дайковский и размеры минеральных зерен

Минерал	Дайковский 1+2		Дайковский 5	Дайковский 3+4	Самородное золото	Ед. зн. ≤0,001	Ед. зн. ≤0,001	Ед. зн. <0,001 -0,002	Ед. зн. <0,001-0,002
	проба 153	проба 154	проба 169	проба 172					
<b>Интерметаллиды:</b> Cu x Zn соединения	Ед. зн. <0,001-0,02	Ед. зн. <0,001-0,05	Ед. зн. <0,001-0,03	Ед. зн. <0,001-0,01					
<b>Сульфиды:</b> Пирит	8,12 0,08-2,0	10,1 0,005-1,5 (0,05-0,3)	-7,2 0,01-1,0	7,3 0,01-1,5 (0,02-0,05)					
Арсенопирит	1,9 0,005-0,5	0,9 0,01-0,2 (0,01-0,1)	-2,0 0,001-0,2 (0,05-0,1)	-2,1 0,005-1,5 (0,3-0,5)					
Халькопирит	Ед. зн.								
	0,001-0,02	0,001-0,1	0,001-0,1	0,001-0,05					
Сфалерит	0,001-0,05	0,001-0,1 (0,01-0,05)		0,001-0,2	0,001-0,05				
Галенит	0,001-0,002	0,001-0,01	0,001-0,007	0,001-0,003					
Антимонит	-	0,001-0,05	-	-					
<b>Сульфосоли, сульфоарсениды</b> Pb-Sb, Ni, Co-As – джемсонит, кобальтин, бурнонит, герсдорфит	Ед. зн. Тонкокристаллические								
<b>Минералы гр. блеклых руд:</b> тетраздрит и его разновидности (Fe-Zn, Hg и т.д.)	Р. зн. 0,001-0,04	Р. зн. 0,01-10,0 (0,01-2,0)	Ед. зн. микронные						
<b>Вторичные рудные минералы зоны окисления :</b>									
Гетит + гидрогетит	Ед. зн. 0,001-0,3	Р. зн. 0,001-0,3	Ч. зн. 0,001-0,4	Ч. зн. 0,001-0,5					
Скородит	Ед. зн. тонкозернистые								
Халькозин	Ед. зн. тонкозернистые								
Ковеллин	Ед. зн. тонкозернистые								
<b>Породообразующие минералы и продукты их изменения</b>									
Кварц	-21,0 0,001-1,0 (0,05-0,2)	14,6 0,001-0,2	-20,7 0,001-0,05	15,2 0,001-0,5					
<b>Полевые шпаты:</b> Плаггиоклазы	18,0 0,05-0,025	28,8 0,001-0,005	8,5 0,001-0,005	25,1 0,001-0,2					
Калиевый полевой шпат	0,6 0,01-0,03	Р. зн. 0,001-0,003	-2,4 0,001-0,005	7,0 0,01-0,1					
<b>Слюды:</b> биотит	Реликты								
серицит	32,2	27,0	28,8	9,5					
	Тонкочешуйчатые								
<b>Хлориты:</b> прохлорит, пеннин и др. Fe разновидности	1,5	2,8	6,0	7,0					
	Тонкочешуйчатые								
<b>Карбонаты:</b> кальцит, анкерит, доломит	9,2 0,001-0,1	-8,0 0,001-0,005	17,5 0,001-0,01	20 0,001-0,05					
Бертнерит и гр. бастнезита	Ед. зн. / Тонкозернистые								
<b>Аксессуары минералы:</b> рутил	-1,0 0,001-0,05	-0,9 <0,001-0,003	-0,9 0,001-0,005	-1,9 0,001-0,01					
Апатит	2,3 0,001-0,1	-1,3 <0,001-0,005	>2,2 0,001-0,005	-1,9 0,001-0,03					
Монацит и др. фосфаты P3	Ед. зн.								
Циркон	0,001-0,05	Тонкозернистые		0,001-0,05					
Ксенотим				0,001-0,01					
Эпидот				0,001-0,05					
<b>Сульфаты:</b> барит и др. сульфаты (ярозит)				-1,0 0,01-0,1	-0,5	-3,0	-0,6 0,001-0,05		
	Тонкозернистые								
Углеродистые в-ва: графит и др. аналоги УВ	-3,0-3,5	3,5-4,0	-2,5-3,0	3,0					
	Коллоидно-тонкозернистые								



Таблица 4

Химический состав рудных минералов участка Дайковский по данным электронного микрозондирования

Номер пробы	Карьер	Содержание химического элемента, %								
		Пробность, %	Au	Ag	Fe	Формула				
<b>Минералы. Самородное золото.</b>										
169	Дайковский 5	821	82,07	15,46		Au <sub>1</sub> Ag				
		842	84,15	15,85		Au <sub>3</sub> Ag				
172	Дайковский 3+4	771	77,10	18,31	4,59	(Au,Fe) <sub>14</sub> Ag <sub>5</sub>				
		765	76,48	18,69	4,83	(Au,Fe) <sub>11</sub> Ag <sub>4</sub>				
<b>Сульфиды: Арсенопирит</b>										
		Fe	As		S	Формула				
153	Дайковский 1+2	34,62	43,69		21,69	FeAs <sub>0,9</sub> S <sub>1,2</sub>				
169	Дайковский 5	34,99	40,47		24,54	FeAs <sub>0,9</sub> S <sub>1,2</sub>				
<b>Пирит</b>										
		Fe	As		S	Формула				
153	Дайковский 1+2	43,74			55,35	FeS <sub>2,16</sub>				
169	Дайковский 5	44,96	3,39		51,64	(Fe,As)S <sub>2,1</sub>				
172	Дайковский 3+4	44,64	0,14*(следы)		55,22	FeS <sub>2,15</sub>				
<b>Халькопирит</b>										
		Cu	Fe		S	Формула				
154	Дайковский 1+2	35,15	36,83		36,95	FeCuS <sub>2</sub>				
172	Дайковский 3+4	34,79	30,45		34,75	FeCuS <sub>2</sub>				
<b>Ag, Fe-Zn и Hg содержащие блеклые руды (из группы тетраэдрита)</b>										
169	Дайковский 5	Fe	Cu	As	S	Ag	Zn	Sb	Hg	Формула
		9,77	27,51		29,71	4,95	4,10	23,97		(Cu,Ag) <sub>2,43</sub> (Fe,Zn) <sub>1,2</sub> Sb <sub>1</sub> S <sub>4,7</sub> или (Cu,Ag) <sub>9,3</sub> (Fe,Zn) <sub>3,6</sub> Sb <sub>3</sub> S <sub>14,1</sub>
		3,42	32,41	0,56	24,90	6,30	4,47	27,93		(Cu,Ag) <sub>10</sub> (Fe, Zn) <sub>2</sub> ·Sb <sub>4</sub> S <sub>13</sub>
154	Дайковский 1+2	2,56	3,11	0,2	23,3	9,96	3,90	28,98		(Cu,Ag) <sub>10</sub> (Fe, Zn) <sub>2</sub> ·Sb <sub>4</sub> S <sub>13</sub>
		4,08	47,60		15,68	0,87	4,57	24,95	2,24	(Cu,Ag) <sub>10</sub> (Fe,Zn,Hg) <sub>2</sub> ·Sb <sub>4</sub> S <sub>13</sub>
		3,67	36,31		23,37	1,20	3,26	29,13	3,05	
		3,96	35,65		23,94	1,21	3,34	29,21	2,69	
		4,57	38,03		21,79	1,16	3,37	28,39	2,69	
		4,09	42,42		18,72		3,74	27,60	2,36	

леблется от 1,63 до 2,5 g/t и продуктах их обогащения от 9,5 до 20 g/t (см. табл.2). Несмотря на это из четырех проб участка Дайковский, в двух аншлифах (из 36 шт.) карьеров Дайковский 5 и Дайковский 3+4, обнаружены единичные микровключения самородного золота в пирите (при увеличении в 500 и 1000 раз). Основная часть золота невидимая, в виде «нано» частиц в пирите и арсенопирите.

Самородное золото из пробы Дайковский 5 находится в мышьяковистом пирите. Оно частично сростается с арсенопиритом и блеклой рудой. Образует золото-арсенопирит-тетраэдритовый микропарагенезис. Форма включения таблитчатая, размер 2,0 *mkm*. Золото умеренно высокопробное – 821-842‰ (рис. 1; см. табл. 4).

Тонкодисперсное золото размером 1,5 *mkm* из пробы участка Дайковский 3+4 футлярообразной формы выделения. Пробность Au – 765-771‰. Оно имеет примесь железа до 4,83%, магнитное (рис. 2; табл. 4).

**Серебро** находится в составе самородного золота от ~ 15,5 до ~18,7%, а также серебросодержащем тетраэдрите (Ag ~ 1,2-6,3%) и фрейбергите (Ag ~ 10%).

#### Сульфиды и их значение в концентрации благородных металлов.

Пробы участка Дайковский относятся к умеренно сульфидному классу руды.

**Пирит.** Наиболее распространенный рудный минерал в золото-сульфидно-мышьяковых рудах проб

участка Дайковский Кокпатасского рудного поля. Он является одним из главнейших концентраторов самородного золота. В рудовмещающих породах наблюдается несколько разновидностей пирита:

Пирит I более ранней генерации. Находится в ассоциации с углеродистым веществом, серицитом, реже, хлоритом. Форма кубическая. Размер кристаллов от 0,05 до 2,0.

Пирит II золотосодержащий, образует послонные, прожилково-вкрапленные и гнездовые скопления. Образует пентагондодекаэдрические и др. сложные формы кристаллов. Часто находится в сростании с арсенопиритом, содержит тонкие включения халькопирита, сфалерита и блеклой руды. Поверхность минерала неровная, губчатая, трещиноватая. Трещины катаклаза залечиваются нерудными минералами. Размер зерен от 0,05 до 1,0. Микровключения самородного золота наблюдались в этой разновидности пирита, золото-арсенопирит-пиритовой парагенетической ассоциации (см. рис.1, 2). Пробность самородного золота в пирите 765-842‰. Пирит имеет примесь As до 3,4%.

Пирит III более поздней генерации, находится в кварц-карбонатных и кварц-карбонат-альбитовых прожилково-жилных образованиях. Он образует хорошо ограненные кубические формы кристаллов. Находится в ассоциации с длиннопризматическими и игольчатыми выделениями арсенопирита.



Рис. 1. Самородное золото (ярко белое) в сростке с арсенипиритом (тускло-белый) и серебросодержащим тетраэдритом (светло-серый) находится в пирите. Пирит имеет примесь As~3,4%. Аншлиф КД-5. Проба 169, Дайковый 5.



Рис. 2. Самородное золото (белое) в пирите. Аншлиф КД 3+4. Проба 172, Дайковый 3+4. Снимки выполнены электронным микроскопом «JEOL JXA 8800-R оператором ИГиГ АН РУз Д.В. Мухамеджановой.

Процессы гипергенного замещения пирита существенного развития в руде не имеют, кроме участка Дайковый 5, где степень окисления до 5%.

**Арсенипирит.** Выделены две разновидности арсенипирита:

Арсенипирит I золотоносный, приурочен к зонам безтитизации. Сложен коротко-призматическими, удлиненно-призматическими, столбчатыми, псевдобираминальными кристаллами. Образует сростки с золотосодержащим пиритом II. Граница сростков часто ровные. Кристаллы слабо катаклазированы. Арсенипирит, в основном, мелкокристаллический. Размеры выделений варьируют от 0,051 до 1,5 преобладают 0,05-0,3.

Арсенипирит и пирит имеют взаимные микровключения, что свидетельствует об их близко одновременном образовании в золото-пирит-арсенипиритовой ассоциации. В арсенипирите, как и в пирите, встречаются тонкие микровключения халькопирита, сфалерита, блеклой руды. Самородного золота в минерале не обнаружено. Благородный металл находится в нем в невидимом состоянии, о чем свидетельствуют ранние исследования по рудам месторождений Кокпатасского рудного поля.

Арсенипирит II отличается от предыдущего своим внешним обликом. Это хорошо ограненные длиннопризматические и игольчатые кристаллы, часто собранные в агрегаты гнездового или прожилкового вида. Размер выделений 0,005-0,1. Приурочен к кварцевым,

кварц-карбонатным прожилково-жильным образованиям и в их зальбандах в ассоциации пиритом III. Эта генерация арсенипирита имеет небольшое распространение.

#### Главные нерудные минералы.

**Кварц.** Выше было упомянуто, что в пробах руды развиты три разновидности кварца – породообразующий, гидротермально метасоматический. В гидротермально прожилково-жильных аналогах кварца в основном наблюдаются включения сульфидов и сульфоселей более поздней генерации.

**Карбонаты** в основном состоят из анкерита, доломита и, реже, кальцита. Они постоянно присутствуют в метасоматитах. Образуют неправильные формы выделения. Совместно с кварцем и, реже, альбитом, слагает секущие, послойные маломощные прожилки. В прожилково-жильных образованиях и в их зальбандах развиваются более поздние сульфиды, в т. ч. арсенипирит и пирит.

#### Выводы.

1. Руды карьеров участка Дайковый относятся к золото-сульфидно-мышьяковистому типу, характерному для Кокпатасского рудного поля.

2. Минералогическими особенностями золота, влияющими на технологию его обогащения, являются: форма нахождения, морфология выделения самородного золота, размеры и сростания его с другими минералами.

3. Ведущая парагенетическая минеральная ассоциация – золото-арсенипирит-пиритовая с видимым самородным и невидимым золотом в пирите и арсенипирите.

#### Библиографический список

1. Дунин-Барковская Э.А., Чеботарева Г.П., Колдаев А.А. и др. Видимое и невидимое золото в рудообразующих системах фанерозоя Тань-Шаня // Проблемы геологии фанерозоя Тань-Шаня. Мат-лы науч. практ. конф. – Ташкен: НУ, 2004. – С. 200-209.
2. Дунин-Барковская Э.А., Хабибуллаева Г.Р. и др. Типоморфизм самородного золота и его минеральных ассоциаций как критерий обогатимости золотосодержащих руд (Узбекистан) // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений. Задачи практических исследований. Т. I. Мат-лы. Всерос. конф., посвящ. 100-летию Н.В. Петровской, –М.: ИГЕМ РАН, 2010. – С. 179-181.
3. Рудные месторождения Узбекистана // Под ред. И.М. Голованова. – Т.:ГИДРОИНГЕО, 2001. –660 с.
4. Хабибуллаева Г.Р. Минеральный состав и парагенезисы минералов золото-сульфидно-мышьяковистых руд участков Западный I и III Кокпатасского рудного поля // Геология и минеральные ресурсы: - 2016. - №5. –С. 43-49.



## ОБВАЛЫ И ОПОЛЗНИ КАК СЛЕДСТВИЕ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ



**Ахмедов М.А.**,  
старший научный сотрудник  
канд. ф.-м. наук института  
механики и сейсмостойкости  
сооружений АН РУз.



**Саямова К.Д.**,  
ведущий научный сотрудник,  
докт. техн. наук института  
механики и сейсмостойкости  
сооружений АН РУз.

*Tog'dagi vaziyatlarda (tog'-kon, konchilik, bo'shliq va hokazo) to'qnashuvlarning sabablari, shuningdek, zilzilalarda o'tish jarayoni va ularning oqibatlari misollari keltirilgan. Suv omborlari va ko'llarda ko'chki to'lqini shakllanishining ma'lum voqealari tahlil qilinadi.*

**Tayach iboralar:** o'pirilish, qulash, zilzila, konchilik ishlari, oqibatlar, suv omborlari, qulash, Qrim, O'rta O'siyoy, yer ko'chishi, kon zarbasi, tebranishlar.

*The reasons for the failure in mountain conditions (mines, mining, emptiness, etc.), as well as examples of landslide processes in earthquakes and their consequences are presented. The known cases of the avalanche waves formation in reservoirs and lakes are analyzed.*

**Key words:** failure, collapse, earthquake, mining, consequences, reservoirs, collapse, Crimea, Central Asia, landslides, rock strike, fluctuations.

**Провальные (или Обвальные)** землетрясения происходят при обрушении подземных пустот, заброшенных рудников, в подземных пещерах или последствием развития крупных оползней. Непосредственная причина колебаний грунта заключается в обрушении кровли шахты или пустот (рис. 1 [1, 2]). После горных работ в земле остаются пустые пространства, кровля которых постепенно оседает. Выше, в пластах, бывают естественные пустоты, образованные действием подземных вод, которые размывают и выносят легкорастворимые породы-залежи каменной соли, гипса, известняков и др. создавая пустоты. В дальнейшем кровля, потеряв опору, проваливается-происходит явление горного удара, от которого возбуждаются сейсмические волны. Горные удары наблюдались в Канаде и особенно Южной Африке. Обвальные землетрясения так же имели место в 1908 году вблизи Риги.

В октябре 1934 г. происходили многочисленные колебания земли на Урале – в районе Губахинского поселка. Первые подземные удары были отмечены 10-11 октября. Затем толчки ощущались и в других днях октября, ноябре и декабре. Но толчки и колебания были слабыми. Отмечены были повреждения штукатурки стен, звенели стекла в окнах, посуда в шкафах вздрагивала и слегка перемещалась. Причиной колебания почвы были глубокие каменноугольные шахты. Большое количество толчков объяснялось тем, что, первые два главных толчка 10-11 октября вызвали колебания, которые нарушили равновесия в других местах этой же или соседних шахт, и

тем самым вызвали дополнительные обвальные землетрясения. Вообще, обвальные землетрясения ограничены не большой площадью и составляют всего 3% от их общего числа и сила их также невелика. Действительно, толчок, раздавшийся в Тюринге (Франция) в 1926 г. ощущался на расстоянии каких-нибудь 40 km и очаг его находился на глубине не более 3 km [3-6]. Обвальные землетрясения возникают также при развитии крупных оползней, которые связаны со смещениями больших масс горных пород по склонам под влиянием гравитационных сил. Объем смещающихся пород достигает сотней миллионов  $m^3$ , а самые крупные оползни имеют объемы, измеряемые миллиардами  $m^3$ . Увеличение расчлененности рельефа, широкое распространение глинистых пород, обладающих низким сопротивлением на сдвиг, повышенное увлажнение пород при выпадении обильных осадков, внутреннее гидродинамическое давление и внешние динамические воздействия (землетрясения и др.) способствуют образованию оползней.

Перу — родина оползней-гигантов, крупнейших в западном полушарии Земли. Ее население постоянно страдает и от неизмеримо меньших по размерам, но таких же смертоносных склоновых смещений.

В марте 1971 г. на северо-востоке Перу, обвал рухнувший в горное озеро, выплеснул массу воды, которая устремилась на расположенный внизу шахтерский поселок Чунгар. В результате этой катастрофы погибло около 1000 человек.

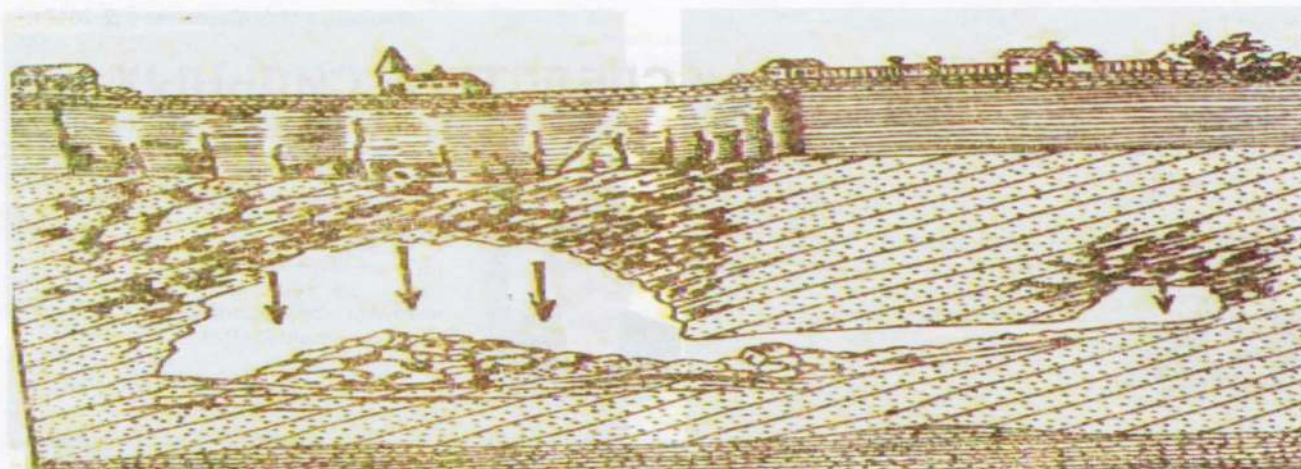


Рис. 1 Обрушение кровли шахты. (Латвия), в Эстонии, Карелии, на северном Кавказе и в др. местах.

Специфической, гляциальной формой обвалов являются так называемые ледовые обвалы. Они связаны с ледниками и представляют собой единовременные

обрушения значительных масс льда со склонов или уступов рельефа как непосредственно на леднике, так и по его фронту. Крупные ледниковые обвалы, как правило, приурочены к ледниковым районам со значительными амплитудами высот и обильной аккумуляцией снега, фирна и льда. Такие условия характерны для горных сооружений Памира, Гималаев, Каракорума, Анд Южной Америки. В России – это главный Кавказский хребет.

Ледовые обвалы могут иметь массовый характер и катастрофические последствия. В Перуанских Андах на г. Уаскаран (6768 м) в 1962 г. висячий край ледника шириной около 1 км и толщиной 30 м обрушился с 700-метровой высоты на лежащий ниже ледник, захватил часть его морены, и огромная масса льда, грязи, камней и воды в виде селя хлынула вниз по склону, сметая все на своем пути. Было полностью разрушено шесть селений и три – частично, погибло 4 тыс. человек, 10 тыс. домашних животных.

В 1970 г. в результате землетрясения произошла еще более страшная катастрофа. Лавина горных пород и льда пронеслась со скоростью около 320 км/ч, обрушилась в долину, погребла под собой города Юнгей и Ранраика и лишила жизни более 18 тыс. человек.

В результате гигантского оползня, образовавшегося 25 апреля 1974 г. на реке Мантаро в Перу, возникли сейсмические волны, эквивалентные

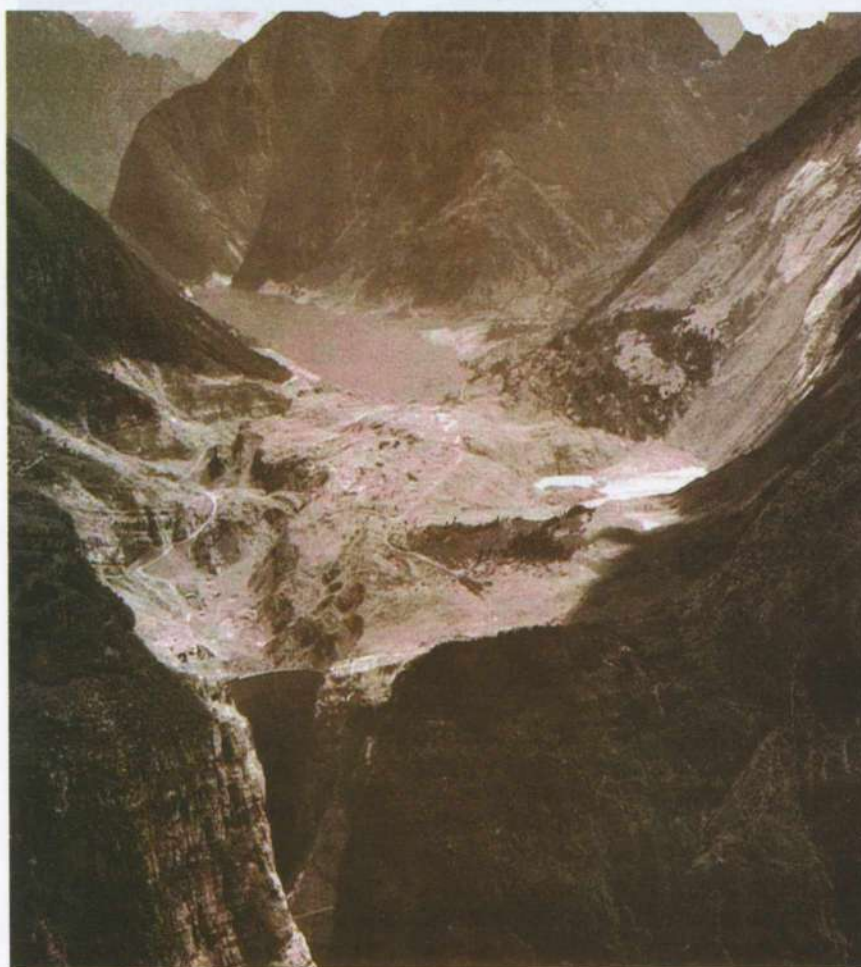


Рис. 2. Водоохранилище, в нижнем левом углу – сама плотина, справа – место, откуда сошел оползень, спустившийся с горы Маунт-Ток [3, 7].



землетрясению с  $M=4,5$ . Оползень с объемом 1,6 млрд.  $m^3$  и был виновником гибели около 450 человек. Колебание продолжалось в течение 3 min. Это соответствовало действительному перемещению оползня на 7 km при скорости порядка 140 km/h [3, 4]. Всего за последние 60 лет в Перу погибли от оползней около 200 тыс. человек. Приведем данные катастрофы 9 октября 1963 г. в водохранилище Вайонт (Италия). Высочайшая в мире арочная плотина высотой 265,5 m, толщиной в верхней части-3,40 и 22,7 m – в нижней, длиной гребня-100,5 m была построена в 1960 году на южном склоне Альп, в узком ущелье реки Вайонт глубиной до 250 m (рис. 2). За три года с момента завершения строительства гидроузла подпруженная река создала Вайонтское водохранилище в 90 km к северу от Венеции. С левого борта водохранилища, с высоты до 1200 m над дном долины, обрушился громадный оползень-обвал, объемом до 360 млн.  $m^3$  скальных пород, со скоростью 15-30,5 m/s. Он перелетел через ущелье Вайонт, не коснувшись его дна и поднялся на правый берег на высоту до 140 m. Оползень вызвал гигантский выплеск и почти полностью вытеснил воду из водохранилища; 114 млн.  $m^3$  воды взметнулось над гребнем плотины чудовищной волной, высотой 264 m; вода поднялась над гребнем плотины почти на 100 m. Образовавшая волна 70 m

высоты ринулась вниз по долине реки Вайонт, сметая все на своем пути. Волна смыла расположенные в ущелье Вайонт служебные помещения обсерватории, где велись тщательные наблюдения за динамикой развития оползня со всем обслуживающим персоналом, и, вырвавшись в главную долину реки Льява, уничтожила города Ложероне [3, 7], Пираго, Вилланова, Ривальта и Фас. Катастрофа привела к гибели 3000 человек. Некоторые другие случаи образования обвальных волн приведены в табл. 1.

Анализ изучения последствий катастрофы показал, что она была вызвана неблагоприятными геологическими условиями, усугубившимися в связи с изменением уровня грунтовых вод из-за обильных дождей с 28.09. по 09.10. и увеличения поверхностного стока. От гидравлического удара было зарегистрировано сейсмическое сотрясение в городах Вене и Брюсселе, однако землетрясение, которое могло бы послужить толчком для возникновения оползня не было.

Обвалы распространены преимущественно в горных областях, прежде всего альпийской складчатости, таких как Крым, Кавказ, горы Средней Азии, Сибири, Дальнего Востока и т.п. Мелкие обвалы происходят и на равнинных территориях на крутых подмываемых берегах в речных долинах.

Некоторые известные случаи образования обвальных волн в водохранилищах и озерах

Таблица 1

Место и дата события	Высота волн, m	Максимальная высота набегаания, m	Тип обвала	Объем обвала $10^6 m^3$
Озеро Ремерфельли (Норвегия), 01.01.1731г.	-	75	Скала, лед	-
Озеро Лангфьорд (Норвегия), 22.02.1756г.	-	40	Скала	12
Озеро Лаурцер (Швейцария), 1806г.	-	Более 20	Скала	30-40
Залив Разочарования, Аляска, 04.07.1905г.	5-6	35	Ледник	-
Озеро Леон (Норвегия) 15.01.1905г.	3	40	Скала	0,35
Давоское озеро (Швейцария), 1923г.	3	-	Скала	0,3
Альнахское озеро (Швейцария), 1931г.	3,2	-	Известковые породы	-
Озеро Квантен (Швейцария), 1946г.	-	6	Известняк	-
Озеро Тафьорд (Норвегия) 07.04.1934г.	-	63	Скала	1,5
Озеро Леон (Норвегия) 13.09.1936г.	1-2	70	Скала	0,95
Залив Литуя, Аляска, 1874г.	-	25	Скала	-
Залив Литуя, Аляска, 1899г.	-	61	-	-
Залив Литуя, Аляска, 1936г.	30-76	150	подводный	-
Залив Литуя, Аляска, 1954г.	-	12	Скала	-
Залив Литуя, Аляска, 09.07.1958г.	33,5	525	Скала	30
Озеро Франклин Рузвельт (США), Терасса Рид, 04.1944-08.1955 г.	-	20	Рыхлый	-
Устье реки Хаук-Крик (США), 27.07.1949 г.	-	20	Рыхлый	-
Водохранилище Пантесс (Италия), 1954 г.	20	-	Скала	3
Водохранилище Вайонт (Италия), 09.10.1963г.	70,1	270	Скала	115
Озеро Кенай, Аляска, 27.03.1964 г.	9	22	Разжиженные осадочные породы	-
Озеро Оберматт (Швейцария), 1964 г.	6-7	25	Скала	0,07
Водохранилище Фурнас (Бразилия), 12.01.1969 г.	-	20	Скала	-
Красноярское (Россия) (водохранилище, 1970 г.	-	-	Скала	-



Вероятность возникновения особенно крупных обвалов возрастает на территориях с глубокорасчлененным рельефом, с увеличением высоты и крутизны склонов, с нарушенностью пород трещинами средней густоты, особенно наклоненными к основанию склонов или откосов. Созданию крупных и грандиозных обвалов способствуют сильные землетрясения. Разрушительная сила обрушившихся пород возрастает с увеличением высоты падения, поскольку от этого зависят скорость падения и сила удара.

Обвалы крупного масштаба при сильных землетрясениях, могут привести к существенному изменению ландшафта. Так, в результате Гоби-Алтайского землетрясения 4 декабря 1957 г. силой в эпицентре 12 баллов сг. Хурень-онь по системе широтных трещин обрушилась масса горных пород объемом около 200 млн. м<sup>3</sup>. Обвал срезал почти половину горы, образовав вертикальный обрыв высотой около 300 м.

При этом на интенсивность процесса волнообразования в водохранилище влияли следующие факторы:

- общий объем обрушившейся массы горных пород;
- общее время обрушения и его средняя скорость;
- протяженность фронта обрушения;
- характер вхождения обрушающихся пород в воду, причем наибольший интерес представляет быстрое обрушение и оползание значительных объемов грунта. Предполагается, что время обрушения быстрых оползней лежит в интервале от десятков секунд до нескольких (1-5) min, а скорости могут достигать десятков м.

Проведение своевременных оценок технического состояния сооружений например, водохранилищ (водонапорное сооружение) и их окружающего ландшафта (береговые склоны) и разработка соответствующих мероприятий по их усилению дает возможность предотвратить их возможное разрушение [7], тем самым обеспечивая их устойчивую работу при различного рода ЧС.

#### Библиографический список

1. Али-Заде А.А. Земля и землетрясение. – Баку. 1960.-162 с.
2. Авакян Г.Е. Люди и горы. М.: Мысль, 1989. – 231 с.
3. Ахмедов М.А., Саямова К. Дж. Анализ воздействия оползневых процессов на водохранилища, озера, водоемы при землетрясениях. Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. Т. 1, №2, 2017. С. -53-60.
4. Ахмедов М.А. Землетрясение, последствия, защита.- Ташкент, ТашТГУ, 2016.-350 с.
5. Антонов В.И. Водные ресурсы и проблемы Арала, окружающая среда. Ташкент, "Университет" 2000. -С. 19-39.
6. Хромовских В.С. Каменный дракон. М: Мысль, 1984. -153 с.
7. Саямова К.Д., Рашидов Т.Р. и др. Рекомендации по оценке и снижению сейсмического риска для гидротехнических сооружений (грунтовых плотин). Ташкент. 2016. -44 с.



## МИНЕРАЛОГО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СУЛЬФИДНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОКПАТАС, ДАУГЫЗТАУ И ПРОДУКТОВ ИХ ОБОГАЩЕНИЯ



Санакулов К.С.,  
генеральный директор  
ГП «Навоийский горно-  
металлургический комбинат»,  
докт. техн. наук, профессор.



Ткаченко Е.С.,  
заместитель начальника  
технологического отдела  
ГП «Навоийский горно-  
металлургический комбинат».

*Maqolada flotatsiyali boyitishning kursatqichlarga tasir etuvchi faktorlar va keyingi Kokpatas va Daugustau konlariga qarashli slyuda-glinali minerallardan tashkil topgan flotokonsentratni qayta ishlash texnologik operatsiyalari keltirilgan bo'lib, yuqoridagi masalalar yechimi dolzarb masala bo'lib texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini va oltinni ajratib olishni oshiradi.*

**Tayach iboralar:** sulfidli ruda, ruda teksturasi, oltin, aralashma, mineral tarkib, qayta ishlash texnologiyasi, flotokonsentratni biooksidlash, sorbtsiyali sianlash, perit, arsenopirit, dala shpati, ruda tayorlash, boyitish, tirkakli ruda.

*The article cites factors influencing the flotation enrichment indexes and subsequent technological operations of processing of the mica clay mineral flotation concentrates contained in significant quantities in the ores of the Kokpatas and Daugzytau deposits, the solution of which is an urgent task for improving the technical and economic performance and completeness of gold extraction.*

**Key words:** sulphide ores, ore texture, gold, content, mineral composition, processing technology, biooxidation of flotation concentrate, sorption cyanidation, pyrite, arsenopyrite, feldspars, ore preparation, enrichment, hardness of ores.

Сульфидные руды месторождений Кокпатас и Даугызтау относятся к упорному золото-мышьяковисто-сульфидному типу. Текстура руд вкрапленная, прожилковая и реже пятнистая. Главными концентраторами золота являются пирит и арсенопирит. Остальные сульфиды (халькопирит, сфалерит, блеклая руда, антимонит) встречаются в редких и единичных знаках. Содержание золота в сульфидах месторождений Кокпатас и Даугызтау изменяется в широких пределах. В Кокпатаасской руде выделены микрочастицы самородного золота крупностью <0,001-0,006. Самыми широко распространенными нерудными минералами являются гидрослюда (серицит), кварц, полевые шпаты, карбонаты и хлориты. Также присутствуют углеродистые вещества и глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит). Акцессорные минералы представлены апатитом, монацитом, ксенотимом, рутилом [1, 2]. Минеральный состав руд месторождений Кокпатас и Даугызтау представлен на рис. 1 и 2.

При качественном сходстве минерального состава руд месторождений Кокпатас и Даугызтау, минеральные компоненты в них отличаются в количественном отношении. Так в рудах Кокпатаса в 1,6 раза выше содержание карбонатов, в 1,7 раза меньше углистого вещества, в 1,5 ниже содержание кварца, в 1,6 раза больше сульфидов, в 3 раза выше мышьяковистость.

Технология переработки сульфидных руд Кокпатас и Даугызтау в условиях Навоийского ГМК предусматривает их флотационное обогащение, с последующим биоокислением флотоконцентрата и сорбционным цианированием биокека.

На рис. 3 и 4 показан минеральный состав флотоконцентратов, полученных при обогащении руд Кокпатас и Даугызтау в производственных условиях.

Как видно из рис. 3 и 4 флотоконцентраты очень схожи по минеральному составу, поэтому в производственных условиях объединяются и перерабатываются по единой схеме. Содержание рудных минералов во флотоконцентратах составляет ≈40%, нерудных ≈60% (из них слюдисто-глинистых 21-23%).

Минералы, составляющие флотоконцентраты, по данным микроскопических исследований, находятся в следующем виде:

*Пирит* представлен зернами размером от 0,007 до 0,2 кубической и пентагондодекаэдрической формы. В пирите включения углистых и слюдистых частиц.

*Арсенопирит* встречается в виде отдельных призматических кристаллов толщиной от <0,05 до 0,13, а также в сростаках с пиритом; присутствуют включения нерудных и углистых частиц.

*Углистое вещество* находится в виде овальных неправильных скоплений размером до 0,3 и рассеян-



Рис. 1. Минеральный состав руд Кокпатас.



Рис. 2. Минеральный состав руд Даугызтау.

ных частиц размером менее 0,003. В скоплениях угlistого вещества изобилие сульфидов размером менее 0,001.

Кварц представлен угловатыми зернами до 0,007-0,12 в глинисто-сульфидном агрегате, также срastается с гидрослюдами и рудными минералами.

Полевые шпаты (плаггиоклазы) представлены зернами размером <0,005 до 0,2. Повсеместно по плаггиоклазу развивается гидросерицит, хлорит, эпидот, глинистые минералы.

Гидрослюда (гидросерицит) самый распространенный нерудный минерал, встречается в виде отдельных чешуек и пластинок размером до 0,007x0,003, а также в виде скоплений в угlistо-глинистом сульфидном агрегате размером до 0,15x0,07.

Карбонаты представлены кальцитом, доломитом, анкеритом, размером зерен 0,03-0,1.

Хлорит представлен пластинками размером 0,01x0,04. Мелкочешуйчатые агрегативные срastания тесно ассоциируют со слюдой и полевым шпатом.

Глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит) образуют смесь с угlistым материалом, гидрослюдой, сульфидами, а также находятся в виде свободных частиц, размером менее 0,003 [3].

В качестве особенностей минерального состава руд и флотоконцентратов Кокпатас и Даугызтау ока-

зывающих влияние на показатели обогащения, можно выделить:

высокое содержание породообразующих слюдисто-глинистых минералов и силикатов. Так, содержание этих минералов в рудах Кокпатаса варьируется в интервале 39,0-46,8% (среднее 44,5%), а в рудах Даугызтау 42,0-62,0% (среднее 51,1%).

Золотоносные сульфиды особенно хорошо развиты в серицитизированных участках породы (гидрослюдах). Особенно, тонкие выделения сульфидов располагаются между чешуями слюдисто-глинистых (и угlistо-глинистых) агрегатов, образуя с ними тесные сростки.

Данные особенности обуславливают трудности технологического характера при рудоподготовке и обогащении руд, выражающиеся в следующем:

а) свойства высокой шламуемости слюдисто-глинистых минералов и угlistых веществ обуславливают повышенную вязкость пульпы, что затрудняет ведение процесса флотации и требует обеспечения повышенного разжижения пульпы;

б) диспергированные в объеме пульпы тонкие частицы алюмосиликатов проявляют сорбционную активность в отношении флотореагентов вызывая их повышенный расход, а также имеют высокую флотационную активность, тем самым значительно снижая качество концентратов и увеличивая их объем за счет разубоживания;



Рис. 3. Минеральный состав флотоконцентрата Кокпатас.



Рис. 4. Минеральный состав флотоконцентрата Даугызтау.



с) с учетом чрезвычайно тонкой вкрапленности и тесноты срастания мелких сульфидов в углисто-слюдисто-глинистых агрегатах, требуется применение тонкого измельчения руд перед флотацией и дополнительного измельчения флотоконцентратов перед биовыщелачиванием для обеспечения полноты вскрытия сульфидов.

Крупность получаемых флотоконцентратов, направляемых на биовыщелачивание составляет  $\approx 95\%$  класса  $-0,071$ , при этом содержание класса  $-0,02 \approx 67\%$ . Высокое содержание тонкодисперсных минеральных частиц, обладающих большой удельной поверхностью, за счет их адсорбционной активности, может отрицательно сказываться при сорбционном цианировании кеков биовыщелачивания. При этом адсорбционная способность проявляется по отношению, как к свободному цианиду, так и золотоцианистому комплексу, вызывая повышенный расход цианидов и потери золота с хвостами сорбции. Согласно проведенным Иргиредметом исследованиям, относительная сорбционная активность биокеков, составляет  $71\%$ , также установлено, что доля золота сорбированного рудной массой в хвостах сорбции может достигать  $40\%$  [4].

Таким образом, вышеуказанные особенности технологических свойств породообразующих минералов безусловно могут рассматриваться как дополнительный фактор упорности руд Кокпатас и Даугызтау.

Снижение отрицательного влияния глинисто-слудистых минералов на показатели переработки руд может считаться перспективным направлением при совершенствовании схем и режимов ведения технологических процессов.

При этом развитие технологических схем переработки может происходить в следующих направлениях:

а) обесшламливание (дезинтеграция) исходных руд перед измельчением и флотационным обогащением, с выделением шламистого продукта, с последующей переработкой в отдельном цикле (или направлением в отвал при достижении отвальных содержаний);

б) обесшламливание флотоконцентратов, с переработкой шламов в отдельном цикле;

с) применение в цикле флотации специальных реагентов депрессоров для подавления флотоактивности шламов породообразующих минералов.

Наиболее простым и эффективным способом минимизации отрицательного влияния флотоактивных алюмосиликатов является применение реагентов диспергаторов-депрессоров при перемешивании флотоконцентратов или в основной флотации. Хорошим подавителем серицитовых, углисто-сланцевых шламов и глин является карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)-водорастворимая натриевая соль эфира целлюлозы. Механизм подавляющего действия КМЦ связан с гидрофилизацией поверхности силикатов. Расход КМЦ обычно составляет  $0,5-1,0$   $kg/t$ ; при таком расходе золото и сульфиды не подавляются. Кроме того, при применении КМЦ получают легко стгуающиеся конечные продукты флотации.

Для проверки сравнительной эффективности применения КМЦ при флотации руд Кокпатас и Даугызтау проведены лабораторные исследования. Опыты проводились по схеме, включающей измельчение руд до крупности  $85\%$  класса  $-0,74$ , две основных, одну контрольную и одну перечистную операции флотации. В качестве собирателя использовался бутиловый кстантогенат калия в содовой среде, в качестве активатора-медный купорос, в качестве аполярного собирателя-веретенное масло, вспениватель-реагент Т-92. Опыты по флотации проводились параллельно, в неизменном реагентном режиме, без подачи КМЦ и с её подачей в основную флотацию с расходом  $500$   $g/t$  (табл. 1).

Как видно из данных, приведенных в табл. 1 сравнительно высокие технологические показатели получены при применении КМЦ. За счет депрессии минералов вмещающих пород снижается выход концентрата и повышается его качество, при этом извлечение золота в концентраты остается на одном уровне.

Следует отметить, что затраты на переработку упорных золотосульфидных концентратов весьма велики. При выходе концентрата более  $10\%$ , затраты на его переработку обычно превышают расходы на первичное обогащение руды. Из этого следует, что снижение выхода концентрата играет важную роль в экономике переработки руд. Для сравнения показателей дальнейшей переработки флотоконцентратов полученных с применением КМЦ (и без её применения), полученные флотоконцентраты были подвергнуты окислительному обжигу при температуре  $550-650^{\circ}C$  с последующим сорбционным цианированием огарков при  $J:T=2:1$ , концентрации  $NaCN-0,1\%$ , загрузке анионита  $2\%$  от боёма пульпы в течение  $24$   $h$  (табл. 2).

**Таблица 1**  
Сравнительные результаты опытов флотации руд с применением КМЦ.

Наименование продукта	Выход, %	Содержание Au, g/t	Извлечение, %
<b>Флотация руд Кокпатас (без подачи КМЦ)</b>			
Концентрат	11,5	11,9	79,45
Хвосты	88,5	0,4	20,55
Руда	100	1,72	100,00
<b>Флотация руд Кокпатас с применением КМЦ 500 g/t</b>			
Концентрат	6,4	21,32	79,32
Хвосты	93,6	0,38	20,68
Руда	100	1,72	100,00
<b>Флотация руд Даугызтау (без подачи КМЦ)</b>			
Концентрат	8,7	18,6	78,00
Хвосты	91,3	0,5	22,00
Руда	100	2,07	100,00
<b>Флотация руд Даугызтау с применением КМЦ 500 g/t</b>			
Концентрат	7,2	22,69	78,93
Хвосты	92,8	0,47	21,07
Руда	100	2,07	100



**Таблица 2**  
**Результаты сорбционного цианирования огарков обжига флотоконцентратов.**

Наименование продукта	Содержание Au, g/t		Извлечение на смолу, %
	в исх.	в хвостах сорбции	
Огарок флотоконцентрата Даугызтау (без КМЦ)	18,6	3,4	81,72
Огарок флотоконцентрата Даугызтау (с КМЦ)	27,4	3,4	87,59
Огарок флотоконцентрата Кокпатас (без КМЦ)	12,6	3,6	71,43
Огарок флотоконцентрата Кокпатас (с КМЦ)	24,7	4,3	82,59

Как показывают результаты табл. 2, при сопоставимом содержании золота в хвостах сорбционного цианирования, извлечение золота из огарков флото-

концентратов, полученных при подавлении минералов вмещающих пород, значительно выше. Так, прирост извлечения при цианировании огарков флотоконцентратов Даугызтау составляет 5,89%, Кокпатаса - 11,1%. Повышение извлечения очевидно связано со снижением доли сорбционно-активных шламов вмещающих пород, депрессированных действием КМЦ.

Таким образом, слюдисто-глинистые минералы, содержащиеся в значительных количествах в рудах месторождений Кокпатас и Даугызтау оказывают существенное отрицательное влияние на показатели флотационного обогащения и последующие технологические операции переработки флотоконцентратов. Совершенствование технологии переработки руд в направлении минимизации отрицательного влияния шламов глинисто-слюдистых минералов является актуальной задачей для повышения технико-экономических показателей и полноты извлечения золота.

**Библиографический список**

1. Санакулов К.С., Эргашев У.А. Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд Кызылкумов. – Ташкент: ГП «НИИМР», 2013. – 297 с.
2. Ахмедов Х. и др. Минералогические исследования глинистых минералов сульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау и оценка их влияния на технологические процессы. Отчет ГП «НИИМР», Ташкент, 2016.
3. Цой В.Д. и др. Минералого-геохимическое изучение исходного концентрата, продуктов биоокисления и цианирования ГМЗ-3. Отчет ГП «НИИМР», Ташкент, 2016.
4. Муллоев В.М. Обследование состояния технологии ГМЗ-3 и проведение лабораторных экспериментов для повышения извлечения золота. Отчет ОАО «Иргиредмет», 2011.
5. Санакулов К.С., Зимин А.В., Арустамян М.А., Нагаева С.П. Минералогические особенности материалов после биоокисления флотоконцентрата. Горный журнал. 2016 №11 С. 20-25.



## ПОЛУЧЕНИЕ ДВУОКСИ МАРГАНЦА ПО СХЕМЕ АЗОТНОКИСЛОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СЫРЬЯ



Костюк Ю.М.,  
инженер аналитической  
лаборатории ЦНИЛ НГМК.



Петухов О.Ф.,  
зам. начальника ЦНИЛ по  
науке, канд. техн. наук.



Серова Е.С.,  
начальник аналитической  
лаборатории ЦНИЛ.



Рузиев Б.Т.,  
начальник ГТЛ по урану  
ЦНИЛ НГМК.

*Ferromargansning azotkislotali ajralishi bo'yicha laboratoriya ishlarining natijalari taqdim etilgan.  $MnO_2$  ni ishlab chiqarish uchun laboratoriya sxemasi tasvirlangan. Ferromargansni ajralishi uchun azot kislotasining sarfi aniqlandi. Ko'pik paydo bo'lishini bartaraf etish va eritmalarni temirdan tozalash usuli keltirilgan. Margans konsentratini (ferromargansni) azotkislotali ajralish usuli bilan margans dioksidini ishlab chiqarish sxemasi ko'rsatilgan.*

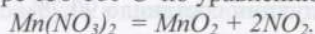
**Tayanch iboralar:** ferromargans, margans nitrati, margans dioksidi, ishqorlash, ko'pik paydo bo'lishi.

*The results of laboratory studies on the nitrogen-acid decomposition of ferromanganese are presented. A scheme of a laboratory plant for the production of  $MnO_2$  is described. The costs of nitric acid for the decomposition of ferromanganese are determined. A method for eliminating foaming and cleaning solutions from iron is shown. A schematic diagram of the production of manganese dioxide by a nitric acid decomposition of manganese concentrate (ferromanganese) is presented.*

**Key words:** ferromanganese, manganese nitrate, manganese dioxide, leaching, foaming.

Двуокись марганца ( $MnO_2$  – пиролюзит) находит широкое применение как в промышленности, в частности, в металлургии и электротехнике, так и в аналитической химии в качестве реагента. Причём, в химических анализах к  $MnO_2$  предъявляются повышенные требования по чистоте продукта. В частности, в двуокиси марганца марки ч.д.а. содержание  $MnO_2$  должно быть не менее 90% [1].

Одно из направлений получения  $MnO_2$  высокой степени чистоты является разложение при нагревании соли нитрата марганца [2]. Реакция протекает при температуре 150-160<sup>0</sup>C по уравнению



Следовательно, для получения соли нитрата марганца должна быть применена азотнокислая технология разложения марганцевого сырья. Технология азотнокислого разложения марганцевых руд и концентратов описана в литературе [3]. В данной работе в качестве марганцевого сырья использовали ферромарганец. В работе использовали пробу ферромарганца с содержанием Mn 83%, железа 16%, остальное - примеси. Ферромарганец предварительно измельчили до класса – 0,1. Выщелачивание проводили на установке, схема которой представлена на рис. 1. Установка состоит из водяного термостата, в который помещается реактор для выщелачивания. Реактор выполнен из нержавеющей стали. Перемешивание пульпы производится с помощью электромеханиче-

ской мешалки (6). Число оборотов и время перемешивания устанавливается с помощью специального программируемого дозатора. Дозирование азотной кислоты в реактор производится с помощью делительной воронки (2).

Расход азотной кислоты составлял 100% от стехиометрического количества, необходимого для перевода марганца и железа в соответствующие соли нитратов. Для данной пробы расход составил 2,47 kg (в пересчёте на 100%-ную  $HNO_3$ ) на 1 kg ферромарганца, или 4,29 кг/kg в виде 57,6% - ной  $HNO_3$  с плотностью,  $\rho = 1,36 \text{ kg/dm}^3$  или 3,154 l/kg.

Выщелачивание проводили следующим образом. В реактор засыпали навеску измельчённого ферромарганца и заливали техническую холодную воду до установления исходного соотношения Т:Ж=1:3. Включали мешалку, установив число оборотов  $n = 600 \text{ r/min}$ . После перемешивания суспензии в течение 10-15 min начинали дозировать азотную кислоту. Дозирование азотной кислоты (по каплям) вели в течение всего периода выщелачивания. По окончании дозирования азотной кислоты перемешивание продолжали ещё 15-20 min. Тепло, образующееся в результате процесса выщелачивания, отводили с помощью водяного термостата. В процессе выщелачивания температура в реакторе находилась в пределах 30-45<sup>0</sup>C.

В процессе выщелачивания наблюдалось пенообразование. Образующаяся на поверхности пульпы

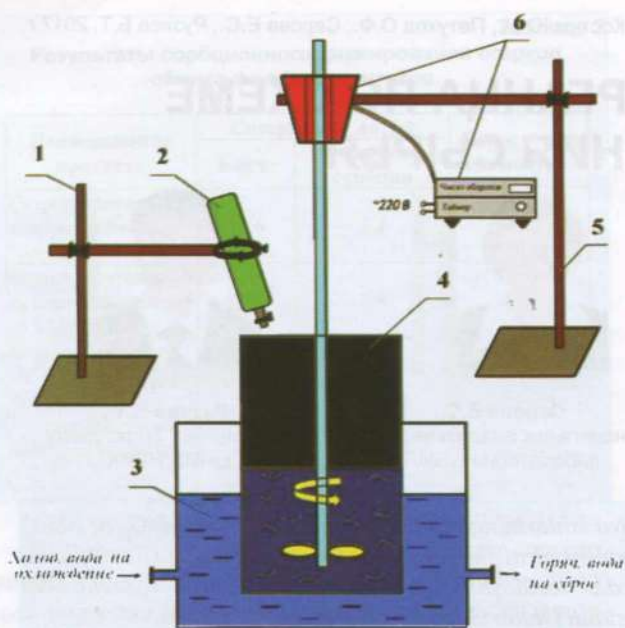


Рис. 1. Схема лабораторной установки: 1 – штатив; 2 – делительная воронка для дозирования  $HNO_3$ ; 3 – водяной термостат; 4 – реактор для выщелачивания; 5 – штатив для крепления электромеханической мешалки; 6 – электромеханическая мешалка с регулируемым числом оборотов и таймером.

пена отличалась устойчивостью. (Помещённая в стакан, пена при комнатной температуре не разрушалась в течение нескольких часов). Для снижения пенообразования исходную концентрированную азотную кислоту разбавляли водой до соотношения 1:1. Скопившаяся на поверхности пульпы пену собирали в фарфоровую чашку, которую помещали на электроплиту, покрытую асбестом. При кипении пена разрушалась, и образовавшуюся пульпу снова заливали в реактор.

По окончании выщелачивания переходили к процессу очистки образовавшегося раствора от железа. Для этого в реактор дозировали раствор гидроксида аммония (25%  $NH_4OH$ ) при перемешивании пульпы. При достижении  $pH = 3,5-4,0$  дозировку аммиачной воды прекращали, в термостат подавали горячую воду и продолжали перемешивание пульпы при  $t = 65-70^\circ C$  в течение 1 h. Горячую пульпу фильтровали под вакуумом на воронке Бюхнера, используя фильтр «белая лента». Фильтрат собирали и анализировали на остаточное содержание железа, которое составляло 5 mg/l.

Осадок промывали горячей водой при Т:Ж=1:1. Промывные воды (второй фильтрат) объединяли с первым фильтратом. Осадок после сушки анализировали на остаточное содержание *Mn*, которое не превышало 1%.



Рис. 2. Азотнокислая схема получения  $MnO_2$ .

Раствор нитрата марганца направляли на выпаривание. Выпаривание проводили в фарфоровой чашке на водяной бане при температуре 70-80°C до получения кристаллов  $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ . Кристаллы соли нитрата марганца прокачивали при температуре 160°C в течение 1 h. Содержание  $MnO_2$  в готовой продукции составило 90,7%.

На рис. 2 представлена принципиальная схема получения двуокиси марганца путём азотнокислого разложения марганцевого концентрата (ферромарганца). По этой схеме получение  $MnO_2$  можно также производить, используя марганцевые концентраты, в которых марганец представлен родохритом или марганцевым шпатом ( $MnCO_3$ ).

Библиографический список

- ГОСТ 4470-79. Марганца (IV) окись.
- Карякин Ю.В., Ангелов И.И. Чистые химические вещества. – М.: Химия. – 1974. – С. 225.
- Петухов О.Ф., Санакулов К.С., Хасанов А.С., Мустакимов О.М. Окислительно-восстановительные процессы в металлургии. – Ташкент: Истиклол нури. – 2013. – С. 250-251.



## ПЕРЕРАБОТКА ШЛАКОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТОВ ИДЕАЛЬНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ



Юсупходжаев А.А.,  
проф. кафедры  
«Металлургия», докт.  
техн. наук, ТашГТУ  
им. И. Каримова.



Хасанов А.С.,  
заведующий кафедрой  
«Металлургия», докт.  
техн. наук, проф.,  
НГГИ.



Худояров С.Р.,  
заведующий кафедрой  
«Металлургия», канд.  
техн. наук, ТашГТУ  
им. И. Каримова.



Валиев Х.Р.,  
доц. кафедры  
«Металлургия», канд.  
техн. наук, ТашГТУ  
им. И. Каримова.



Маткаримов С.Т.  
ст. преп. кафедры  
«Металлургия», Таш-  
ГТУ  
им. И. Каримова.

*Maqolada ideal aralashtirish sharoitlarini modellashtiruvchi dastgohlarni qo'llab mis ishlab chiqarish shlaklarini qayta ishlash masalalari korib chiqilgan. Ideal aralashtirish dastgohlarni qo'llanishi, boradigan fizik kimoviy zharayonlar samaradorligining oshishiga tashlandiq shlaklarda misning miqdorini kamayishiga ta'sir etishi ko'rsatilgan. Tiklovchi IRTO sifatida rux ishlab chiqarish klinkerining kukun simon fraktsiyasini qo'llash taklif etilgan.*

**Tayanch iboralar:** shlak, qayta ishlash, tiklovchi, rux ishlab chiqarish klinkeri, kimyoviy reaksiyalar, kambag'allashtirish, flotatsiya, ideal aralashtirish dastgohi, kam chiqindili ishlab chiqarish.

*The article deals with the processing of slags of copper production using apparatuses that simulate perfect mixing. It is shown that the use of this type of apparatus increases the efficiency of the ongoing physical and chemical processes and significantly reduces the copper content in the waste slag. As a reducing agent, the use of the least demanded powder fraction of clinker of zinc production is proposed.*

**Key words:** slag, processing, reducing agent, zinc-clinker clinker, chemical reactions, depletion, flotation, ideal mixing apparatus, low-waste production.

Переработка шлаков медного производства остаётся одной из самых сложных и нерешённых проблем современной цветной металлургии. Данная проблема комплексно не решена ни в одной стране мира. Особенно остро данный вопрос актуален для условий Узбекистана. Это вызвано тем, что концентрация меди в шлаке значительно превосходит её концентрацию в исходной руде и нельзя допустить её безвозвратной потери.

Нашей стратегической задачей является комплексное использование добытого сырья, извлечение всех ценных компонентов и использование остатков в производстве цемента или дорожном строительстве. В совокупности это даст возможность организовать малоотходное производство с высокими технико-экономическими показателями.

В мировой практике разработаны и рекомендованы большое количество различных технологий переработки шлаков [1]. Однако большинство из них не вышло за рамки лабораторных и полупромышленных испытаний. Исключения могут составить внедрённые технологии по флотации шлаков на заводе «Харьявалта» (Финляндия) и Алмалыкском горно-металлургическом комбинате.

На финском заводе технология включает в себя:

- раздельное трёх стадийное дробление до крупности 4 мм;

- двух стадийное совместное измельчение до выхода класса -0,05 мм (90-96%). Общее время флотации составляет 40 мин при получении концентрата с содержанием около 20% меди. При содержании меди в хвостах флотации на уровне 0,40- 0,50% обеспечивается извлечение меди из шлаков до 60-70% [2]. Аналогичные показатели получены и при использовании данного метода и в АГМК.

Флотационному обогащению присущ ряд существенных недостатков, основными из которых являются:

- большой расход электроэнергии, мелющих шаров и износ футеровки при измельчении шлаков;

- низкое извлечение меди, т.к. в концентрат, в основном, извлекается сульфидная и частично металлическая медь, содержания, которых не большие. При этом окисленная медь, в основном, переходит в шлакохвосты и безвозвратно теряется;

- флотация не позволяет извлекать ряд попутных элементов (Ni, Co, Zn и др.), что снижает эффективность процесса;



- затруднено использование железосиликатной части хвостов в металлургических целях, что сказывается на комплексности использования сырья;

- не используется тепло расплавленного состояния.

Эти и некоторые другие недостатки снижают перспективность широкого внедрения флотационной переработки шлаков медного производства.

Наиболее перспективными могут быть технологии переработки шлаков, основанные на использовании тепла расплавленного состояния. На наш взгляд, рациональную технологию переработки шлаков можно разработать на основе изучения структуры и свойств расплавов, термодинамики и кинетики химических реакций, протекающих в системе. С этой целью, на кафедре «Металлургия» Ташкентского государственного технического университета была разработана концепция по разработке и внедрению технологии переработки шлаков медного производства. При этом в качестве основных требований были установлены следующие [3]:

- технология должна быть направлена на повышение комплексности использования сырья, предотвращения потерь ценных компонентов с отвальными продуктами;

- технология должна быть ориентирована на использование в качестве присадок только местных материалов, желателен вторичный техногенный образования местных промышленных предприятий;

- технология должна обеспечить отсутствие загрязнения окружающей среды продуктами плавки за пределами допустимых норм;

- технология должна иметь перспективы дальнейшего перехода к малоотходной;

- реализация технологии должна осуществляться на действующем оборудовании при минимальных расходах на реконструкцию и изменения технологического регламента.

Детальное ознакомление имеющейся литературы по переработке шлаков, а также изучение опыта работы передовых металлургических предприятий, позволило установить, что успех обеднительного процесса во многом определяется решением следующих проблем [4]:

- восстановление магнетита шлака до вюститита;

- корректировка состава шлака и работа на оптимальном содержании таких компонентов как  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $FeO$ ,  $Fe_3O_4$  и др.;

- сульфидирование окисленных соединений меди и перевод их в штейновую фазу;

- барботирование расплава с целью создания условий для коалесценции мелких капель штейна;

- перевод мелких капель штейна в донную фазу перемешиванием инертным газом или с извлекающей фазой;

- связывание серы в конденсированную фазу, что позволит одновременно снизить десульфуризацию и перевести её в штейн.

Решение перечисленных проблем могло бы в идеальном порядке решить вопрос переработки шлаков медного производства. Однако, на практике это трудно реализуемая проблема, т.к. требует участия большого количества материалов и оборудования. Целесообразно проведение работ поэтапно, с целью исследования влияния каждого фактора на конечный результат обезмеживания.

На данном этапе исследований мы изучили влияние степени восстановления магнетита на выделение меди из шлака. В реальных условиях Алмалыкского ГМК в качестве восстановителя могут быть использованы твёрдые углеродсодержащие материалы (кокс, нефтяной кокс, уголь, клинкер цинкового завода), а также природный газ.

Исходя из разработанной нами концепции обеднения, мы в качестве восстановителя выбрали клинкер Алмалыкского цинкового завода, состав которого приведён в табл. 1.

Выбор клинкера в качестве восстановителя был обусловлен следующими обстоятельствами:

- в составе клинкера в достаточно больших количествах имеются такие эффективные восстановители как углерод (12-20%) и металлическое железо (18-24%);

- клинкер содержит более 2% меди, значительное количество благородных металлов. Их извлечение в готовый продукт существенно повысит технико-экономические показатели всего процесса;

- в Алмалыкском ГМК он имеется в достаточно большом количестве, причём в готовом для использования в технологии виде;

- до настоящего времени не разработана технология переработки клинкера в отдельном цикле с приемлемыми технико-экономическими и технологическими показателями. Поэтому её использование в качестве восстановителя оправдано.

При добавлении клинкера могут протекать различные химические реакции [5].

Процесс восстановления железа из оксидов согласно принципу Байкова о последовательности превращений протекает ступенчато путём последовательного перехода от высших оксидов к низшим по

**Химический состав клинкера Алмалыкского цинкового завода (по основным компонентам)**

**Таблица 1**

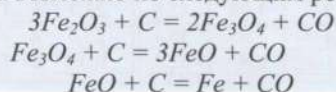
Класс клинкера	Содержание, %											
	Cu	Zn	Fe	C	Pb	Cd	In	SiO <sub>2</sub>	As	Au, g/t	Ag, g/t	Стекловидная силикатная фаза
КЛ-2	2,34	2,45	32	15	0,6	0,02	0,001	1,6	0,3	3-5	300-500	Остальное
КЛ-3	2,11	2,69	36	16	0,7	0,02	0,009	19	0,3	2-5	250-300	Остальное



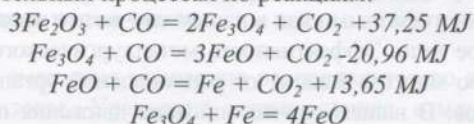
схеме:  $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$  (выше  $570^\circ C$ ) или  $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow Fe$  (ниже  $570^\circ C$ ).

При этом в соответствии с диаграммой Fe – O в системе возникают не только низшие оксиды и металл, но и твёрдые растворы.

Восстановление оксидов железа твёрдым углеродом клинкера возможно по следующим реакциям:



Металлическое железо клинкера, а также газообразный продукт реакции CO также участвуют в восстановительных процессах по реакциям:



Выделяющийся по этим реакциям  $CO_2$  в присутствии углерода клинкера вновь может перейти в CO:



Для проведения исследований по восстановлению магнетита клинкером цинкового производства нами была отобрана средняя проба конвертерного шлака следующего состава, %: Cu – 2,30; Fe(общ.) – 48,50;  $SiO_2$  – 19,89;  $Al_2O_3$  – 3,16; CdO – 0,75;  $Fe_3O_4$  – 16,30; S – 1,39; MgO – 0,46.

По стехиометрическим расчётам для восстановления магнетита до равновесного значения достаточно добавления 5% клинкера от веса шлака. Для повышения степени восстановления мы увеличили расход восстановителя до 10%. Результаты проведённых исследований приведены в табл. 2

Условия проведения эксперимента: навеска шлака 100 г, температура шлака  $1300^\circ C$ , время выдержки – 120 min.

Анализ данных, приведённых в табл. 2 показывает, что извлечение меди в штейн не превышает 50-55%, что приведёт к большим потерям металла с отвальными шлаками. Увеличение расхода клинкера мы посчитали нецелесообразным по следующим причинам:

добавление большого количества холодного материала охлаждает расплав и в нём замедляются все физико-химические превращения;

добавляемый клинкер разубоживает шлаки, увеличивает их количество, что создаёт дополнительные трудности при их последующей переработке.

Эксперименты проводили по известным, широко распространённым методикам [6]. При проведении экспериментов мы засыпали клинкер на поверхность шлакового расплава. Мы заметили, что значительная часть порошкового клинкера сгорает с поверхности, а относительно крупные частицы (3-5 mm) плавают на поверхности ванны. Всё это приводит к низкой степени усвоения клинкера ванной и, соответственно, недостаточному восстановлению магнетита.

Для увеличения степени усвоения клинкера мы повели опыты с перемешиванием ванны. В качестве перемешивающей фазы был использован аргон. Результаты исследования представлены в табл. 3.

Опыты проводили при следующих условиях: загрузка клинкера -10% от веса исходного шлака, время отстоя – 20 min, температура  $1300^\circ C$ .

Анализ результатов представленных в таблице 3 показывает, что извлечение меди в штейн с увеличением времени перемешивания несколько возрастает с 69,8 до 77,5%. Однако при этом остаётся довольно высокой остаточное содержание меди в обеднённом шлаке (0,97 -1,39%), что может привести к значительным потерям металла с отходами производства. Эти результаты показали, что перемешивание расплава аргоном не даёт ожидаемых результатов по обеднению шлаков и этот процесс требует дальнейшего совершенствования.

Нами были проведены специальные опыты по параллельной загрузке расплава и клинкера. Однако результаты экспериментов практически не изменились. В этом методе были сконцентрированы все недостатки предыдущих серий экспериментов, и они были остановлены.

В поисках наиболее полного обеспечения контакта между компонентом расплава и восстановителем мы провели несколько экспериментов с использованием аппарата идеального смешения [7].

**Перемешивание в жидких средах широко применяется** в химической промышленности для приготовления эмульсий, суспензий и получения гомогенных систем, а также для интенсификации химических, тепловых и диффузионных процессов. В последнем случае перемешивание осуществляют непосредственно в предназначенных для проведения этих процессов аппаратах, снабжённых перемешивающими устройствами.

Результаты по обеднению конвертерных шлаков клинкером

Таблица 2

№	Загружено, %	Выход штейна, %	Содержание в штейне, %				Выход шлака, %	Содержание в шлаке, %				Извлечение меди в штейн, %
			Cu	Fe	S	Zn		Cu	Fe	$SiO_2$	S	
1	5	1,70	66,30	7,1	17,2	0,4	87,9	1,20	46,5	18,6	2,6	51,2
2	5	1,67	70,70	4,8	18,1	-	87,2	1,00	47,5	20,1	-	52,3
3	5	1,60	71,20	5,3	18,9	-	83,3	1,13	49,0	18,6	-	50,9
4	10	1,50	71,60	4,5	18,2	-	84,5	1,13	48,2	19,4	1,9	58,3
5	10	1,43	72,80	5,7	17,3	0,6	81,2	1,20	42,5	20,1	2,7	49,7
6	10	1,54	72,16	4,4	19,3	0,5	83,8	1,56	40,1	-	-	-



Таблица 3

Результаты опытов по обеднению конвертерных шлаков при перемешивании аргоном

№	Время перемешивания, min	Выход штейна, %	Содержание в штейне, %			Извлечение в штейн, %	Выход шлака, %	Содержание в шлаке, %				
			Cu	Fe	S			Cu	Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO	S
1	10	10,0	14,9	70,6	6,07	69,8	88,2	1,09	43,7	20,6	1,48	2,56
2	15	10,0	12,7	44,8	5,60	60,2	87,7	1,02	39,4	24,7	1,29	2,70
3	20	10,4	15,3	64,3	5,10	69,1	87,9	1,39	42,6	23,7	13,0	2,10
4	30	14,7	12,1	70,1	5,60	76,8	84,4	1,08	35,4	25,6	1,80	1,20
5	40	10,35	17,28	54,9	13,8	77,5	88,1	0,97	32,4	30,61	1,88	1,57

В случае гомогенизации, приготовления суспензий, нагрева или охлаждения перемешиваемой гетерогенной среды целью перемешивания является снижение концентрационных или температурных градиентов в объеме аппарата.

При использовании перемешивания для интенсификации химических, тепловых и диффузионных процессов в гетерогенных системах создаются лучшие условия для подвода вещества в зону реакции, к границе раздела фаз или к поверхности теплообмена.

Увеличение степени турбулентности системы, достигаемое при перемешивании, приводит к уменьшению толщины пограничного слоя, увеличению и непрерывному обновлению поверхности взаимодействующих фаз. Это вызывает существенное ускорение процессов тепло- и массообмена [8].

Любой металлургический процесс, как правило, сопровождается перемещением материальных потоков жидкости, газа или твердых частиц. Потоки мо-

гут быть однофазными, т.е. целиком состоять только из одной фазы, перемещаемой в некотором объеме аппарата, и многофазными как в нашем случае это жидкость - твердое тело. Эффективность металлургического передела во многом зависит от рациональной организации потоков. В нашем случае описание движения потоков имеет смысл большей частью лишь в отношении перемещения и распределения веществ в данных потоках.

Главная проблема процесса обеднения шлаков и восстановления магнетита твердыми восстановителями - это обеспечение плотного и равномерного контакта реагирующих веществ. Это условие может быть достигнуто, если процесс проводить в аппаратах обеспечивающих идеальное смешение.

Условия физической реализуемости этой модели выполняется, если во всем потоке или на рассматриваемом его участке происходит полное (идеальное) смешение частиц потока. В этом случае любое изменение концентрации вещества на входе потока в зону иде-

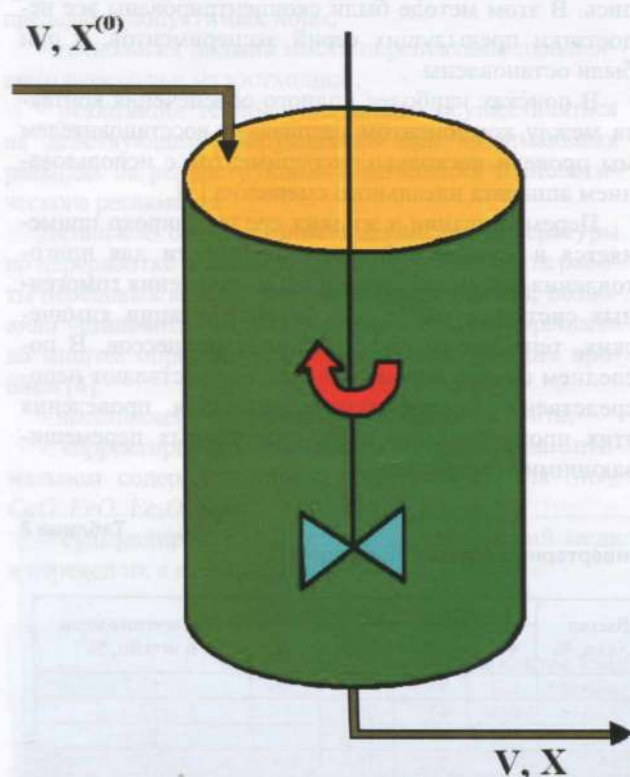


Рис. 1. Схематическое изображение аппарата идеального смешения.

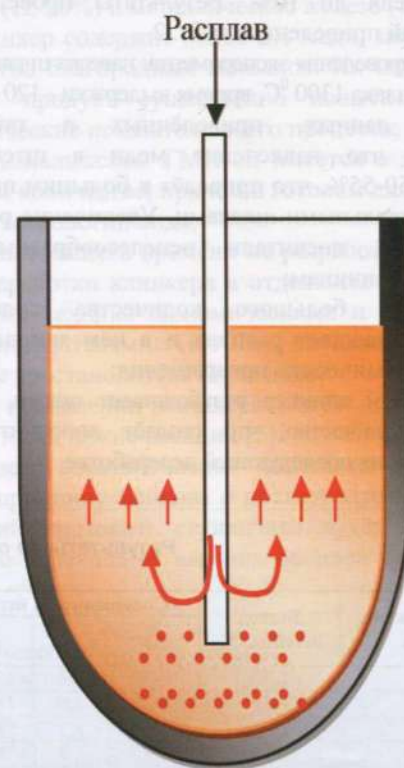


Рис. 2. Схема шлакового ковша, моделирующая аппарат идеального смешивания.



Рис. 3. Влияние расхода клинкера на остаточное содержание меди в шлаке.

ального смешения мгновенно распределится по всему объёму зоны. Уравнение, описывающее изменение концентрации в зоне идеального смешения имеет вид:

$$V \frac{dx}{dt} = v(x^{(0)} - x)$$

где  $V$  - объём зоны идеального смешения,  $m^3$ ;

$v$  - скорость потока, поступающего в зону идеального смешения и выходящего из него,  $m^3/h$ ;

$x^{(0)}$ , - концентрация вещества на входе и выходе в зоне идеального смешения,  $kmol/m^3$ ;  $t$  - время,  $h$ .

В гидromеталлургических процессах часто стремятся приблизиться к условиям идеального смешения путём установки в аппаратах специальных мешалок, барботажем, или другими методами. Рекомендуемая схема одного из таких аппаратов приведена на рис. 1.

По своей конструкции шлаковые ковши вполне соответствуют аппарату идеального смешения. Однако в реальных условиях эксплуатации шлаковых ковшей использовать механическое и аэродинамическое перемешивание затруднено.

По этой причине для создания условий для идеального смешения мы предлагаем использовать энергию падающей и отражённой струи. Схема предлагаемой установки представлена на рис. 2.

На дно шлакового ковша насыпаем определённое количество порошкообразного клинкера. Затем начинаем заливку шлака по принятой технологической схеме. Шлаковая струя, отражаясь от днища ковша, поднимается вверх и забирает с собой частички восстановителя. При этом создаются практически идеальные условия для перемешивания компонентов и протекания восстановительных процессов.

Нами проведена одна серия экспериментов для проверки осуществимости теоретических предложений. Результаты опытов приведены на рис. 3.

Анализ данных на рис. 3 показывает, что восстановление магнетита шлака клинкером по этой технологии проходит более успешно и остаточное содержание меди в шлаке находится в пределах 0,6-0,7%. Сравнение этих данных с результатами, представленными в табл. 1 и 2, показывает на существенное снижение содержания меди в шлаке.

Однако это содержание всё ещё достаточно высокое и требует дальнейшей переработки. Минералогический анализ пробы обеднённого шлака показал на наличие в нём большого количества окисленной меди и мелких частиц штейна, которые не успели осесть в донную фазу. Разрабатываемая технология требует дальнейшей доработки в плане сульфидирования окисленных соединений меди и создания условий для коагисценции мелких капель штейна.

На основании проведённых исследований можно сделать вывод о том, что использование аппаратов идеального смешения даст возможность наиболее эффективно провести процесс выделения меди, золота, серебра и других элементов из шлака, получить значительное количество дополнительной продукции и фактически перейти на малоотходную технологию.

#### Библиографический список

1. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. –Ташкент: ФАН, 2007. -256 с.
2. Лакерник М.М., Шабалина Р.И. Обогащение шлаков цветной металлургии. –М.: Металлургия, 1999. – 273 с.
3. Юсупходжаев А.А. Разработка рациональной технологии извлечения меди из шлаков медного производства. Дисс. на соискание учёной степени докт. техн. наук. –Ташкент: Институт общей и неорганической химии Акад. Наук РУз. 2003. -266 с.
4. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Шлаки и штейны цветной металлургии. –М.: Металлургия, 1998. 408 с.
5. Shamsuddin M. Physical Chemistry of Metallurgical processes. Willey-TMS. 1-Edition (February 29, 2016).
6. Линчевский Б.В. Техника металлургического эксперимента. –М.: Металлургия, 2000. -344 с.
7. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. –М.: Химия, 2012. – 784 с.
8. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. –М.: Высшая школа, 2010. -400 с.



## ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ И ПОТРЕБЛЕНИЯ В КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ



Алимходжаев К.Т.,  
профессор кафедры  
«Электрические машины»,  
ТашГТУ им. Ислама Каримова.



Пардабаев А.Д.,  
докторант кафедры  
«Электрические машины»,  
Энергетического факультета,  
ТашГТУ им. Ислама Каримова.

Maqolada elektr energiyasi issiqlik elektr stantsiyalarida ishlab chiqarilishidan boshlab, uni elektr uzatish liniyalari orqali yetkazib berish, taqsimlash hamda ishlab chiqarish korkxonalarida foydali ishga aylantirishgacha bo'lgan jarayonlarda energiya isroflarini kamaytirish uslublari keltirilgan. Istemolchi korkxonalari ichidagi isroflar tahliliga alohida etibor berilgan. Reaktiv quvvat manbalari va istemolchilari nisbati har hil bo'lgan korkxonalarda reaktiv tokdan bo'layotgan isroflarni kamaytirish yo'llari taklif etilgan.

**Tayanch iboralar:** reaktiv kuch, reaktiv oqim, ishlab chiqarishda energiya yo'qolishi, chiziqning yo'qolishi, umumiy va texnologik yo'qotishlar, savdo qobiliyatining yo'qotilishi, nisbiy yo'qotishlar, kuch-faktor, transformator, induksiyon vosita, sinxron vosita, sinxron kompensator, kondensator kompensatori.

In article methods of decrease in losses of the electric power, since its production are given in thermal power plants, in power lines by its transfer, realization, transformation to the useful effect in the production enterprises. Special attention is paid to the analysis in factory losses. Paths of reduction of losses from wattless currents at the enterprises with various combination of sources and consumers of a wattless power are offered.

**Key words:** loss of energy, reactive power, reactive current, energy losses during production, line losses, general and process losses, commercial losses, relative losses, power factor, transformer, induction motor, synchronous motor, synchronous compensator, capacitor compensator.

С первых дней независимости Республики Узбекистан процесс эффективного использования энергетических ресурсов был поставлен в ранг государственной важности. В этой связи, в электроэнергетической отрасли одновременно с ростом производства электроэнергии путем строительства новых (включая станции с альтернативными источниками энергии) и модернизации старых электростанций, особое внимание уделяется рациональному использованию электроэнергии при ее производстве, передаче, распределении и использовании потребителями. В этой связи, особое место занимает разработка мер по сокращению потерь энергии на отдельных стадиях технологического процесса от производства до потребления электрической энергии.

Исследования по сокращению потерь энергии в народном хозяйстве, начиная от стадии производства электроэнергии, до ее преобразования в полезную работу потребителем, принято рассматривать отдельно: потери энергии при ее производстве на станциях (потери при сжигании топлива, в турбине, генераторе, на шинах, трансформаторе); потери на линии (линии электропередач, подстанциях); внутризаводские потери.

Целью данной работы является разработка рекомендаций по снижению потерь на линии и внутриводских потерь электроэнергии.

Сокращение потерь энергии при производстве электроэнергии на тепловых электростанциях (ТЭС) достигается путем их модернизации с использованием оборудования, построенного на основе последних достижений науки и техники (Навоийская, Талимарджанская ТЭС и Ташкентская ТЭЦ). Эффективность использования любого вида топлива для преобразования в электрическую энергию оценивается удельным расходом условного топлива на производство единицы электрической энергии. Несмотря на то, что для производства электрической энергии сжигание органического топлива считается расточительным, доля ТЭС в общем объеме выработки электроэнергии в стране составляет около 95%. В настоящее время идет процесс модернизации оборудования на ТЭС. Так, если до модернизации некоторых ТЭС расход сжигаемого условного топлива на 1 кВт мощности составлял 450-500 граммов, то после замены на парогазовые установки эти цифры снизились до 240 г. Переход в дальнейшем к освоению бесконечных запасов ветровой и солнечной энергии для производства электроэнергии позволит значительно сократить расходы органического топлива и электрической энергии при ее производстве.



*Потери энергии на линиях* - это разность электроэнергии, отпущенной в сеть производителями (станциями), замеряемой счетчиками на их выходе и полезно используемой, измеряемой по суммарному показанию счетчиков на входе всех потребителей и оплачиваемой ими. Эти потери называются общими или относительно общими, которые в целях удобства их анализа, разделяют на технологические и коммерческие составляющие. Относительно общие потери выражаются в процентах от полезно отпущенной энергии в сеть [1, 2].

*Технологические потери* на линии электропередач (ЛЭП) определяются только расчетным путем. Их появление объясняется физическими процессами передачи и распределения электроэнергии: джоулевые потери в проводниках линии электропередач, обмоток трансформаторов, которые расходуются на нагрев проводников, пропорциональны сопротивлению проводников и квадрату тока (зависят от величин нагрузки и реактивной энергии); потери энергии в магнитопроводе трансформаторов - условно-постоянные (не зависят от величин нагрузок), которые расходуются на нагрев магнитопровода трансформатора.

*Коммерческие потери* - разность общих и технологических потерь, выражаются в  $kWh$  или в процентах от общих потерь.

Во всем мире величина общих потерь в зависимости от различных факторов - географического расположения, политического, экономического и социального устройства страны - колеблется от 4-5% (США, Канада, Япония, Южная Корея) до 30-37% (страны Южной Америки, Африки). В странах Западной Европы этот показатель не превышает 6-7%, в Российской Федерации 11-13%, в других странах СНГ этот показатель составляет 12-20% и более [2].

Минимизация относительных общих потерь энергии, в частности коммерческих потерь, в развитых странах добиваются *внедрением последних достижений науки, техники и технологии в процесс контроля, учета и реализации электроэнергии*. Так, начавшийся в 2010 году процесс внедрения автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) на участке индивидуальных потребителей АО «ТашГорПЭС» (Мирза Улугбекский район) показал широкие возможности этого новшества: облегчение процесса возврата средств за отпущенную электроэнергию потребителям; улучшение показателей по сокращению коммерческих и общих потерь. Это достигается внедрением электронных счетчиков у потребителей с устройствами автоматической передачи данных в диспетчерский пункт и отключения при задержке оплаты за использованную электроэнергию потребителем (в соответствии с «Договором о поставке электроэнергии»). Налицо сокращение персонала ненужных контролеров. К сожалению, несмотря на то, что начиная с 1996 г., в течение двадцати лет вышел целый ряд постановлений Правительства, обязываю-

щий внедрение АСКУЭ в энергосистему Республики, эти мероприятия под различными «предлогами» выполняются замедленными темпами. Если добиться полного внедрения единой АСКУЭ на предприятиях по производству электроэнергии, ЛЭП, предприятиях-потребителях и в быту, с включением комплексных систем диспетчерского управления, то можно ожидать не только значительного сокращения коммерческих потерь электроэнергии, сокращения численности контролеров, но и проводить детальный анализ по выявлению и устранению причин высоких значений общих, включая коммерческих потерь, их составляющих в любых отдельных участках энергосистемы страны.

Минимизация *технологических потерь энергии* на линии в нашей стране достигается, в основном, за счет уменьшения реактивной мощности в ЛЭП, соединяющих производителей и потребителей электроэнергии. При этом усилиями организаций по надзору, предприятия-потребители энергии устанавливают коэффициент мощности на входе своего предприятия около единицы ( $\cos\varphi > 0,95$ ).

При невыполнении потребителем установленного минимального значения коэффициента мощности на входе предприятия надзорными организациями налагаются штрафные санкции.

Для стимулирования поддержания установленного минимального значения коэффициента мощности на входе потребителя необходимо ввести специальную тарифную систему оплаты электроэнергии. Например, при  $\cos\varphi > 0,95$  тариф за использованную электроэнергию должен быть минимальным, при его уменьшении ниже минимального значения тариф должен ступенчато возрастать. То есть необходимо утвердить дифференцированную таблицу тарифов платы за использованную электроэнергию в зависимости от коэффициента мощности на входе предприятия. Внедрение АСКУЭ, упомянутую выше, позволит производить расчеты за отпущенную электроэнергию автоматически. Это должно стимулировать потребителей к увеличению коэффициента мощности нагрузки и тем самым приведет к уменьшению потерь электроэнергии.

Сегодня поддержание необходимого значения коэффициента мощности  $\cos\varphi$  на входе потребителя обеспечивается, в основном, за счет компенсации реактивной мощности (статические компенсаторы, синхронные двигатели и синхронные компенсаторы), необходимой для создания магнитного потока в трансформаторах (Тр) и асинхронных двигателях (АД) потребителей. При этом, в литературе вопросы внедрения результатов исследований по уменьшению величин потерь мощности внутри самих предприятий (внутризаводские потери) особо не акцентируются, тогда как, энергетический аудит отдельных крупных предприятий нашей страны показывает, что они достигают 7-8 % от потребляемой активной мощности.

*Внутризаводские потери энергии*, складываются из потерь электрической энергии, создаваемых, в основном:



а) джоулевыми потерями в проводах кабельных линий, обмотках электрических машин и трансформаторов, которые нагревают их;

б) магнитными потерями в электрических машинах и трансформаторах, создающихся из-за перемагничивания магнитных систем (явления гистерезиса и вихревых токов), которые нагревают магнитные системы;

в) другими потерями, которые существуют из-за наличия вращающихся элементов двигателей, наличия высших гармонических составляющих токов, несимметричности приложенного напряжения.

А. Джоулевые потери, пропорциональные активному сопротивлению проводов  $r_a$  и квадрату тока, определяемых законом Джоуля-Ленца ( $r \cdot I^2$ ), складываются из потерь, создаваемых в проводниках от активных  $I_a$  и реактивных  $I_p$  составляющих тока. В их числе, потери в обмотках АД и Тр составляют 40-50% от потерь в электрических машинах и трансформаторах [1, 3]. Активные составляющие тока в них служат для выполнения полезной работы электрооборудованием производственного механизма и потери энергии от их протекания в проводах неизбежны. Возможности минимизации этих потерь будут рассмотрены ниже. Реактивные (индуктивные) составляющие тока кроме создания магнитных потоков в обмотках и магнитопроводе электрических машин и трансформаторов, не участвуют в создании какой-либо полезной работы в технологическом процессе, но ограничивают протекание активных составляющих токов  $I_a$  в проводниках и обмотках электрических машин и трансформаторов.

Соотношения токов  $I_a$  и  $I_p$  в разных конкретных участках электрической схемы предприятия определяются коэффициентом мощности на этом участке  $\cos \varphi$  по следующему аналитическому выражению

$$\cos \varphi = \dot{I}_a / (\dot{I}_a + \dot{I}_p) = I / \sqrt{I_a^2 + I_p^2}.$$

Здесь точки над  $I$  означают, что токи выражены векторными величинами.

Сокращение реактивных (индуктивных) составляющих потерь осуществляется в основном за счет их компенсации. Это достигается путем создания реактивных (емкостных) составляющих тока, т.е. использованием синхронных компенсаторов (СК), синхронных двигателей (СД) или статических конденсаторных компенсаторов (КК).

На крупных предприятиях, в составе электрооборудования которых отсутствуют СД или СК, пользуются компенсатором реактивной мощности из КК, как показано на рис. 1. Обычно КК и СК присоединяют к входным зажимам схем электроснабжения предприятия.

Реактивная мощность, необходимая для создания магнитного потока в Тр и АД внутри предприятия, вырабатывается и передается от КК или СК. При этом наружная сеть освобождается от реактивных токов, коэффициент мощности которой близок к единице. Во внутризаводских проводниках будут проте-

кать реактивные токи (помимо активного составляющего тока). Они суммируются с активными составляющими токов нагрузки в токопроводящих шинах, кабельных линиях и обмотках электрических машин и трансформаторов и нагревают их.

Если в составе электрооборудования предприятия имеются СД (шаровые мельницы, насосные станции), компенсация реактивной мощности осуществляется изменением степени возбуждения СД (емкостный режим). При этом реактивная мощность, необходимая для Тр и АД обеспечиваются СД и при протекании реактивных токов создаются джоулевые потери в проводниках.

Выбор тех или иных методов компенсации реактивной мощности, приведенных выше, зависит от соотношения длины проводов, по которым протекают реактивные токи. Как правило, в крупных предприятиях с СД длина кабельных линий, соединяющих источники и потребители реактивной энергии, составляет сотни иногда тысячи метров. Реактивные токи проходят также через обмотки трансформаторов, находящихся между СД и АД. Поэтому, для таких предприятий-потребителей электроэнергии оба метода не приводят к существенному сокращению внутризаводских потерь. Так, например, межцеховые замеры активной и реактивной мощностей, проводившиеся на одном из предприятий страны в течение длительного времени показали, что на входе цехов, электрооборудование которых состоит из СД, Тр и АД, коэффициент мощности колеблется от 0,95 (емкостный характер) до 1,0 (за счет полной компенсации реактивной мощности в данном цехе). На входе цехов, электрооборудование которых состоит только из АД и Тр, коэффициент мощности колеблется от 0,4 до 0,7.

Для снижения джоулевых потерь в крупных предприятиях, в данной статье предлагается принять к внедрению методы, основанные:

а) на минимизации длины проводников с реактивными токами;

б) минимизации реактивного тока в проводниках.

Обеспечение сокращения длины проводников, по которым протекают реактивные токи для компенсации реактивной мощности возможно следующим образом:

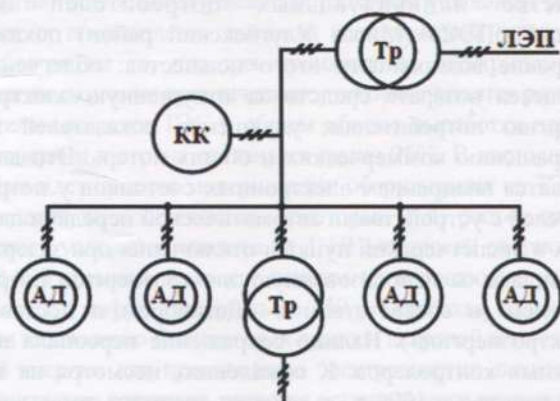


Рис. 1. Схема электроснабжения предприятия с КК.



Синхронные двигатели в цехах, кроме своих прямых назначений по преобразованию электрической энергии в механическую работу, должны служить еще для питания реактивной мощностью Д и Тр., расположенные только в данном цехе или на близком расстоянии от СД. На рис. 2 это оборудование показано прямоугольником 1 с пунктирными линиями.

2. Каждый из крупных АД, находящихся на удаленном расстоянии от СД, должны быть снабжены собственными конденсаторными компенсаторами (на рис.2 они показаны прямоугольниками 2 и 3).

3. Группа электрооборудования малой мощности, расположенной в близком расстоянии друг от друга, но отдаленном от СД, также должны снабжаться, отдельными КК (на рис. 2, прямоугольник 4).

На входе каждого из этих трех групп оборудования необходимо автоматическое поддержание коэффициента мощности около единицы.

Оптимальная длина кабельных линий, соединяющих источники и потребители реактивной мощности, для каждого из первой и второй группы оборудования может быть рассчитана путем сравнения показателей технико-экономических расчетов применения СК или КК и места расположения, а также срока окупаемости внедряемого типа компенсирующего устройства.

Для обеспечения минимальных величин реактивного тока в проводниках возможно следующим образом.

Величина реактивного (индуктивного) намагничивающего тока определяется необходимым значением магнитного потока, создаваемого обмоткой статора АД и первичной обмоткой трансформатора, их установленными мощностями и числами витков соответствующих обмоток. При постоянном значении подводимого напряжения и изменении коэффициента загрузки асинхронного двигателя или трансформатора, их реактивный ток остается неизменным. Однако с ростом установленной мощности асинхронных двигателей и трансформаторов величин реактивных составляющих токов растут.

Известно, что рабочие характеристики - функции коэффициента полезного действия  $\eta = f(\beta)$  и коэффициента мощности  $\cos\varphi = \psi(\beta)$  в АД и Тр в зависимости от степени их загрузки

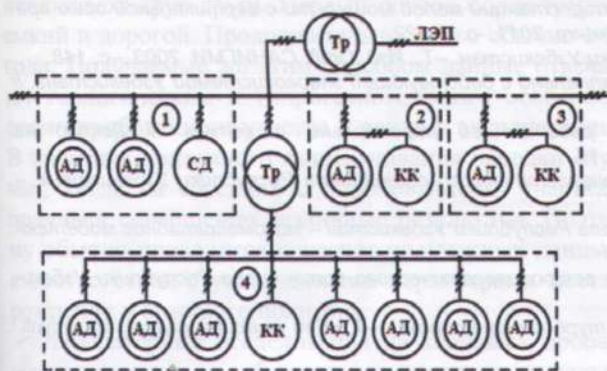


Рис. 2. Предлагаемая схема электроснабжения крупного предприятия с использованием СД и КК.

$$\beta = P_2 / P_H,$$

имеют экстремальный характер изменения, где  $P_2$  и  $P_H$  полезная мощность на валу, и номинальная мощность двигателя.

При этом в асинхронных двигателях и трансформаторах максимальные значения коэффициента полезного действия  $\eta_{max}$  наблюдаются при значении нагрузки  $\beta = 0,55-0,85$  и коэффициента мощности  $\cos\varphi_{max}$  при  $\beta = 0,75-0,90$  [3, 4]. В зависимости от величины установленной мощности АД и Тр, максимальные значения  $\eta_{max}$  и  $\cos\varphi_{max}$  колеблются в пределах  $0,8 \div 0,94$  и  $0,75-0,92$ , соответственно. Низкие коэффициенты мощности на входных зажимах цехов с АД и Тр, упомянутые выше, показывают на недостаточную загруженность и недоиспользование АД и Тр с завышенной установленной мощностью. Следовательно, в этих АД и Тр реактивная (индуктивная) мощность также завышена.

Характеристика  $\eta = f(\beta)$  имеет такую форму экстремальной части, что в отрезке  $\beta = 0,5-1,1$  величина  $\eta_{max}$  изменяется всего на несколько процентов. В отличие от  $\eta_{max}$ , форма кривой  $\cos\varphi_{max}$  имеет явно выраженный экстремум и в указанных пределах нагрузки коэффициент мощности от своего максимального значения отличается на несколько десятков процентов. Это свидетельствует о том, что при низких величинах загруженности АД и Тр, их реактивная мощность, хотя и остается неизменной, доля реактивной составляющей в составе результирующего тока растет с уменьшением значений  $\cos\varphi$ , следовательно, реактивная составляющая джоулевых потерь будет возрастать.

Таким образом, использование асинхронных двигателей и трансформаторов с уменьшенными установленными мощностями, близкими к номинальной величине позволит сократить их реактивные токи до минимальных значений.

Магнитные потери в асинхронных двигателях и трансформаторах, создающиеся в результате протекания переменного магнитного потока в их магнитопроводе составляют 40-45% от суммарных потерь в электрических машинах и трансформаторах [3, 4]. Известно, что магнитные потери, вызываемые явлением гистерезиса и вихревыми токами пропорциональны величине магнитного потока в  $n$ -ной степени. Минимизация этих потерь предлагается осуществлять посредством уменьшения величины магнитного потока в АД и Тр до оптимальных их значений, которое осуществляется путем уменьшения их установленной мощности, рассмотренное выше.

Другие виды внутриводских потерь, которые существуют из-за наличия вращающихся элементов двигателей, высших гармонических составляющих токов в проводах, несимметричности приложенного напряжения и все остальные виды потерь, непосредственное



измерение которых практически не представляется возможным, составляют до 10% от общезаводских потерь.

Уменьшение механических потерь, вызываемых в электрических машинах, расходуется на трение вращающихся частей о воздух (вентиляция), подшипниках и т.д. регламентируются условиями их эксплуатации.

Синусоидальность и не симметрия напряжений является важным показателем качества электроэнергии, которая обеспечивается электроснабжающим предприятием - первичные источники электроэнергии (синхронные генераторы) вырабатывают напряжение практически синусоидальной и симметричной формы. Высшие гармонические составляющие токов и не симметрия напряжения создаются самим потребителем электроэнергии. Токи высших гармонических создаются нелинейным характером нагрузки, к которым относятся статические преобразователи формы тока (тиристорные выпрямители, тиристорные преобразователи частоты - инверторы, электросварочные агрегаты и т.д.). Высшие гармонические составляющие токов создают дополнительные потери мощности в электрооборудовании и на ЛЭП. Не симметрия напряжения создается потребителем однофазного включения освещения и других видов нагрузки следствием, которого являются возникновение дополнительных потерь.

Эти потери будут довольно значительными при большом коэффициенте искажения синусоидальности кривых напряжения и тока. Для обеспечения небольшого искажения синусоидальности кривых напряжения и тока, мощность источника питания должна быть как минимум в десятки раз больше мощности нелинейной нагрузки. Эти условия вполне выполняются во вновь вводимых устройствах - частотно-управляемых электроприводах технологических процессов крупных промышленных предприятий.

#### Заключение.

1. Необходимо ускорить темпы внедрения АСКУЭ в процесс производства, передачи, распределения электроэнергии, позволяющей:

- автоматизировать процесс производства, учета, передачи, сбыта (возврата средств за отпущенную электроэнергию);

- проводить регулярный дистанционный замер и анализ технологических и коммерческих потерь на отдельных участках энергосистемы.

2. Несмотря на то, что сжигание органического топлива для производства электроэнергии считается расточительным, доля ТЭС в общем объеме выработки электроэнергии в стране сегодня составляет около 90%. Если считать, что абсолютные значения этих величин для ТЭС остаются без изменения, переход к освоению бесконечно больших запасов ветровой и солнечной электроэнергии, позволит значительно сократить относительные расходы топлива при производстве электроэнергии.

3. Для сокращения реактивной составляющей тока в кабельных линиях внутри предприятий, необходимо правильно выбирать установленную мощность АД и Тр при их проектировании. Действующее оборудование повышенной установленной мощности необходимо заменить в процессе текущего или капитального ремонта на оборудование, работающее с номинальной нагрузкой.

4. Необходимо сократить длины кабельных линий, по которым протекают реактивные токи. Для этого каждый крупный АД и Тр, находящиеся на удаленном расстоянии от СД, необходимо снабжать индивидуальными КК. Группу электрооборудования малой мощности, расположенной в близком расстоянии друг от друга, также снабжать отдельным КК.

#### Библиографический список

1. Аллаев К.Р. Энергоэффективности и возобновляемые источники энергии // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. Спецвыпуск, 2011, -с.15-25.
2. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. - Т.: «Молия», 2007, -с.378.
3. [www.euronews.com/science](http://www.euronews.com/science). -p.21.
4. Таджиев У.А. Децентрализованное энергоснабжение объектов в сельской местности Узбекистана с использованием возобновляемых источников энергии. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. Спецвыпуск, 2011, -с. 48-57.
5. Юнусов Т.Ю. Энергия ишлаб чиқаришнинг бугунги кун ва келажаги. -Т.: «Fan va texnologiyalar», 2012. -140 б.
6. Азаматов З.Т., Канунников В.В., Убайдуллаев Б.Х. Ветроэлектростанции малой мощности с вертикальной осью вращения. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. Спецвыпуск. Ташкент. 2011, -с.18-122.
7. Рудак М.С. Ветро- и гелиоэнергетический кадастр Республики Узбекистан. -Т.: Изд. Отд. САНИГМИ. 2003. -с. 148.
8. Алимходжаев Ш.К. Ветроэлектростанции, работающие параллельно с действующей энергосистемой Узбекистана. // Энергия ва ресурс тежаш муаммолари. №1, 2015. Тошкент, -с.180.
9. Алимходжаев Ш.К. Разработка ветроэлектростанции, работающей параллельно с сетью. // Доклад на Республиканской конференции молодых ученых АН РУз, 2014. -Т.: -с.16.
10. Материалы Национальной конференции «Развитие ветроэнергетического потенциала Республики Узбекистан». - Т.: 2015, -с. 4.
11. Проект «Оценка развития ветроэнергетического потенциала Республики Узбекистан – мезомасштабное моделирование и оценка участков». // Сводная информация. Т. 2016, -с.4.
12. Материалы Второй национальной конференции «Развитие ветроэнергетического потенциала Республики Узбекистан». - Т.: 2016, -с. 6.
13. Аллаев К.Р. Режимы электрических систем с асинхронными турбогенераторами. -Т. «Fan va texnologiyalar» nashriyoti, 2005, -с. 286.



## ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА ИЗ СЛАБОПРОНИЦАЕМЫХ РУД



**Петухов О.Ф.,**  
зам. начальника по науке  
ЦНИЛ НГМК,  
канд. техн. наук, доцент.



**Аликулов Ш.Ш.,**  
доцент кафедры «Техника и  
технология добычи руд редких  
и радиоактивных металлов»,  
канд. техн. наук, НГГИ.

*Yer ostida tanlab gilli kon jinslarini eritish tajriba ishlarini natijalari bo'yicha va texnologik ko'rsatkichlarida tadqiqotlar olib borilganda, tajriba ishlari shuni ifodalaydiki namuna kon jinsi bo'lagidan ishchi eritmani filtrlanish jarayonini kuzatilganda aniq qonuniyatlarga tayangan holda shakllanadi. Kon jinslarini o'tkazuvchanlik va sust o'tkazuvchanlik litologik qismiga bo'linadi va namuna kon jinsini granulometrik tarkibi o'rganiladi, so'ng natijalarga qarab tahlil qilinib kon jinsini suv o'tkazuvchanlik darajasi aniqlanadi. Ayrim hollarda metall kon jinsi bo'lagidan ajralishi osonroq bo'ladi (beriladigan eritmaning konsentratsiyasi yuqori, eritish yo'li qisqa), gilli qatlarning qalinligini hisobga olib.*

**Tayanch iboralar:** uranni yer ostida tanlab eritish, kern, filtrlanish koeffitsienti, diffuziya tezligi, uran miqdori, ruda qatlamini tayyorlash, mahsuldor eritma, ishchi eritma.

*The results of laboratory works and technological indicators of operation of UL blocks (underground leaching) of clay ore-bearing rocks were studied. Laboratory tests on core samples are carried out without fail in order to determine the main regularities of formation and filtration characteristics of solutions. For correct separation of permeable and impermeable lithological differences, it is necessary to select core samples of rocks and ores for granulometric composition. According to the results of granulometric analysis, one can to a certain extent judge the relative permeability of rocks and ores. In the case of confinement to contact with sand, the metal is extracted much more easily (the concentration gradient is higher, the path length is less) than from the inner part of the thick clay layers.*

**Key words:** uranium leaching, core, filtration coefficient, diffusion rate, uranium content, preparation of ore deposits, productive solution, working solution.

В настоящее время применяются два способа получения данных необходимых для проектирования предприятий по отработке месторождения методом подземного выщелачивания урана с помощью опытных полигонов и лабораторных исследований на керновых пробах. Оба этих способа дополняют, но не исключают друг друга. Первый способ более трудоемкий и дорогой. Продолжительность его обычно 1-2 года. Получаемые же этим способом данные отвечают геологическим и гидрогеологическим особенностям опробованного участка и режиму эксплуатации. В практике подземного выщелачивания нередки случаи, когда на соседних с опробованными участках получали совершенно различные результаты. Поэтому обычно проводится пересчет полученных данных в соответствии с усредненными параметрами месторождения и опытного полигона.

Лабораторные исследования на керновых пробах осуществляются в обязательном порядке с целью определения основных закономерностей формирования и особенностей фильтрации растворов. Скажи-

ны для получения керна рекомендуется бурить по возможности без применения глинистого раствора, например с двойной колонковой трубой.

Пробы должны тщательно отбираться при максимальном выходе керна и полно представлять геологический разрез продуктивного водоносного горизонта месторождения. Путем объединения идентичных по вещественному и гранулометрическому составу керновых проб получают несколько технологических проб, характеризующих основные литолого-фильтрационные типы пород и руд.

Лабораторные исследования совместно с данными разведки месторождения и опытных гидрогеологических работ должны дать материал, необходимый для предварительных расчетов основных технологических параметров процесса и экономической целесообразности отработки месторождения способом подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд. В дальнейшем расчетные данные опробуются и уточняются на опытном полигоне и опытно-эксплуатационном участке.



Таблица 1

Средние значения коэффициентов фильтрации некоторых горных пород.

Наименование пород	$K, m/d$	Преобладающий тип выщелачивания
средние мелкозернистые пески	15-1	фильтрационный
тонкозернистые пески	1-0,1	
суглинки	0,1-0,001	диффузионный
глины	Менее 0,001	

Экономически выгодным является извлечение урана и проницаемых руд при так называемом «фильтрационном» (по 1 классификации В. А. Приклонского) выщелачивании, где в массопереносе вещества преобладает фильтрация. «Диффузионное» выщелачивание из слабопроницаемых руд может использоваться попутно с обработкой песчаных руд.

Опыты, проведенные в грунтовых лотках, показали, что при коэффициенте фильтрации  $K_f$  руды менее  $0,1 m/d$  основным процессом является диффузионное выщелачивание (точнее диффузионно-фильтрационное: диффузия из руды с последующей фильтрацией). Таким образом, в соответствии с принятой в гидрогеологической практике классификацией пород по проницаемости фильтрационное выщелачивание может быть использовано для извлечения урана из песка и супесей (табл. 1). В суглинках и глинах преобладает диффузионное выщелачивание.

Помимо коэффициента фильтрации руды, большое значение имеет и проницаемость пород всего водоносного горизонта, участвующего в движении продуктивных растворов. Коэффициент фильтрации водоносного горизонта один из важнейших показателей, определяющих дебиты эксплуатационных сква-

жин и время обработки месторождения, от которых зависит экономика процесса. Опыт подземного выщелачивания показывает, что коэффициент фильтрации водоносного горизонта (определяется обычно опытными откачками) должен быть, во всяком случае, не менее  $1-0,5 m/d$  (оптимальное значение  $5-15 m/d$ ). Следует подчеркнуть, что классификация пород по проницаемости, принятая в гидрогеологии, отличается от классификаций, часто используемых геологами при описании керна скважин и основанных на преобладании той или иной фракции. Так, например, порода, содержащая 60% песчаной и 40% глинистой фракции, может быть названа глинистым песком, в то время как по фильтрационным свойствам она должна быть отнесена к глинам (так как при содержании глинистой фракции  $<0,005$  свыше 30% породы практически непроницаемы).

В настоящее время, принято считать непригодными для целей подземного выщелачивания из-за слабой проницаемости песчано-глинистые отложения с содержанием фракции менее  $0,05$  свыше 20%.

Для правильного разделения проницаемых и непроницаемых литологических разностей необходимо отбирать керновые пробы пород и руд на гранулометрический состав. По результатам анализов гранулометрического состава можно в известной мере судить об относительной проницаемости пород и руд.

Мощность глинистых слоев и характер распределения металла могут быть различными. Оба эти фактора существенно влияют на извлечение металла в фильтрационный поток. В случае приуроченности к контакту с песком металл извлекается значительно легче (градиент концентраций выше, длина пути меньше), чем из внутренней части мощных глинистых слоев.

Технологические и экономические показатели процесса подземного выщелачивания определяются

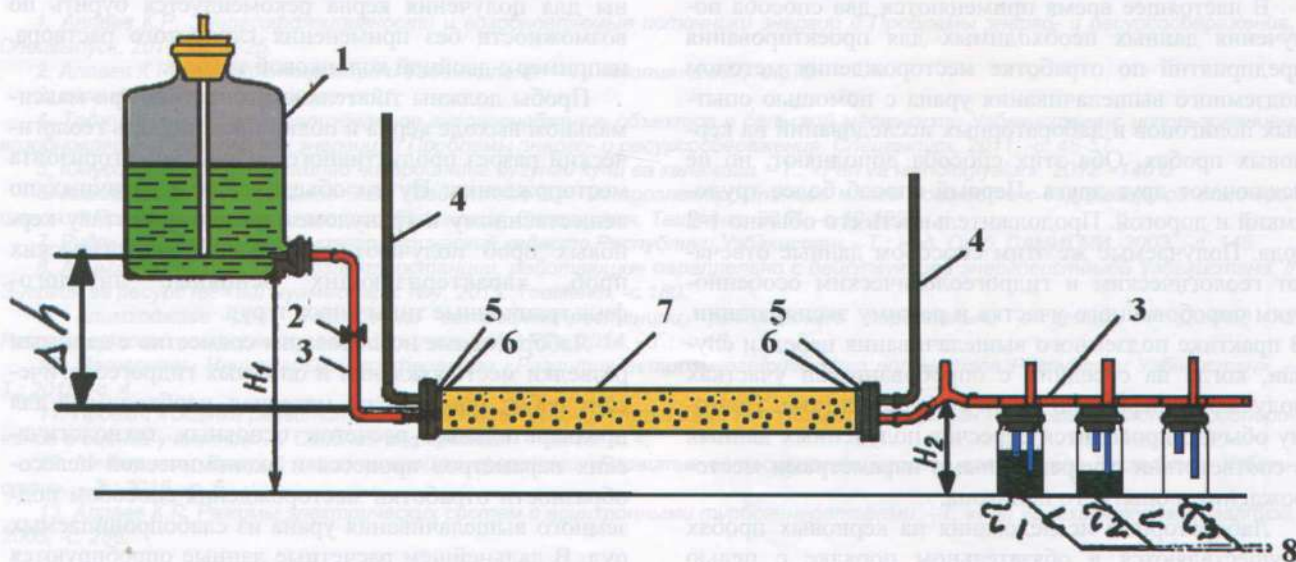


Рис. 1. Схема лабораторной установки для исследования керновых проб в динамических условиях: 1 – сосуд Мариотта; 2 – зажимы; 3 – шланги; 4 – дегазаторы; 5 – буферный слой; 6 – лавсановая прокладка; 7 – фильтрационная трубка; 8 – пробоотборники.



оптимальными и научно обоснованными исходными параметрами процесса, многие из которых с достаточной степенью достоверности могут быть установлены в процессе лабораторных исследований фильтрационных трубах и грунтовых лотках. Данные лабораторных исследований являются исходными для проектирования опытных участков на месторождениях.

К числу исходных параметров определяемых опытным путем, относятся следующие: концентрация растворителя в период начала отработки (до получения продуктивных растворов), на стадии активного выщелачивания металла и завершающей стадии; выход раствора на единицу горнорудной массы; влияние скорости и длины пути фильтрации растворителя на концентрацию добываемого металла в растворе его извлечение, на расход реагента; влияние окислителя показатели процесса и условия его применения. Такие факторы, интенсифицирующие процесс, как температура, изменение крупности исходного материала и др., в условиях подземного выщелачивания по ряду обстоятельств либо не могут быть использованы, либо использование их не может быть оправдано по экономическим соображениям.

Лабораторные исследования выщелачивания урановых руд месторождений, приуроченных к глинистым плохо проницаемым отложениям, свидетельствуют, что для таких типов руд степень извлечения металла ( $\epsilon$ ), достигшая 70-75%, а иногда 80%, достаточно удовлетворительно описывается уравнением:

$$\sum Me = K \cdot t^m \quad (1)$$

где,  $\sum Me$  – суммарное количество добытого металла, ед. веса;

$K, m$  – коэффициенты, устанавливаемые экспериментально, характеризуют диффузионную массопередачу в зависимости от вещественного состава руды, типа реагента;

$t$  – продолжительность времени выщелачивания,  $d$ .

При этом показатель  $m$  (установлено нами), наиболее часто оказывается равным 0,5. При значениях  $\epsilon > 70, 80\%$  (от 70-80% до 90-95%) интенсивность выщелачивания урана из глинистых рудоносных пород резко замедляется. Показатель  $m$  принимает значение меньше 0,5. Наиболее часто  $m=0,33$ . Это объясняется тем, что, во-первых, выщелачиваются, главным образом, наиболее труднодоступные для растворов глинистые разности и наименее растворимые минералы урана, а, во-вторых, достигается стадия максимального насыщения уранильными комплексами. Снижается величина химического градиента, замедляется процесс диффузии на границе раздела фаз – минеральное твердое тело. Поэтому на интенсивность процесса выщелачивания при данных условиях влияет не только скорость диффузного массопереноса, но и скорость химической реакции с «упорными» урановыми минералами.

Из анализа результатов лабораторных работ и технологических показателей эксплуатации блоков ПВ глинистых рудоносных пород выявлено, что, приме-

нительно к фильтрационно-неоднородной толще, закономерность проникновения растворов в глубину плохо проницаемых прослоев мощностью  $m$  при фильтрации выщелачивающих растворов по хорошо проницаемым слоям подчиняется зависимости:

$$l = \sqrt{16 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 K_{\phi}''} \leq m/2, m. \quad (2)$$

При этом градиент фильтрации растворов не менее 20, а начальный  $K_{\phi}$  относительно хорошо проницаемых слоев (около 70% от общей мощности продуктивной толщи) не ниже  $5 \times 10^{-3} - 10^{02} m/d$ .

При анализе учитывались следующие исходные данные: содержание урана в плохо проницаемых прослоях  $au=0,5 C; 0,67 C; 1,0 C; 1,33 C; 1,67 C; 2,0 C; 3,0 C$  ( $C$  – величина содержания урана в забалансовых рудах традиционного горного способа добычи, равная 0,03%) и равномерно распределено по всей мощности прослоя при любом принятом его значении;

- максимальная продолжительность выщелачивания блока ПВ не превышает 1100  $d$  (3 года);

- коэффициент фильтрации плохо проницаемых глинистых рудоносных пород находится в пределах  $10^{-3} - 5 \times 10^{-4} m/d$ ;

- характер распределения мощностей рудоносных прослоев в пределах продуктивной толщи соответствует установленной закономерности и в диапазоне  $m < 0,05 m$  средняя мощность плохо проницаемых слоев  $m_{cp} = 0,03 m$ ; в диапазоне 0,05-0,1  $m - m_{cp} = 0,08 m$ ; в диапазоне 0,1-0,2  $m - m_{cp} = 0,17 m$ ; в диапазоне 0,2-0,3  $m - m_{cp} = 0,27 m$ , а при мощностях более 0,3  $m$  средняя мощность составляет 0,41  $m$ .

Абсолютные значения глубины проникновения растворов в плохо проницаемые глинистые рудоносные породы (за счет их насыщения), в зависимости от времени контакта выщелачивающих растворов и  $K_{\phi}$

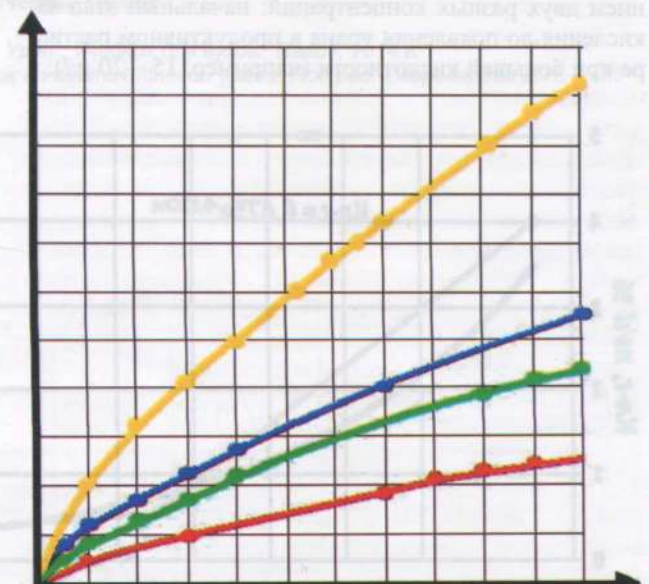


Рис. 2. Зависимость глубины насыщения ( $L$ ) плохопроницаемых рудоносных пород от времени контакта ( $t$ ) с хорошопроницаемыми породами:  
 1 –  $K_{\phi}'' = 5 \cdot 10^{-3} m/d$ ; 2 –  $K_{\phi}'' = 10^{-3} m/d$ ; 3 –  $K_{\phi}'' = 5 \cdot 10^{-4} m/d$ ;  
 4 –  $K_{\phi}'' = 10^{-4} m/d$ .

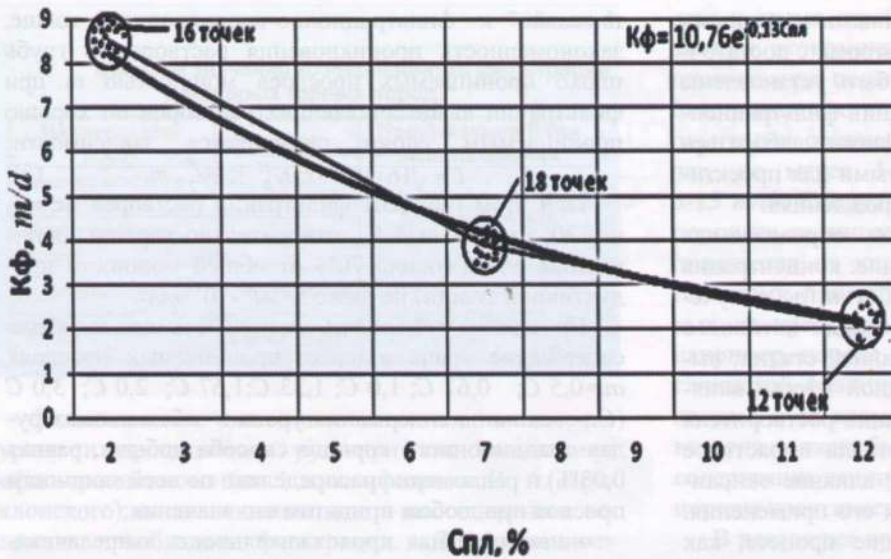


Рис. 3. Зависимость коэффициента фильтрации от содержания алевропелитовых частиц,  $K_f = f(C_{пл})$ .

с относительно хорошо проницаемыми породами (рис. 1), показывает, что за трехлетний период выщелачивания продуктивной толщи полностью насыщены раствором глинистые плохо проницаемые прослой с  $K_f \geq 5 \times 10^{-4} \text{ m/d}$ . Однако, степень извлечения урана из этих прослоев, согласно выполненным расчетам, будет различной (рис. 2).

По совокупности полученных показателей (удельному расходу кислоты, интенсивности извлечения металла, выход растворов, продолжительности процесса) определяют оптимальную концентрацию выщелачивающего реагента.

Процесс выщелачивания проводится с использованием двух разных концентраций: начальный этап закисления до появления урана в продуктивном растворе при большей кислотности (например, 15–20 g/l), а

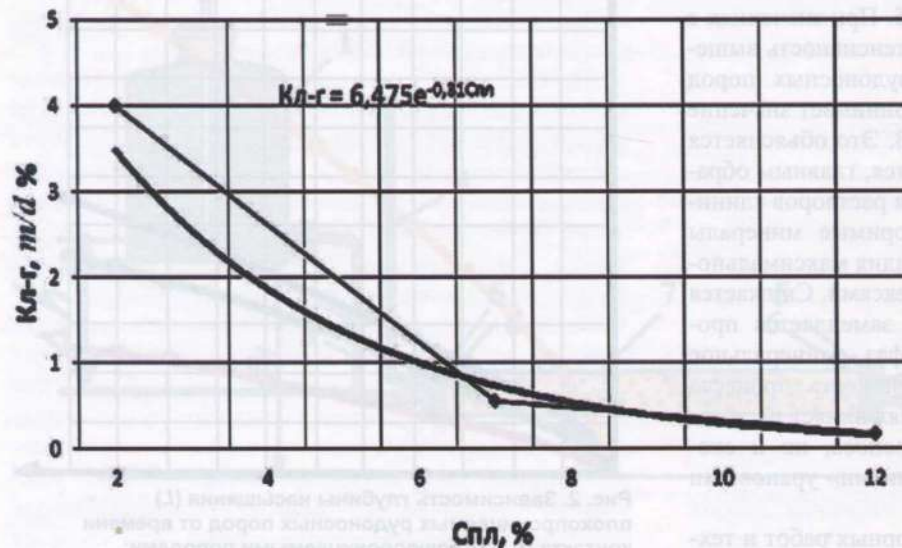


Рис. 4. Зависимость коэффициента литолого-гидравлической проводимости от содержания алевропелитовых частиц,  $K_{л-г} = f(C_{пл})$ .

основное выщелачивание при меньшей (например, 10 g/l). Это позволяет приблизиться к режиму выщелачивания в природных условиях и более достоверно оценить расход реагента. Такие опыты обычно выполняются после первой серии исследований по определению исходной концентрации кислоты.

Схема проведения опыта (рис. 1) позволяет поддерживать постоянной в течение всего опыта скорость фильтрации. Исследуемый керновый материал использовался в лабораторных условиях для определения значений коэффициента фильтрации  $K_f$  и содержания примесей алевропелитов. Определение этих параметров проводилось по стандартным методикам, применяемым в гидрогеологии и инженерной геологии.

Таким образом, из скважин было отобрано несколько образцов керна, по 10–12 образцов из каждой скважины. В среднем, по одному образцу из рудного интервала мощностью  $\approx 1 \text{ m}$ . В основе отбора использовался визуальный метод, после зачистки поверхности столбика керна от бурового раствора. В лаборатории опытный образец разделялся на 2 части: одна часть использовалась для определения величины коэффициента фильтрации, другая для определения содержания алевропелитов – тонкого, глинистого связующего материала.

Определение значений  $K_f$  проводилось в лабораторных приборах КФЗ (Знаменского), обойма которого заполнялась исследуемым материалом путем вдавливания ее в столбик керна по напластованию литологических разностей. Песчаные разности без видимого содержания алевропелитов – рыхлые несвязанные литологические образования размещали в обойме фильтрационного прибора путем периодического поинтервального уплотнения пород с максимальным усилием. Так, количество образцов в интервале:

- (1) -  $K_f \leq 2,5 \text{ m/d}$  составило 16 шт.;
- (2)  $2,5 > K_f < 5 \text{ m/d}$  18 шт.;
- (3) -  $K_f \geq 5 \text{ m/d}$  12 шт.

Среднее значение  $K_f$  для интервала (1) – 2,2 m/d; интервала (2) – 3,9 m/d; интервала (3) – 8,5 m/d, максимальное значение – 11,3 m/d.



Содержание алевропелитов определялось по второй части зернового материала в объемах выделенных значений  $K_f$  3-х интервалов.

Интервал 1 – содержание алевропелитов более 9,5%, максимальное значение – 18,5 %, среднее значение – 12,5 %.

Интервал 2 – содержание алевропелитов в интервале менее 9,5 % и более 5,3 %, среднее значение – 7,0 %.

Интервал 3 – содержание алевропелитов менее 5,3 %, среднее значение – 2,1%. Такой методический подход к оценке водопроницаемости пород продуктивного пласта позволил выделить гидродинамический параметр, характеризующий одновременно литологические и фильтрационные свойства: литолого-гидравлическую проводимость. Введем коэффициент литолого-гидравлической проводимости  $K_{г-г}$ , характеризующий гидравлическую проводимость пород рудного пласта в зависимости от содержания алевропелитов, выраженное в %. Разделив величину  $K_f$  на содержание алевропелитов ( $C_{ал}$ ), получим удельное значение проводимости на 1 % алевропелитов. Тогда, для выделенных интервалов получим следующие значения литолого-гидравлической проводимости: интервал 1 –  $K_{г-г} = K_f/C_{ал} = 2,2/12,5 = 0,18 \text{ m/d} \%$ ; интервал 2 –  $K_{г-г} = 0,56 \text{ m/d} \%$ ; интервал 3 –  $K_{г-г} = 4,0 \text{ m/d} \%$ .

Коэффициент литолого-гидравлической проводимости – интегральная величина, характеризующая удельное значение коэффициента фильтрации пород в зависимости от содержания алевропелитов.

Выявленные в процессе исследований зависимости между удельной проницаемостью ( $q$ ) скважин и значениями показателя Ж:Т (временной параметр)

для каждого из установленных и рассчитанных средних значений  $K_f$  свидетельствуют, что более интенсивно процесс кольматации проявляется в литологических разностях с высокой гидравлической проводимостью ( $K_f > 5 \text{ m/s}$ ).

Выделение интервалов с различной гидравлической проводимостью основывалось на определении в составе песчаных литологий примесей алевропелитов.

Необходимо отметить, что значения содержаний примесей алевропелитов и величины  $K_f$  приведены средними при статистической обработке.

Введем коэффициент  $K_{г-г}$ , характеризующий гидравлическую проводимость пород рудного пласта в зависимости от содержания алевропелитов, выраженное в процентах. Разделив величину  $K_f$  на содержание алевропелитов, получим удельное значение проводимости на 1% алевропелитов (напр.  $2,5 \text{ m/d}:9,5\%=0,26 \text{ m/d} \%$ ). Сравнивая величины  $K_{г-г}$  различных интервалов значений  $K_f$  можно прогнозировать изменение производительности скважин во времени, используя выявленные зависимости.

#### Основные выводы.

В работе выявлена зависимость между содержанием в породах продуктивного пласта алевропелитов и коэффициентами фильтрации, что позволило комплексно оценить свойства рудного пласта и ввести понятие о коэффициенте литолого-гидравлической проводимости  $K_{г-г}$ .

Впервые определен в области подземного выщелачивания урана коэффициент литолого-гидравлической проводимости  $K_{г-г}$ , через который можно прогнозировать производительность геотехнологических скважин.

#### Библиографический список

1. Петухов О. Ф., Истомин В.П., Руднев С.В., Хасанов А.С.. Уран. Учебник для вузов. Навои, 2014 г.
2. Белецкий В.И., Богатков Л.К., Волков Н.И. и др. Справочник по геотехнологии урана. Под ред. Скоростарова Д.И. – М.: «Энергоатомиздат», 1997.



## АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ ТАБЛИЦ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ



**Кабулов А.В.,**  
профессор кафедры  
«Математическое  
моделирование и крипто  
анализ» Национального  
университета Узбекистана  
им. Мирзо Улугбека,  
докт. техн. наук.



**Каландаров И.И.,**  
ассистент кафедры  
«Автоматизация и  
управление», НГГИ.

*Ushbu ish, algebra asosida faoliyat ko'rsatish jadvallari orqali boshqariladigan murakkab sistemalarda boshqaruvning algoritmik yondashuviga bag'ishlangan. Ishlab chiqarish sistemalarini, mavhum boshqariluvchi tizimlar tahlili va sintezi algoritmlari yordamida avtomatlashtirilgan algoritmik texnologik agregativ tizim orqali loyihalashtirish va boshqarish taklif etiladi. Ishlab chiqarish tizimlarini yagona sxemasi, dasturiy ta'minot va masalalar sinfi uchun generatsiya modellari graflar yordamida ko'rib chiqiladi. Algoritmik yondoshishning umumiy sxemasi keltiriladi. Ishlab chiqarish sistemalarida elementar bo'linmas sifatida qo'llaniladigan elementga quyidagi tavsifnomalar mavjud: koordinatalar, oraliq intervallar, operatsiyalar va holat.*

**Tayanch iboralar:** funktsiyalar jadvali, Petri tarmoqlari, agregat, ishchi o'rn, ishlab chiqarish tizimi.

*The paper is devoted to the algorithmic approach of managing complex systems based on algebra over function tables. An automated algorithmic technological aggregative system is proposed for designing and managing production systems using algorithms for analyzing and synthesizing abstract control systems. A unified scheme for representation of production systems using graphs, generation of models for classes of tasks and software is considered. The general scheme of such an algorithmic approach is described. As an elementary indivisible element of the production system, such element is used for which the following characteristics exist: coordinates, time intervals, operations and states.*

**Key words:** functioning tables, Petri nets, aggregate, workplace, production system.

Предлагается автоматизированная алгоритмическая технологическая агрегативная система при проектировании и управлении производственными системами с помощью алгоритмов анализа и синтеза абстрактных управляющих систем. Рассматриваются единая схема представления производственных систем с помощью графов, генерация моделей для классов задач и программное обеспечение. Описывается общая схема такого алгоритмического подхода. В качестве элементарного неделимого элемента производственной системы применяется такой элемент, для которого существуют следующие характеристики: координаты, интервалы времени, операции и состояния.

Назовем такой элемент рабочим местом и обозначим его следующим образом:

$$\alpha_i \in A, \alpha_i = \{\delta_{ij}, t_j, d_{ij}, p_{ij}\},$$

$\delta_{ij} \in \Delta$  - вектор  $t_j$  координат в интервале времени;  $\Delta$  - множество координат (геометрических)  $PM$ ;  $t_j \in T$  -  $j$  интервал времени ( $T$  - множество интервалов времени);  $d_{ij} \in D$  - операция, выполняемая в интервале времени ( $D$  - множество операций);  $p_{ij} \in P$  - вектор состояний  $PM$  (рабочая машина) в интервале времени ( $P$  - множество состояний  $PM$ ).

В качестве операций можно выделить следующие классы операций:

- технологические (обработка, сборка, транспортирование, складирование);
- логические (И, ИЛИ, исключающее ИЛИ, НЕ);
- планирования (предварительное планирование, календарное планирование, ССЗ (сменное-суточное задание), оперативно-диспетчерское управление);
- нормативно-справочные (поиск документов, управляющих программ (УП), сортировка документов);
- операции обмена (УП, документами, директивами, признаками состояния);
- операции ввода-вывода (запись, считывание).

В качестве состояний  $PM$  можно принять следующие:

- состояние материального потока (заготовка есть - нет, оснастка есть - нет, инструмент есть - нет, материалы есть - нет);
- состояние информационного потока (стек операции (УП), стек плана обработки, стек директив, стек документов, длина стека № 1, длина стека № 2, длина стека № 3, длина стека № 4);



- состояние  $PM$  (исправлен/не исправлен, свободен/занят, готов/не готов, работа/ожидание, время обработки).

Множество  $PM$ , связанных по признакам, определяется некоторой сетью в каждый интервал времени  $t_i$  (например, сетью Петри [1]). Изменения сети  $PM$  во времени - функцией изменения сети  $F(t)$ . Такое описание системы будем называть таблицей функционирования системы. Графически каждая операция  $d_i$  - выполняемая на  $PM$   $\alpha$ , в момент времени  $t_i$  имеет координаты  $(i, j, k)$ .

Тогда динамические таблицы функционирования будут определяться следующим образом:

$$T\Phi = \{P, D, I, O, A, T, \Delta, F\}$$

где,  $P, D, I, O, A, T, \Delta, F$  - соответственно множество позиций (состояний), операций (переходов), входных и выходных состояний  $PM$ , интервалов времени и координат  $PM$  системы;  $F(t)$  - функция изменения таблицы функционирования во времени.

Если  $\forall t_i \in T$  и функция  $F(t) = const$ , то такая таблица функционирования называется статической (стационарной). Функция  $F(t)$ , задающая изменения таблицы функционирования, называется функцией управления агрегатной системой или функцией планирования процессов в системе.

В каждый интервал времени  $t_i$  описание  $T\Phi$  представляется в виде маркированной сети Петри:

$$N = \{P, D, I, O, \mu\}$$

где,  $\mu$  - функция, отображающая  $N$  множество позиций в множестве натуральных чисел:

$$\mu: P \rightarrow N$$

Каждая маркировка  $\mu$  может быть представлена как вектор  $\mu = (\mu_1, \dots, \mu_n)$  здесь

$$n = |P| \forall \mu_i \in N, i = \overline{1, n}$$

Вектор  $\mu$  определяет для каждой позиции  $p_i$  сети количество фишек, т.е. для  $\mu_i, p_i, i = \overline{1, n}, \mu_i(p_i) = \mu_i$ .

Интервалы времени,  $t_i$  в течение которых сеть Петри не изменяется, будем называть технологическими циклами (ТЦ).

Таким образом, за неделимый элемент производственной системы принято РМ. Обозначим его через  $\alpha$ , а множество  $PM$  - через  $A$ .

Каждое  $\alpha$  может быть представлено в виде работников, работника плюс машины или машины. Каждое  $\alpha$  имеет входы  $x$  и выходы  $y$ , внутреннее состояние  $Z$ . На входы передаются сигналы (информация) или материалы в виде продуктов, веществ (жидких или газообразных) и т. д. Некоторые входные воздействия сигналов могут быть управляющими ( $g$ ). В качестве машин применяются станки и вычислительные машины. Машины выступают в качестве

орудий труда, а информация, материалы - в качестве предметов труда.

Рабочее место  $\alpha$  соответствует агрегату Н.П. Бусленко [2]. Каждому  $\alpha$  приписывается определенное количество операций  $d$ . Множество операций обозначим через  $D$ . Кроме того, они функционируют по времени и имеют пространственные координаты. Множество  $\alpha$  соединяются между собой дугами и образуют коммуникационную сеть с потоками (имеются в виду потоки информации, веществ, а также транспортные, людские потоки и т.д.).

Так, система представляется в виде коммуникационной сети, вершины которой изображают  $PM$ , способные выполнять определенное количество операций (решение задач, переработка материалов и т.д.), а дуги соответствуют потокам между этими местами. Такую сеть назовем  $R$ -сетью.

В процессе функционирования системы, структура сети со временем может меняться: старые дуги и вершины аннулируются, а новые добавляются. Такие сети назовем ситуационными или  $RC$ -сетями. При решении определенного класса задач в течение времени  $(t_1, t_2)$  на каждом  $\alpha$  выполняется одна из приписанных ему операций. Поэтому построение самой сети и определение приписанной операции является основной задачей системных исследований. В определенный промежуток времени сеть можно изобразить в виде ориентированного графа неизменной структуры (рис. 1).

Такое представление соответствует определению таблицы функционирования, и  $R, RC$  сети представляются в виде  $T\Phi$ . На этой сети можно фиксировать параметры потока и режим работы сети во времени.

Приведены параметры  $T\Phi$ :

1. Для министерств и ведомств за  $A$  принимаются отделы управления и главное управление, имеющее доступ к ЭВМ, а за  $D$  - вычислительные и логические операции, операции ввода, выполняемые при решении задач планирования и управления.

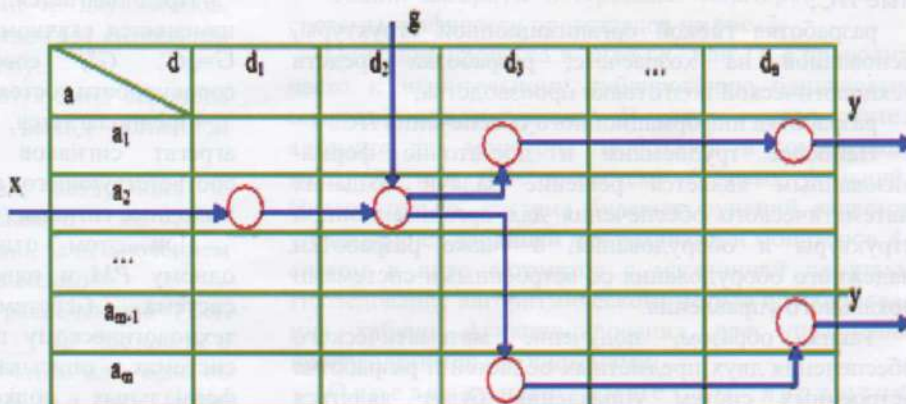


Рис. 1. ТФ гипотетического объекта управления.

Очевидно, что ТФ можно составить и для организационно-экономического расчёта. Такие системы относятся к разряду организационно-экономических. Для объединения и предприятия наряду с организационно-экономическими задачами (за-водоуправление) в пехах, участках выполняются технологические процессы. Если организационно-экономические ТФ более или менее стабильны, то характер ТФ технологии зависит от характера производства. На химических предприятиях ТФ технологических процессов меняется редко, а на машиностроительных - с поступлением новых изделий. В последнем случае выбор операций и привязка их к каждому РМ (т.е. построение ТФ) превращается в сложную задачу и решается методами сетевого планирования на основе алгебры над ТФ. Выбор конкретной структуры ТФ каждый раз зависит от навывок проектировщика и состава задач.

Алгоритмизация управления ИС в нашем случае состоит в том, чтобы найти алгоритм, который позволяет для любой системы с дискретным характером производства по ее ТФ найти функциональную характеристику. В этом смысле алгоритмизация представляет собой, по существу, универсальный метод моделирования процесса управления ИС таблицами функционирования. Процесс решения задачи управления объектом в настоящее время является достаточно трудоемким и не до конца формализованным. Решение проблемы управления ИС состоит из ряда задач, имеющих самостоятельное значение [2, 3]. В частности к ним относятся: создание математического обеспечения для организационной структуры и программно-управляемого оборудования; разработка на уровне ИС возможности локального управления и возможности организации его в более круп-ные ИС;

разработка гибкой организационной структуры, основной на хозрасчете; разработка средств технологической подготовки производства; разработка информационного обеспечения ИС.

Наиболее трудоемким и достаточно формализованным является решение задачи создания математического обеспечения для организационной структуры и оборудования, а также разработки на каждом оборудовании со встроенными системами локального управления. Таким образом, получение математического обеспечения двух предметных областей и разработка встроенных систем управления будут являться основными задачами данной работы.

Для построения системы управления потребуются описание процессов как строго последовательных, так и параллельных. Для этого введем унифицированное описание процессов с заданными операциями в виде ТФ и построим соответствующую алгебру. Затем разработаем математическое обеспечение для расматриваемого оборудования и организационной структуры на основе алгебры над таблицами функционирования производственных систем. Стандартное описание производственных систем. Проблема стандартного описания систем поставлена в [3, 4], где автором предложена унифицированная автоматизированная модель сложных систем, описываемая с помощью аппаратов и аппаратных систем. Рассмотрим работу аппарата. Аппарат характеризуется множеством состояний  $x \in X$ , входов  $u \in U$ , выходов  $z \in Z$  и временем  $t \in T$ . Здесь во входные множества включены и управляющие сигналы. В моменты поступления входных или управляющих сигналов и выхода выходного сигнала  $t$  аппарат находится в особом состоянии, из которого в новое состояние он переходит скачком.

Здесь возможны четыре случая: подача:  $(x), (y) / (x, y)$  и выдан  $(y)$ :

$$\begin{cases} Z(t^+ + O) = \vee [z(t^+), x, u_s] \\ Z(t^+ + O) = \vee [z(t^+), u] \\ Z(t^+ + O) = \vee [z(t^+), x, u] \\ Z(t^+ + O) = \vee [z(t^+), u_s] \end{cases}$$

где,  $u_s$  - последний до  $f$  управляющий сигнал. В интервалах между особыми состояниями  $Z(t) = S_i(t^+, O), u, i]$

Оператор выхода  $G$  состоит из двух частей:

$G'$  - выбирает выходной сигнал  $y$ ;

$G''$  - проверяет принадлежность  $Z(t)$  к множеству  $Z$ . Задача моделирования функционирования аппарата сводится к построению множеств  $z(t), y(t)$  зависящих от них  $z(t + \Delta t)$  функций, т.е. к вычислению или его вероятности (в случайных средах).

Предполагается, что состояние аппарата изменяется скачком. В терминологии ТФ оператор,  $G = \{G', G''\}$  соответствует операциям, а  $Z$  совокупности состояний аппарата  $A$ .

Предполагается, что в каждом такте с подачей в аппарат сигналов типа  $x, y, (x, y)$  состояние соответствующего аппарата  $Z$  меняется; возможна выходные сигналы  $(y), (U), (y), (U)$ .

При этом отдельный аппарат соответствует одному РМ и одной операции ТФ, а аппарат система (А-система) в целом - отдельному технологическому циклу ТФ. В производственных системах, описываемых А-системами, во всех формальных подходах используются операции сборки, обработки и управления. При этом имеется





Очевидно, что ТФ можно составить и для подразделений министерств, и ведомств, где за А принимаются отдельные сотрудники или их группы с рабочими местами. Здесь по сети проходят информационные потоки, связанные с численными расчетами. Такие системы относятся к разряду организационно-экономическому.

2. Для объединений и предприятий наряду с организационно-экономическими задачами (заводоуправление) в цехах, участках выполняются технологические процессы. Если организационно-экономические ТФ более или менее стабильны, то характер ТФ технологии зависит от характера производства. На химических предприятиях ТФ технологических процессов меняется редко, а на машиностроительных - с поступлением новых изделий. В последнем случае выбор операций и привязка их к каждому РМ (т.е. построение ТФ) превращается в сложную задачу и решается методами сетевого планирования на основе алгебры над ТФ. Выбор конкретной структуры ТФ каждый раз зависит от навыков проектировщика и состава задач.

Алгоритмизация управления ПС в нашем случае состоит в том, чтобы найти алгоритм, который позволяет для любой системы с дискретным характером производства по ее ТФ найти функциональную характеристику. В этом смысле алгоритмизация представляет собой, по существу, универсальный метод моделирования процесса управления ПС таблицами функционирования.

Процесс решения задачи управления объектом в настоящее время является достаточно трудоемким и не до конца формализованным. Решение проблемы управления ПС состоит из ряда задач, имеющих самостоятельное значение [2, 3]. В частности к ним относятся: создание математического обеспечения для организационной структуры и программно-управляемого оборудования:

разработка надежного программно-управляемого технологического оборудования модульного типа со встроенными системами локального управления и возможностью организации его в более крупные ПС;

разработка гибкой организационной структуры, основанной на хозрасчете; разработка средств технологической подготовки производства;

разработка информационного обеспечения ПС.

Наиболее трудоемким и достаточно формализованным является решение задачи создания математического обеспечения для организационной структуры и оборудования, а также разработки надежного оборудования со встроенными системами локального управления.

Таким образом, получение математического обеспечения двух предметных областей и разработка встроенных систем управления будут являться основными задачами данной работы.

Для построения системы управления потребуется описание процессов как строго последовательных, так и параллельных. Для этого введем унифицированное описание процессов с заданными операциями в виде ТФ и построим соответствующую алгебру. Затем разработаем математическое обеспечение для рассматриваемого оборудования и организационной структуры на основе алгебры над таблицами функционирования производственной системы.

*Стандартное описание производственных систем.* Проблема стандартного описания систем поставлена в [3, 4], где автором предложена универсальная автоматизированная модель сложных систем, описываемая с помощью агрегатов и агрегатных систем.

Рассмотрим работу агрегата. Агрегат характеризуется множеством состояний  $x \in X$ , входов  $y \in Y$ , выходов  $z \in Z$  и временем  $t \in T$ . Здесь во входные множества включены и управляющие сигналы. В принципе  $Z(t) = H[(t_0, t)]$  оператор  $H$  расшифровывается следующим образом. В моменты поступления входных или управляющих сигналов и выдачи выходного сигнала  $t$  агрегат находится в особом состоянии, из которого в новое состояние он переходит скачком.

Здесь возможны четыре случая: поданы:  $(x)$ ,  $(y)$  и  $y$  и выдан  $(y)$ :

$$\left. \begin{aligned} Z(t^* + 0) &= \sqrt{[z(t^*), x, u_s]} \\ Z(t^* + 0) &= \sqrt{[z(t^*), u]} \\ Z(t^* + 0) &= \sqrt{[z(t^*), x, u]} \\ Z(t^* + 0) &= \sqrt{[z(t^*), u_s]} \end{aligned} \right\}$$

где,  $u_s$  - последний до  $f$  управляющий сигнал.

В интервалах между особыми состояниями  $Z(t) = S, [(t^*, 0), u, t]$

Оператор выхода  $G$  состоит из двух частей:

$G'$  - выбирает выходной сигнал  $y$ ;

$G''$  - проверяет принадлежность  $Z(t)$  к множеству  $Z, y$ .

Задача моделирования функционирования агрегата сводится к построению множеств  $z(t)$ ,  $y(t)$  зависящих от них  $z(t + \Delta t)$  функций, т.е. к вычислению или его вероятности (в случайных средах).

Предполагается, что состояние агрегата изменяется скачком. В терминологии ТФ оператор,  $G = \{G', G''\}$  соответствует операциям, а  $Z$  совокупности состояний агрегата  $A$ .

Предполагается, что в каждом такте с подачей в агрегат сигналов типа  $x, y, (x, y)$  состояние соответствующего агрегата  $Z$  меняется; возможны выходные сигналы  $(y), (U), (y, U)$ .

При этом отдельный агрегат соответствует одному РМ и одной операции ТФ, а агрегатная система ( $A$ -система) в целом - отдельному технологическому циклу ТФ. В производственных системах, описываемых  $A$ -системами, во всех формальных подходах используются операции сборки, обработки и управления. При этом имеется



несколько форм записи выполнения агрегатами этих операций, удобных для реализации на ЭВМ; например, операторные схемы (ОС).

В дискретном производстве при описании операции обработки, сборки и управления получают комбинированные ОС. Но принцип их построения остается единым. В процессе объединения вышеуказанных агрегатов создается агрегатная система. Таблицы функционирования, введенные в работах [5] и формально определенные в данной работе, обладают, на наш взгляд, логическим продолжением и развитием определений агрегатных систем и позволяют использовать лучшие стороны формальных аппаратов описания производственных систем для решения задачи алгоритмизации управления.

Задача синтеза управляющего агрегата (монитора). Рассмотрим процесс синтеза автоматов для реализации операции управления. Введем понятие монитора - специального агрегата, выполняющего операцию управления в А-системах. Монитор - это агрегат или комплекс А-системы, предназначенный для управления агрегатами этой системы. Монитор отвечает за распределение соответствующей входной информации для агрегатов системы, а также контролирует процессы функционирования агрегатов. Например, в операционных системах может существовать монитор основной памяти и монитор центрального процессора, а в системах механообработки - мониторы локального управления группой станков с ЧПУ и т.д.

Монитору предоставлено право доступа к информационным таблицам и к другим управляющим структурам А-системы, связанным с управляющим агрегатом.

Универсальным монитором мы называем такой монитор, который состоит из управляющего агрегата, получающего в качестве входной информации набор инструкций для исполнения. Моделью универсального монитора А-системы может служить конечный автомат с магазинной памятью [5]. Для получения конечного алфавита магазинных символов используем методику синтеза управляющих автоматов по ГСА [6].

Согласно [6], методика состоит из двух этапов. Первый этап заключается в разметке ГСА символами (метками) по следующему алгоритму.

**Шаг 1.** Символом  $\alpha_r$  отмечается вход вершины следующей за начальной, и выход конечной вершины.

**Шаг 2.** Входы всех вершин, следующих за операторными, отмечаются символами  $\alpha_2, \dots, \alpha_m$ .

**Шаг 3.** Входы различных вершин, за исключением конечной отмечаются разными символами.

На первом этапе получаем размеченную ГСА. Если теперь каждому символу  $\alpha_2, \dots, \alpha_m$  поставить в соответствие вершину графа автомата или, если на ГСА существует путь перехода из  $\alpha_m$  в  $\alpha_s$ , то на графе автомата вершина  $\alpha_m$  соединяется дугой с вершиной

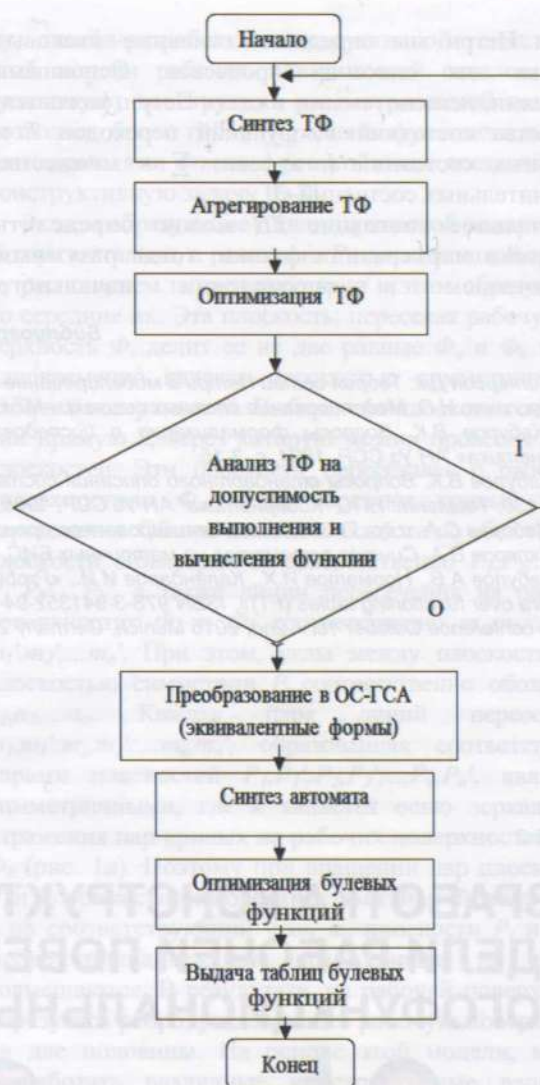


Рис. 2. Схема построения монитора для А-системы.

$\alpha_s$  направленной из  $\alpha_m$  в  $\alpha_s$ . В начале дуги записывается конъюнкция  $x(\alpha_m, \alpha_s)$  сформированная для этого пути; в конце дуги формируется подмножество операций  $y(\alpha_m, \alpha_s)$  из операторной вершины, через которую проходит путь.

Общий алгоритм построения мониторов для А-системы графически представлен на рис. 2.

Описание процесса в виде ОС или ГСА приводит часто к значительному дублированию одинаковых операций при их записи. В связи с этим синтез автомата для монитора отображает в компактном виде ОС или ГСА в систему булевых функций. Следовательно, система булевых функций является управляющей таблицей для реализации мониторов А-систем в виде автоматов с магазинной памятью. Исследование алгоритмического метода преобразования таблиц функционирования для управления производственными системами.

Определенные выше ТЦ являются разновидностью сетей Петри, поэтому по аналогии с



сетями Петри мы определим основные языковые средства для описания процессов. Основными понятиями, используемыми в сетях Петри, являются: множества состояний  $P$ , функций переходов  $T$  и начальных состояний  $I$ , алфавит  $\Sigma$  и множество заключительных состояний  $O$ .

Начальное состояние ТЦ можно определить понятиями маркера или фишки; тогда разумным ограничением в определении начального

состояния является рассмотрение маркировок ТЦ с одной фишкой в начальной позиции. В общем случае нам требуется множество таких маркировок [7].

$$M = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k\}.$$

Множество состояний ТЦ  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  определяется аналогично множеству позиций сетей Петри. Множество функций переходов (очереди переходов) есть конечное множество:  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ ,  $m \geq 0$ .

#### Библиографический список:

1. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.: Мир, 1984.
2. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978, с. 390.
3. Кабулов В.К. Вопросы формализации в исследовании систем. Вопросы кибернетики, вып.126, Ташкент: НПО «Кибернетика» АН Уз ССР, 1984, с. 3-15.
4. Кабулов В.К. Вопросы стандартного описания систем и агрегатные системы Н.П. Бусленко. - Вопросы кибернетики, выпуск 130, Ташкент: НПО "Кибернетика" АН Уз ССР, 1985, с. 3-20.
5. Майоров С.А. и др. Гибкое автоматизированное производство. М.: Машиностроение, 1985, с. 454.
6. Скляр В.А. Синтез автоматов на матричных БИС. - М.: Наука и техника, 1984, с. 285.
7. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И., «Problems of algorithmization of management of difficult systems on the basis of algebra over functioning tables (FT)», ISBN 978-3-941352-94-0 Science and Education Materials Of the ix international Research and practice conference October 1st – 2nd, 2015 Munich, Germany 2015, с. 148-151.

УДК 515.2

© Муродов Н.М., Жураев Т.Х., Муртазов А.Н. 2017 г.

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОТВАЛОВ



**Муродов Н.М.,**  
декан факультета гидромелиорации  
Бухарского филиала ТИИМХС,  
докт. техн. наук.



**Жураев Т.Х.,**  
старший научный сотрудник-соискатель  
кафедры «Начертательная геометрия  
БухИТИ.



**Муртазов А.Н.,**  
преподаватель БухГУ.

*Maqolada ko'p funksiyali ag'dargichning konstruktiv geometrik modelini ishlab chiqish masalasi asoslab berilgan. Ushbu masala konseptual ag'dargich ishchi yuzasining parametrlarini berish orqali echilgan. Bunda talab qilingan ishchi yuzani loyihalash imkonini beruvchi sirt aniqlovchilarini berish variantlari va ularning agdargichning texnologik ko'rsatkichlariga ta'siri keltirilgan.*

**Tayanch iboralar:** ishchi sirt, shakl va holat parametrlari, yo'naltiruvchi, yasovchi, aylantirish o'qi, funksional imkoniyatlar, konstruktiv geometrik model.

*The article proves the problem of design - development of a constructive geometric model of a multifunctional dump. The problem is solved by specifying the geometric parameters of the working surface of the conceptual dump. The variants of the surface detectors and their influence on the technological parameters of the heap are given, which make it possible to develop the required working surface.*

**Key words:** working surface, shape and position parameters, guide, generatrix, axis of rotation, functional capabilities, constructive geometric model.



За последние годы в мире наблюдается заметное увеличение разнообразия применяемой техники во всех сферах человеческой деятельности, в плане их функциональных возможностей. Поэтому разработка рабочих органов расширяющих их функциональные возможности является одной из важнейших задач современной инженерной и проектно-конструкторской деятельности. Особенно это стало актуальным в условиях перехода Республики Узбекистан на новую стадию развития, где происходят коренные реформы хозяйствования в сельском хозяйстве, реализуются грандиозные проекты в строительстве, а также уделяется огромное внимание на обустройство населенных пунктов [1].

Как известно, отвалы, как основной рабочий орган бульдозеров, грейдеров и другой спецтехники, предназначены для выполнения подготовительных работ в сельском хозяйстве и мелиорации, грунтовых работ в дорожном строительстве и инженерной подготовки территорий, а также других работ, например, в сфере коммунального хозяйства. В классическом варианте отвал имеет фронтально расположенную цилиндрическую рабочую поверхность, по которой должна перемещаться земляная или другая масса, образованная как «призма волочения» в необходимом направлении и количестве [2, 3].

Для расширения функциональных возможностей отвалов имеются также разработки в различных конструктивных вариантах, с меняющимся расположением рабочего органа и различной рабочей поверхностью. Но, эти разработки в основном направлены на расширение функциональных возможностей отвалов, для выполнения работ определенного характера [4, 5].

Разработка рабочей поверхности отвала, применяемая для выполнения работ различного характера повышает эксплуатационные, экономические и технологические показатели проектируемой техники. Поэтому,

дизайн-разработка конструктивной геометрической модели рабочих поверхностей отвалов, хотя существуют конструкции рассматриваемой техники, позволяет более гибко управлять функциональными возможностями отвала и решать выше поставленную конструктивную задачу [6-8].

Задаем образующие  $l$  цилиндрической поверхности  $\Phi$  горизонтально, а плоскость  $P$  направляющей кривой  $m$ , располагаем перпендикулярно к этим образующим по середине их. Эта плоскость, пересекая рабочую поверхность  $\Phi$ , делит ее на две равные  $\Phi_a$  и  $\Phi_b$  части, одновременно являясь плоскостью симметрии этих рабочих поверхностей. Выберем на плоскости симметрии прямую  $k$ , через которую можно провести пучок плоскостей. Эти плоскости пересекаясь с рабочими поверхностями  $\Phi_a$  и  $\Phi_b$  образуют кривые линии пересечения. Обозначим эти плоскости по обе стороны плоскости симметрии  $P$  соответственно  $P_1, P_2, \dots, P_n$  и  $P'_1, P'_2, \dots, P'_n$ , а также линии пересечения на рабочих поверхностях  $\Phi_a$  и  $\Phi_b$  соответственно  $m_1, m_2, \dots, m_n$  и  $m'_1, m'_2, \dots, m'_n$ . При этом, углы между плоскостями и плоскостью симметрии  $P$  соответственно обозначим  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ . Каждая пара линий пересечения  $m_1, m'_1; m_2, m'_2; \dots, m_n, m'_n$ , образованная соответственно парами плоскостей  $P_1, P'_1; P_2, P'_2; \dots, P_n, P'_n$ , являются симметричными, где  $k$  является осью зеркального отражения пар кривых на рабочих поверхностях  $\Phi_a$  и  $\Phi_b$  (рис. 1а). Поэтому при вращении пар плоскостей  $P_i$  и  $P'_i$  совместно с поверхностями  $\Phi_a$  и  $\Phi_b$  вокруг оси  $k$  на соответствующий угол  $\alpha_i$ , плоскости  $P_i$  и  $P'_i$ , а также принадлежащие им кривые  $m_i$  и  $m'_i$  совмещаются. В результате, на рабочей поверхности образуется ребро, разделяющее рабочую поверхность на две половины. На основе этой модели, можно разработать различные конструктивные варианты трансформируемого отвала, позволяющего

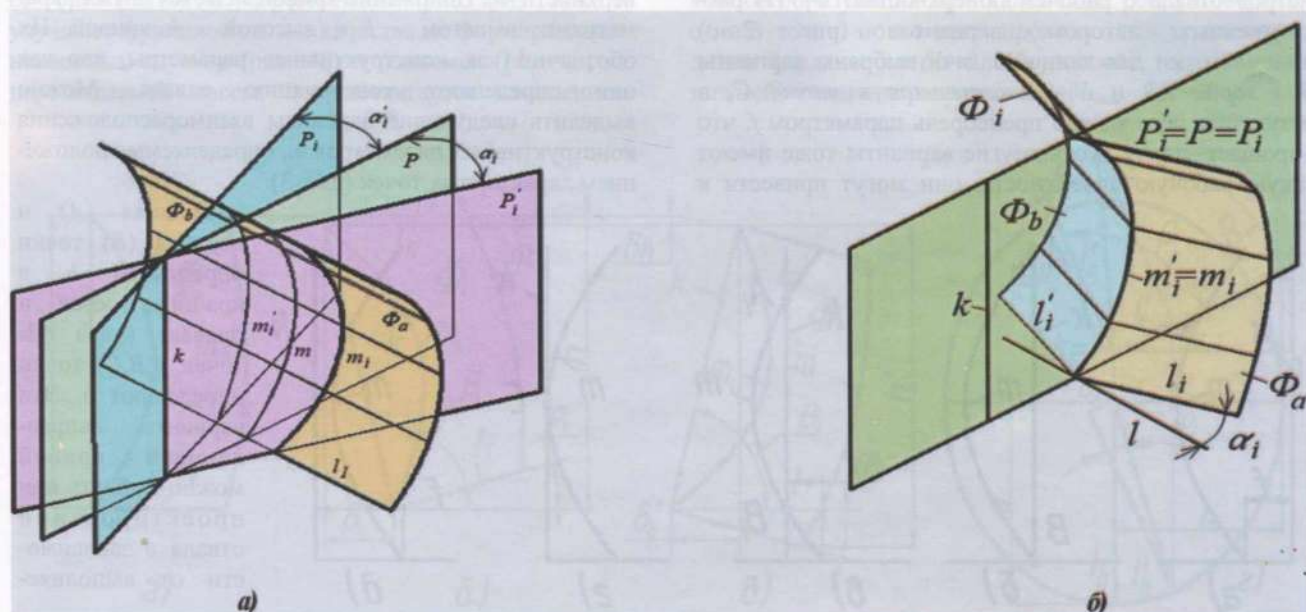


Рис. 1. Образование рабочей поверхности отвала двухстороннего действия.



преобразоваться из одной рабочей поверхности в другую. Известно, что при проектировании сложных технических форм, рассматриваемая поверхность мысленно различается на «геометрический» и «рабочий», так как из одной и той же поверхности можно получить различные рабочие поверхности [5, 9]. Поэтому, с помощью предлагаемой модели, в результате вращения рабочих поверхностей  $\Phi_a$  и  $\Phi_b$  вокруг оси  $k$  на угол  $\alpha_i$ , образуется новая рабочая поверхность  $\Phi_i$ . Хотя заданная  $\Phi$  и вновь образованная  $\Phi_i$  поверхности цилиндрические, они имеют различные рабочие поверхности с различными функциональными качествами, где  $\alpha$  вступает в качестве управляющего параметра в образовании  $\Phi_i$ . В отличие от заданной поверхности  $\Phi$ , новая рабочая поверхность  $\Phi_i$  способствует улучшению направляющего действия перемещаемой массы по сторонам (рис. 1б).

Процессом образования требуемой рабочей поверхности  $\Phi_i$  можно управлять, кроме параметра  $\alpha$ , также и положением  $k$ . В рассматриваемой модели ось вращения  $k$  расположена вертикально и имеет определенное расстояние относительно  $\Phi_i$ . Однако, изменение положения  $k$  существенно влияет на образование  $\Phi_i$ . Здесь можно рассмотреть два параметра  $k$ : изменение расстояния  $f$ , определяемое между фиксированными точками  $k$  и  $m$ , например основание  $k$  и носок  $m$  на горизонтальной плоскости; а также изменение угла наклона  $\beta$  к горизонтальной плоскости. При одном и том же угле  $\alpha_i$  и форме направляющей  $m_i$ , изменение  $f$  приведет к изменению взаимного расположения пар направляющих  $m_i$  и  $m_i'$ , что приведет и к изменению конструктивных параметров отвала с рабочей поверхностью  $\Phi_i$ . Из рассмотренных автором, вариантов (рис. 2а-д) приемлемыми для данной задачи выбраны варианты б - хорда  $AB$  и г - касательная в точке  $C$ , в результате чего можно пренебречь параметром  $f$ , что упрощает задачу. Хотя другие варианты тоже имеют такую рабочую поверхность, они могут привести к

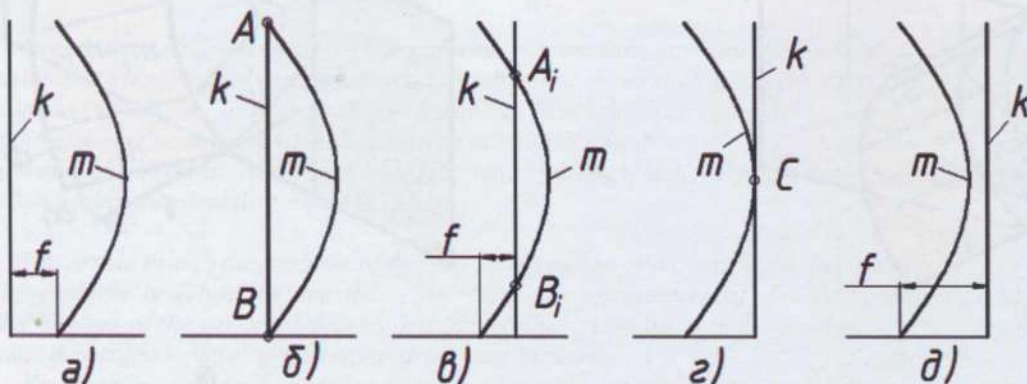


Рис. 2. Варианты расположения оси вращения  $k$  относительно  $m$ .

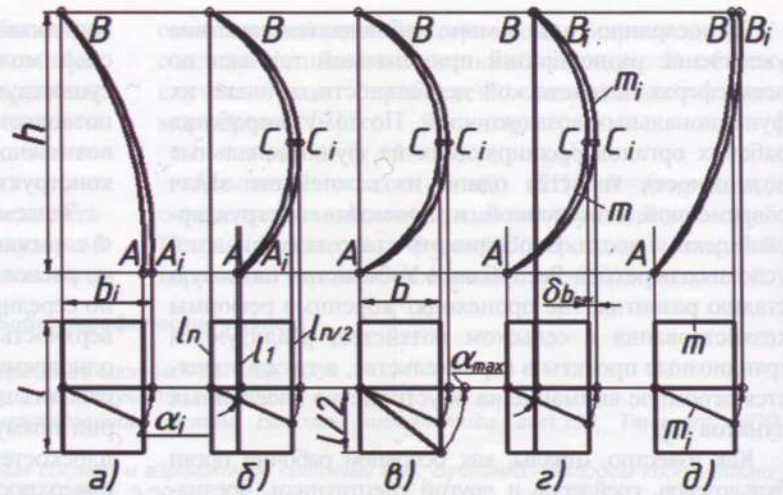


Рис. 3. Варианты взаиморасположения конструктивных параметров направляющей кривой.

усложнению конструктивных параметров отвала. Однако, при образовании поверхности  $\Phi_i$ , в варианте з вращение производится в обратном направлении чем в варианте б. Значение угла вращения  $\alpha$  выбираем в пределах  $0 < \alpha < \alpha_{max}$ , при условии, что плоскости  $P_i$  и  $P_i'$  должны пересекать все образующие поверхности  $\Phi_i$ , где  $\alpha_{max}$  равна на  $tg\alpha = (l/2)/b$ , а вылет кривой -  $b$ .

Необходимо отметить параметры по форме и положению направляющей кривой  $m$  поверхности  $\Phi$ . По условию задачи форма направляющей  $m$  является плоской и плавной, с определенной кривизной и вогнутой стороной вперед. Так как эти свойства направляющей остаются неизменными при преобразовании поверхности, их выделим как топологические параметры кривой, определяющие ее форму. Следовательно, такие параметры поверхности, как ее вид и кривизна также остаются неизменными и при образовании новой поверхности  $\Phi_i$ . Положение кривой задается двумя параметрами: вылетом -  $b$  и высотой -  $h$  кривой. Их обозначим как конструктивные параметры, так как они определяют конструкцию отвала. Можно выделить следующие варианты взаиморасположения конструктивных параметров  $m$ , определяемые положением характерных точек (рис. 3).

Нижняя ( $A$ ) и верхняя ( $B$ ) точки определяют  $h$ , а крайние, левая и правая (пара из точек  $A, B, C$ ) точки определяют  $b$ . Эти варианты направляющей кривой можно выбрать при проектировании отвала в зависимости от выполняе-



Таблица 1

Положения образующих и их влияние на характеристику рабочей поверхности

№	По ширине $b$ , в отношении $h$ и через точки			Характер движения перемещаемой массы по рабочей поверхности
	Переднее	Среднее	Заднее	
1.	верхнее - B	не имеется	нижнее - A	Сильно отодвигается вперед.
2.	верхнее - B	нижнее - A	среднее - C	Частично принимается на грудь и сильно отодвигается вперед.
3.	верхнее/нижнее - B/A	не имеется	среднее - C	Полностью принимается на грудь и сильно отодвигается вперед.
4.	нижнее - A	верхнее - B	среднее - C	Полностью принимается на грудь и слабо отодвигается вперед.
5.	нижнее - A	не имеется	верхнее - B	Полностью принимается на грудь.

мых им работ. При изменении  $f$ , в вертикальном положении  $k$ , габаритная высота отвала  $h'$  так же остается неизменной. Параметр  $\delta b_{max} = b_r - b$  получаемый после образования ребра поверхности  $\Phi_i$ , располагается противоположно относительно точки, по которой проходит ось вращения  $k$  (правое/левое - на груди или верхнее/нижнее - на носке).

Критерии выбора вариантов взаиморасположения характерных точек направляющей кривой  $m$  по  $h$  и  $b$ , при проектировании отвалов можно объяснить, связывая эти точки с характерными положениями образующих  $l$ . Например, выделим следующие положения образующих  $l$ , проходящих через характерные точки  $m$  по ширине  $b$  в отношении  $h$ : верхнее, нижнее, переднее, заднее, а также среднее (по  $h$  или по  $b$ ), и определяем их влияние на характер движения перемещаемой массы по рабочей поверхности отвала (табл. 1).

Из данной таблицы следует, что характером движения перемещаемой массы по рабочей поверхности можно управлять, изменив взаимоотношения  $h$  и  $b$ , путем изменения угла  $\beta$  наклона оси  $k$ . В отличие от вертикального положения, наклон  $k$  на угол  $\beta$  вперед или назад придает рабочей поверхности кроме улучшения сдвига перемещаемой массы в сторону при ее горизонтальном разравнивании (рис. 4а), также и улучшает функциональные качества по формированию наклонных спусков (рис. 4б) и подъемов (рис. 4в) из перемещаемой массы. Это достигается изменением

положений образующих  $l$ , которые представляют также и лемех, относительно горизонтальной плоскости на угол  $\varphi$ , после образования  $\Phi_i$ . Угол  $\varphi$  можно определить проекционной моделью, на основе положений начертательной геометрии [10], методом совмещения (рис. 4г).

Вращая горизонтальную плоскость на  $90^\circ$ , на фронтальной проекции совмещаем проекции  $k$  и  $l$ . Вращаем  $l$  на угол  $\alpha_i$ , обозначив ее  $l'$ , легко находим фронтальную проекцию  $l'_h$ . Так как  $l$  вращается на фронтально проецирующей плоскости, перпендикулярной  $k$ , круг вращения  $l$  проецируется на горизонтальную плоскость как эллипс. С помощью проецирующих лучей находим  $l'_h$  и определяем  $\varphi$  - угол наклона  $l$  на горизонтальную плоскость методом прямоугольного треугольника, также рассматриваемое как угол наклона лемеха. После преобразования рабочей поверхности  $\Phi$  на  $\Phi_i$  при наклонном  $k$ , увеличится габаритная высота отвала  $h'$ , хотя  $h$  уменьшится на  $\delta h$ . При этом, верхняя часть ребра наклоняется вперед или назад относительно нижней части, смещаясь на расстояние  $\delta b'$ . В результате преобразования рабочей поверхности изменяются длины соответствующих образующих  $l_i$  в пределах  $0 < \delta b < \delta b_{max}$ , смещением концов образующих принадлежащих ребру поверхности. В точке, по которой проходит ось вращения  $k$ , длина  $l_i$  равняется  $\delta b = 0$ , а в носовой (верхней или нижней) части она равняется  $\delta b = \delta b_{max}$ .

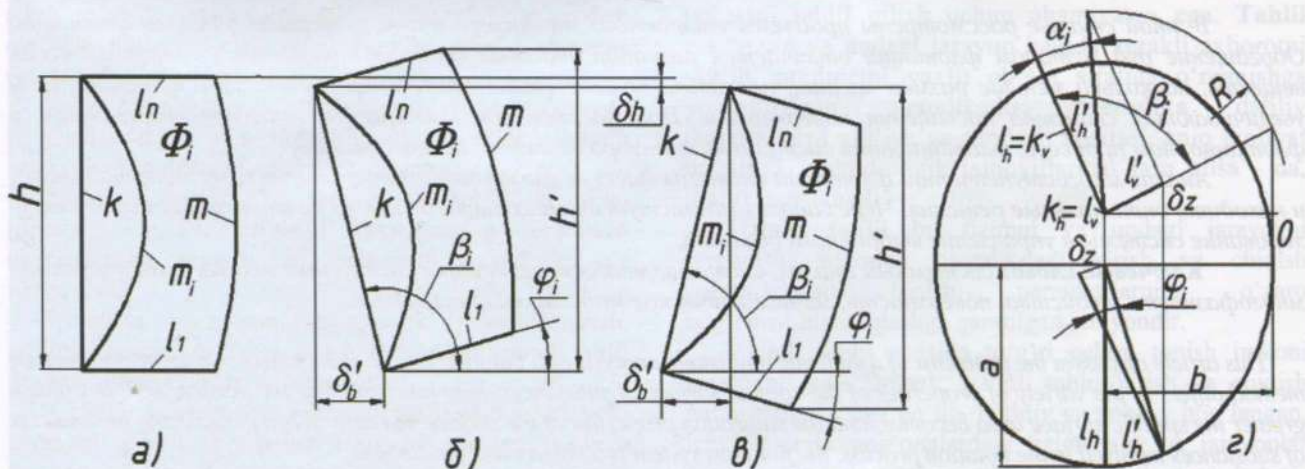


Рис. 4. Определение геометрических параметров наклонной рабочей поверхности.



**Выводы.** Предлагаемая конструктивная геометрическая модель рабочей поверхности отвала, позволяющая разработать многофункциональный рабочий орган, применима в машиностроительной отрасли по выпуску сельскохозяйственной, дорожно-строительной

и коммунальной техники. Параметризация рабочей поверхности отвала облегчает труд проектировщиков, расширяет выбор вариантов разрабатываемой рабочей поверхности отвала и позволяет эффективно решать конструктивные задачи.

**Библиографический список**

1. Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан». Газета «Народное слово» №28 (6692), 8 февраля 2017 года.
2. Шестопапов К.К. Машины для земляных работ: учеб. пособие / МАДИ – М., 2011. – 145 с.
3. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. / Под ред. Босого Е.С. – М.: Машиностроение, 1978. - 568 с.
4. Ответы. <http://www.max-agro.ru>.
5. Муродов Н.М. Исследование схемы расстановки корпусов двухъярусного плуга. Lambert Academic Publishing. Saarbrücken 2013. ISBN 978-3-659-38920-7.
6. Каталог спецтехники. Группа компаний ISP GROUP. [www.isp-group.ru](http://www.isp-group.ru)
7. Волошинов Д.В. Теория автоматизации проектирования объектов и процессов на основе методов конструктивно-геометрического моделирования. Автореф. дис... докт. техн. наук. -СПб., 2010.
8. Production design. Principles, tools and techniques. ME 1007 Design principles. Concept selection. [http://www.product\\_design\\_principles.pdf](http://www.product_design_principles.pdf).
9. Жураев Т.Х. «Основы геометрического моделирования рабочих органов мелиоративной и сельскохозяйственной техники». Lambert Academic Publishing. Saarbrücken 2015. ISBN 978-3-659-66832-6. <http://dnb.d-nb.de>.
10. Начертательная геометрия: Учебное пособие для ВУЗов. На узб. Языке / Под общей редакцией Ш.К. Мурадова. - Ташкент: IQTISOD-MOLIYA, 2008.

UO'T 622.765:533.7

© Nosirova Sh.N., Artikov A.A. 2017 y.

## FLOTATSIYA TIZIMINING KO'P POG'ONALI TIZIMLI TAHLILI



**Nosirova SH.N.,**  
NDPI "Informatika o'qitish metodikasi" kafedrası dotsenti,  
t. f. n.



**Artikov A.A.,**  
Toshkent kimyo texnologiya instituti «Informatika, avtomatlashtirish va boshqaruv» kafedrası professori.

*В этой статье рассмотрены проблемы системного многоступенчатого анализа объекта флотации. Обогащение руд методом флотации отличается разнообразием свойств поверхности соприкосновения веществ, насколько меньше размер частиц, насколько больше становится удельная площадь поверхности, и увеличиваются свойства насыщения поверхности. При рассмотрении комплекса веществ участвующих в флотационном процессе, флотационная система является разновидной и многофазной.*

*Анализ многоступенчатой флотации системы даёт возможность математическому моделированию, и находить оптимальные решения. Через анализ многоступенчатых систем можно создать оптимальное регулирование системы в управление выбранного объекта.*

**Ключевые слова:** системный анализ, система, многоступенчатый системный анализ, разновидность, многофазность, свойства, поверхность, математическое моделирование, решение.

*This article discusses the problems of a systemic multistage analysis of a flotation object. Enrichment of ores by the flotation method differs in the variety of properties of the contact surface of substances, how much smaller the particle size, how much greater the specific surface area becomes, and the saturation properties of the surface increase. When considering the complex of substances involved in the flotation process, the flotation system is a variety and multiphase.*

*An analysis of the multi-stage flotation of the system enables mathematical modeling, and finds optimal solutions. Through the analysis of multistage systems, it is possible to create optimal control of the system in the management of the selected object.*



**Key words:** system analysis, system, multistage system analysis, variety, multiphase, properties, surface, mathematical modeling, solution.

Rangli metallarning flotatsiya jarayoni murakkab jarayon bo'lganligi sababli, jarayonni tahlil qilish va modellash ko'p bosqichli tizim metodologiyasiga asoslanadi. Bunda flotatsiya tizimi birlamchi, jarayon esa ikkilamchi sifatida olinadi.

Ushbu maqolada tizimli tahlil, ko'p pog'onali tizimli tahlil, flotatsiya tizimining ko'p pog'onali tizimli tahlil masalalari o'rganilgan.

Rudalarni flotatsiya usuli bilan boyitish moddalar sirtlarining xossalarni har xilligiga asoslangan. Zarrachalarning o'lchamlari qancha kichik bo'lsa, ularning solishtirma sirt yuzasi ( $sm^2/g$ ) shuncha katta bo'ladi va sirt xossalarni farqi oshib boradi. Flotatsiya jarayonida qatnashayotgan moddalar majmuasiga flotatsiya tizimi sifatida qaralsa bu tizim ko'p jinsli, ko'p fazali tizimdir.

Flotatsiya – mineral zarrachalar yuvasining fizik kinyoviy xossalari farqqa qarab boyitish usuli bo'lib, mineral zarrachalar yuvasining suv bilan har xil ho'llanish qobiliyatiga asoslanadi.

Suvli muhitda mayin tuyulgan holda mavjud bo'lgan ayrim minerallarning zarrachalari suv bilan ho'llanadi, bir xillari esa suv bilan ho'llanmaydi, balki suvdagi havo fufakchalariga ilashib, yuzaga qalqib chiqadi. Shu bilan btr vaqtda boshqa minerallarning zarrachalari suv bilan ho'llanib unda cho'kadi yoki muallaq holda joylashadi.

Flotatsiya turli xildagi foydali qazilmalarni boyitishda keng ko'lamlil ishlatiladi. Qazib olingan rangli metallar rudalarining 90 % dan ko'prog'i-kamyob, qora, nodir metallar rudalari va nometal rudalar shu usulda boyitiladi.

Flotatsiya usulini qo'llash kambag'al rudalarini hamda boshqa usullar bilan boyitilishi qiyin bo'lgan rudalarini qayta yshlash imkoniyatini yaratadi. Masalan, flotatsiya usulini qo'llab polimetall rudalardan qorg'oshinli, ruhli va misli boyitmalarni olish mumkin.

Flotatsiya jarayoni, suv va zarrachalarni kuchli aralastirish va unga har xil usullar bilan havo pufakchalarini yuborish bilan olib boriladi. Bunda suvda namlanmaydigan zarrachalar havo pufakchalariga yopishib yuqoriga suzib chiqadi va ko'pik hosil qiladi. Ko'pik kurak yordamida tinimsiz boshqa idishga o'tkazilib turiladi. Ko'pik so'ndirilgandan so'ng – boyitma (kontsentrat) deb ataluvchi mahsulot olinadi.

Rangli metallarning flotatsiya jarayoni murakkab jarayon bo'lganligi sababli, jarayonni tahlil qilish va modellash ko'p bosqichli tizim metodologiyasiga asoslanadi.

Flotatsiya jarayonining qurilma masshtabidagi to'liq matematik modeli flotatsiya qurilmasining funksional elementlardagi jarayonlarning matematik modellarini o'z ichiga oladi.

Flotatsiya jarayonini matematik modellashtirish, optimallashtirish va avtomatlashtirish uchun tizimli tahlil obyekt sifatida flotatsiya tizimi olindi.

Tizimlar nazariyasi va tizimli tahlil terminlari yoki qisqacha tizimli yondashish hozircha standart talqinga ega emas. Fan xronologiyasi tizimlar nazariyasi va tizimli tahlilni o'tgan asr o'rtalarida paydo bo'lganligini

ta'kidlashiga qaramasdan, bu tushunchalar insoniyat paydo bo'lub, fikrlay boshlaganidan ishlatilayotganini e'tirof etish maqsadga muvofiq. Ilk tahlil sodda, osonroq bo'lsa, borgan sari murakkablashib, asta –sekin echim topish yo'llarini qidirishning har xil yo'llari vujudga kela boshlagan. Tizim tushunchasining ta'rifida ham ko'plab variantlarni topish mymkinki, ularning bir qismi chuqurroq falsafiy yondashishga asoslangan, qolgan qismi esa, tizimdagi amaliy nasalalar echimini topishga undaydigan oddiy holatlarga asoslangan [1].

Ilgarilari tekshirilayotgan tizim bitta ierarxik bosqichda ko'rilgan, so'ngra tanlangan tizimdagi jarayonning makro va mikro kinetikasiga etibor berilgan (ikki ierarxik sathdagi tahlil). Hozirgacha qaror qabul qilish jarayonida, tizim ichidagi ierarxik sathlardagi jarayonlarni tahlil etish asosida katta tizimni tahlil etish kerakligiga, oraliqdagi ierarxik bosqichlar tizimlarini etarli darajada o'rganishga yaxshi e'tibor bermaslik kuzatilmoqda. Misol qilib, texnologiyalarni tashkil qilishda, atom-molekulyar darajadagi jarayonlarni tahlilidan (oraliqdagi tizimlarni yaxshi tahlil qilmasdan) texnologik liniyalarni tashkil qilishga sakrab o'tilishini keltirish mumkin.

Tizimli tahlil asosida izlanuvchi kamida uchta darajada masalani aniqlashi va echimini topishga intilishi mumkin:

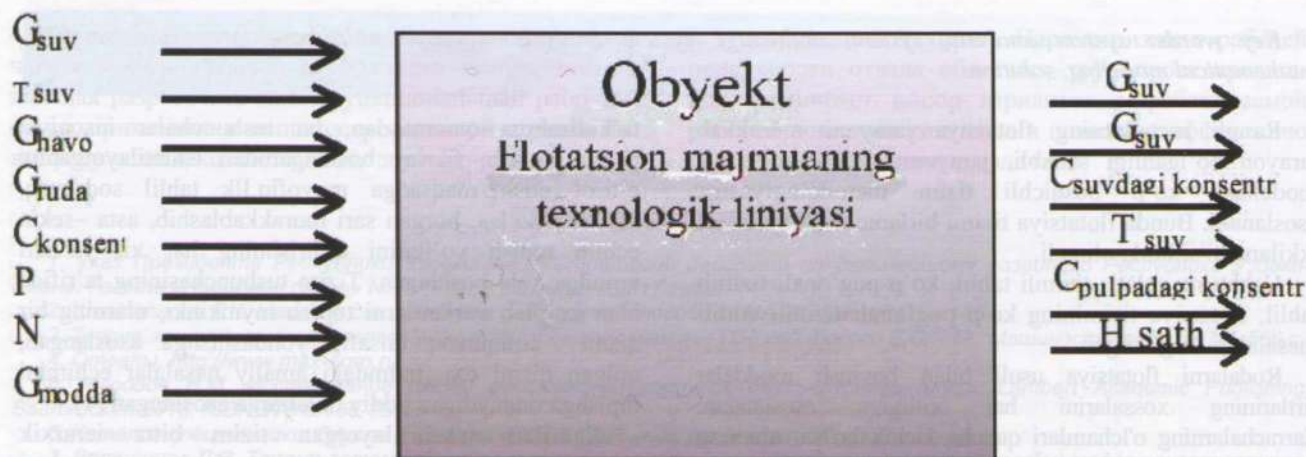
- tadqiq etilayotgan ob'ekt - tizim to'g'risidagi o'z tushunchalarini va dunyoqarashini kengaytirishi, chuqurlashtirishi;
- tadqiq etilayotgan tizim elementlarining o'zaro munosabatini aniqlashi, yangi xususiyatlarini topishi;
- o'zini qiziqtiruvchi tizim ishlashining samaradorligini oshirishi.

#### Tizimli tahlil nima?

Avvalo, **tizim** deganda, ob'ektning tizimli ifodasi va o'zaro bog'langan tarkibiy qismlari, ularning o'zaro ichki va tashqi bog'liqlik darajalari tushunilishi lozim. Chunki nafaqat ichki, balki tashqi ta'sirlar ham ob'ektning tahlil qilish uchun ahamiyatga ega. **Tahlil** esa, tizim va undagi jarayon haqida kerakli axborotni yig'ib, predmetni yaxlit ob'ekt sifatida o'rganishga yo'naltirilgan metodikadir. **Metodika** daliliy materiallarni yig'ish va saralash vositasi, aniq faoliyat turidir. U metodologik tamoyillardan farq qilsa - da, ularga asoslanadi.

**Tizimli tahlil** bu tizimni va undagi jarayonni o'rganish, ularning birgalikdagi kirish va chiqish parametrlarini topish, parametrlarning o'zaro bog'lanishini aniqlashga qaratilgan jarayondir.

Tizimli tahlil asosida to'g'ri echim topish imkoni paydo bo'ladi. Demak, tizimli tahlil kirish va chiqish parametrlariga ega bo'lib, botiniy va zohiriy bog'langan, ichki ierarxik pog'onalardagi tizimchalar va jarayonlar asosida bir-biriga ta'sir qiluvchi hodisalarning ketma-ketligida o'z ifodasini topadi.



1-rasm. Flotatsiya tizimining strukturaviy parametrik sxemasi.

Tizimli tahlilni quyidagi ko'rishlarda izohlash mumkin: Avvalo, ish boshlangich tizimning o'zini to'liq o'rganishdan boshlanadi.

Muhim jarayonlar to'liq o'rganiladi.

Tizim va tizimdagi jarayonning kirish va chiqish ko'rsatkichlari aniqlanadi.

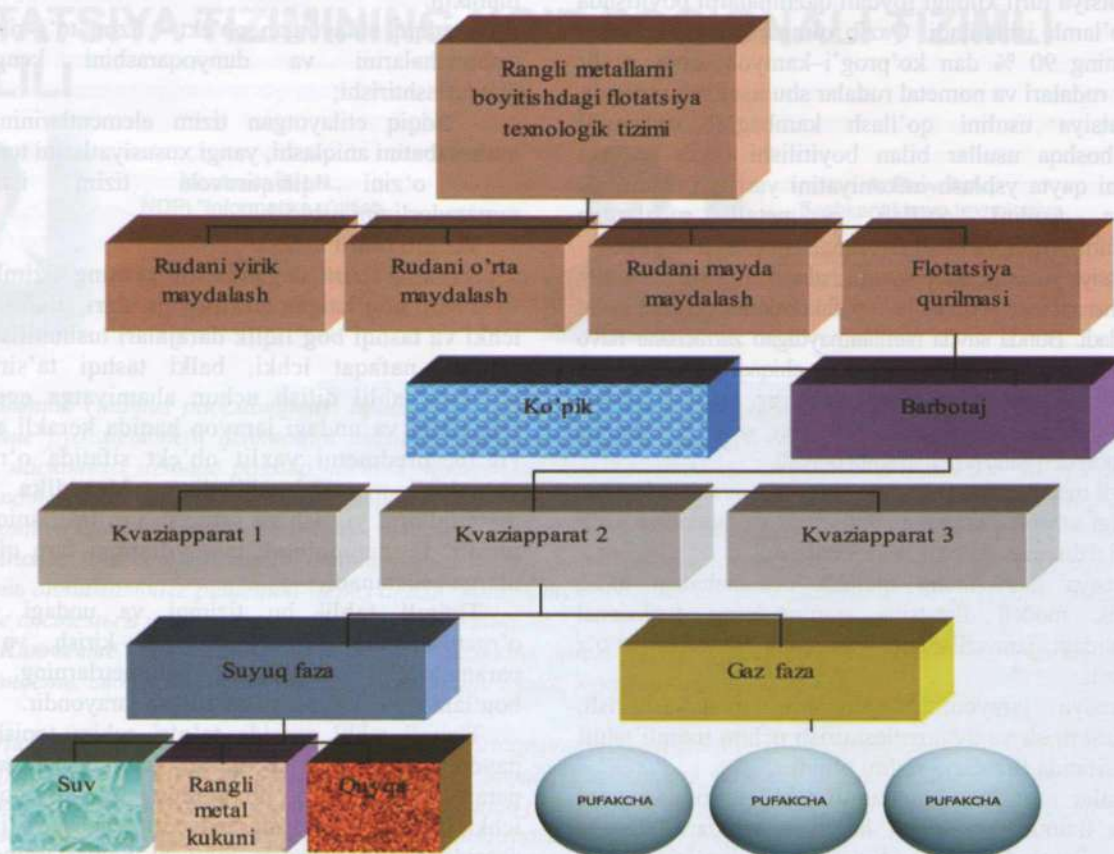
Ko'rsatkichlarning bog'lanishlari topiladi. Ko'rsatkichlarning bog'lanishlari bayonnomalar, iboralar, aksariyat modellar asosida ifodalanishi mumkin.

Endi optimal echim topishga o'tish mumkin.

Boshlang'ich tizimda ko'rsatkichlar bog'lanishlarining topilishi murakkab bo'lsa, ko'p pog'onali tizimli tahlil usuli taklif qilinadi. Ya'ni ko'rsatkichlarning bog'lanishlari topilishi uchun qadam-baqadam tizim ichiga kirib (zaruratga qarab), ko'rib chiqilayotgan tizimning (elementning) tashkil etuvchi elementlari aniqlanadi.

Ko'p pog'onali tizimli tahlil usulida:

tadqiqot etilayotgan tizim (apparat, apparat elementi yoki bir nechta apparatlardan iborat liniya, yoki zavod, yoki xalq xo'jaligi sohasi va h.k) birlamchi bo'lgan katta



2-rasm. Rangli metallarni boyitishdagi flotatsiya tizimining ierarxik sxemasi.



texnologik tizim (birlamchi ierarxik sath) sifatida qabul qilinadi. Tizimni va unda sodir bo'layotgan tekshirilayotgan jarayon o'rganilib, kirish va chiqish parametrlari topiladi;

asosiy tizimni tashkil etuvchi elementlari belgilanadi. Uning har bir elementi, ikkinchi ierarxik sath tizimi, deb ataladi. Ikkinchi ierarxik sath har bir elementi - tizimida keraklik jarayon tekshiriladi va tizim hamda jarayon parametrlari aniqlanadi;

ikkinchi ierarxik sath tizimining ham tashkil etuvchi elementlari aniqlanadi. Ikkinchi ierarxik sath tizimining har bir elementi, uchinchi ierarxik sath tizimi, deb ataladi. Uchinchi ierarxik sath tizimining har bir elementida mazkur ierarxik sath tizimning jarayonlari sodir bo'ladi. Parametrlari aniqlanadi;

Shu tariqa tizimchalarga bo'lish, imkon darajasidagi qamlamgacha davom etadi.

Flotatsiya tizimini tizimli tahlil qilish quyidagi ketma ketlikda amalga oshiriladi. Dastlab tanlangan element - tizim o'rganilib, unga bo'lgan talablar shakllantiriladi. Har bir tizimda ma'lum bir jarayonlar mavjud bo'lib, jarayonlar to'plamidan qo'yilgan masala yechimini topish uchun zarur bo'lgan jarayonlar tanlanadi. So'ngra tizim hamda o'rganilayotgan jarayonning kirish va chiqish parametrlari o'rganiladi. Keyingi bosqichda kirish va chiqish parametrlarining o'zaro bog'lanishi aniqlanadi. Ko'rilayotgan tizim (element) tashkil etuvchi elementlarga ajratilib olinadi va har bir tanlangan element uchun jarayon va uning elementlari aniqlanadi.

Flotatsiya tizimining strukturaviy parametrik tahlilida kirish va chiqish parametrlarini aniqlaymiz. Texnologik liniya uchun strukturaviy parametrik sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

Kirish parametrlariga quyidagilarni kiritish mumkin:

- flotatsiya qurilmasiga kiruvchi suv sarfi;
- havo sarfi;
- qo'shimcha moddalar sarfi;
- bosim;
- kirishdagi suv harorati;
- harakatlantirish energiyasi;
- maydalangan modda sarfi;
- kirayotgan modda tarkibidagi rangli metallning konsentratsiyasi.

Chiqish parametrlariga quyidagilarni kiritish mumkin:

- suv sarfi;
- chiqishdagi suv harorati;
- havo sarfi;
- sath;
- chiqishdagi qoldiq modda tarkibidagi rangli metallning konsentratsiyasi;
- chiqishdagi suvli aralashma tarkibidagi rangli metallning konsentratsiyasi;

Tahlil mobaynida har bir qurilma alohida o'rganiladi va izlanishni chuqur olib borish uchun kvaziapparatlarga bo'lib o'rganiladi [1].

Rangli metallarni boyitishdagi flotatsiya tizimining ierarxik sxemasi 2-rasmda keltirilgan.

Flotatsiya tizimini ko'p pog'onali tizimli tahlil qilish orqali matematik modellashirish va optimal yechim topish imkonini beradi. Ko'p pog'onali tizimli tahlil qilish orqali tanlangan obyektning boshqaruvida tizimning optimal rostlanishini yaratish mumkin.

#### Bibliografik ro'yxat

1. Артиков А. Компьютерные методы анализа и синтеза технологических систем. Учебник для студентов магистратуры. «Ворис нашриёт». Ташкент, 2012. 160 с.
2. Doniyarov N.A., Toshev O.E., Saidaxmedov A.A. Rudalarni boyitish fanidan ma'ruzalar matni. Navoiy davlat konchilik instituti, 2013 y. - 132 bet.



## СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ



**Костаев У.У.**,  
начальник планово-экономического отдела ГП «Навоийский ГМК»;  
к.э.н., доцент.



**Хасанов Ж.Т.**,  
начальник финансово-экономического управления ГП «Навоийский ГМК».

*Maqola bozor munosabatlari sharoitida mahsulot tannarxini kamaytirish yo'nalishlari va bu borada olib borilayotgan islohotlarga bag'ishlangan. Maqolada mahsulot tannarxini tashkil qiluvchi xarajatlar va ularni optimallashtirish yo'nalishlari ko'rsatib berilgan. Korxonada faoliyatini rivojlantirish bo'yicha texnik qayta jihozlash va ishlab chiqarishni modernizatsiyalash tadbirlari, innovatsion rivojlanishni hukumat tomonidan moliyaviy qo'llab-quvvatlash hamda soliq to'lovlari bo'yicha ko'zda tutilgan imtiyozlar aks ettirilgan. Respublikamiz kon-metallurgiya sohasining yetakchisi hisoblangan "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" davlat korxonasida mahsulot tannarxini kamaytirish bo'yicha amalga oshirilayotgan tadbirlar va ularning ijobiy natijalari aniq raqamlar bilan bayon etilgan.*

**Tayanch iboralar:** innovatsion rivojlanish, texnik qayta jihozlash, ishlab chiqarishni modernizatsiyalash, energotejamkor texnologiyalar, mahsulot tannarxini kamaytirish, soliq to'lovlari bo'yicha imtiyozlar.

*Article devoted to the Reduce the cost price of the product in the conditions of market relations and the directions. The product costs and the directions given them, and their optimization is showing. On the development of activity of the enterprise technical re-equipment and modernization of the event, production development, innovation and consolidation of the financial support provided by the state on payment of tax benefits is reflected. The leader company - "Navoi Mining And Metallurgical Combinat" state company to reduce the cost of specific activities performed with the number on the price of the product and their positive results outlined.*

**Key words:** innovative development, re-equipment, modernization, technical production, energy safe technologies, reduce product costs, tax deduction on payments.

Инновационное развитие деятельности хозяйствующего субъекта осуществляется путем технического перевооружения и модернизации производства продукции. Процесс направлен на повышение уровня технического оснащения предприятия и предполагает разработки и внедрения усовершенствованной технологии производства, оптимизации уже имеющихся производственных мощностей.

На основе глубокого анализа процессов, происходящих в глобальной экономике, в начале 2015 г. разработана и утверждена Программа дальнейшего реформирования, структурных преобразований и диверсификации экономики на 2015-2019 гг., состоящая из 7 стратегических программ, которая предусматривает реализацию более 900 инвестиционных проектов по созданию новых высокотехнологичных производств и кардинальной модернизации экономики страны. Проекты предназначены для опережающего развития таких приоритетных отраслей, как нефтехимическая, химическая промышленность, электроэнергетика, машиностроение, автомобильная, электротехническая, текстильная, фармацевтическая и другие отрасли, а также более 300 проектов строительства и реконструкции объектов инженерно-коммуникационной и дорожно-транспортной инфраструктуры, на общую сумму более 60 млрд. долл. [1].

Проведение данных мероприятий в условиях финансово-экономического кризиса, продолжающегося в мировой экономике с 2008 г., недостаточности финансовых ресурсов и инвестиций, требует применение жесткого режима экономии и использование внутренних резервов хозяйствующих субъектов. Намеченную цель можно достичь путем снижения себестоимости выпускаемой продукции и использования энергосберегающих ресурсов.

Основной целью снижения себестоимости продукции является получение наибольшего эффекта с наименьшими затратами. Она является актуальным для предприятия любого типа и при любой экономической формации. Важно при этом методически правильно подойти к выработке стратегии и проведению комплекса мер по снижению себестоимости продукции.

Как известно, себестоимость продукции составляет совокупность затрат на ее производство. Львиную долю себестоимости продукции составляют затраты на сырье и материалы, а также расходы на оплату труда.

Материальные затраты в большинстве отраслей промышленности занимают высокий удельный вес в структуре себестоимости продукции, поэтому даже незначительное сбережение сырья, материалов,



топлива и энергии при производстве каждой единицы продукции в целом по предприятию даст крупный эффект.

Следует отметить, что прямое сокращение этих расходов негативно отразится в объемах производства продукции. Оптимальным путем является выявление резервов снижения себестоимости, которое опирается на изучение технологического и организационного уровня производства, использование производственных мощностей и основных фондов, сырья и материалов, рабочей силы, хозяйственных связей и т.д.

Основным условием снижения затрат сырья и материалов на производство единицы продукции является совершенствование технологии производства, использование прогрессивных видов материалов, внедрение технически обоснованных норм расходов материальных ценностей.

Несмотря на то, что внедрение современной и ресурсосберегающей технологии в производстве требует дополнительных капитальных вложений, с другой стороны оно приведет к снижению других производственных затрат, таких как расходы на оплату труда, энергетические ресурсы, сырье и материалы.

Государственное предприятие «Навоийский горно-металлургический комбинат», по праву считающийся флагманом горно-металлургической индустрии республики, одним из первых внедрило в практику мероприятие по снижению себестоимости продукции. Ежегодно по комбинату разрабатывается и утверждается комплекс мер по снижению выпускаемой, а также намечаемой к выпуску продукции, выполнение которого позволяет комбинату сэкономить миллиарды сумов. В частности, прогнозные показатели данных мероприятий за 2016 г. в сумме 358,1 млрд. сум были выполнены на 102,1%. Это означает, что себестоимость продукции за отчетный год снижена на 9,1% [2].

Снижение себестоимости продукции в комбинате осуществляется по следующим основным направлениям:

- снижение прямых затрат;
- снижение прямых косвенных затрат;
- снижение накладных косвенных затрат.

Результаты анализа снижения себестоимости продукции по комбинату за отчетный период свидетельствует о том, что основная часть экономии достигнута за счет оптимизации прямых затрат в сумме 330,7 млрд. сум, что составляют 90 % всей экономии средств. Она образовалась в результате:

- оптимизации технологических процессов, снижения технологических потерь на сумму 101,2 млрд. сум за счет оптимизации транспортной схемы грузопотока карьера Мурунтау путем максимальной загрузки имеющихся мощностей комплексов ЦПТ и КНК, применения внутреннего отвалообразования, получения дополнительного объема готовой продукции за счет совершенствования параметров работы действующих технологических процессов флотации, биоокисления, сорбции, сгущения и уве-

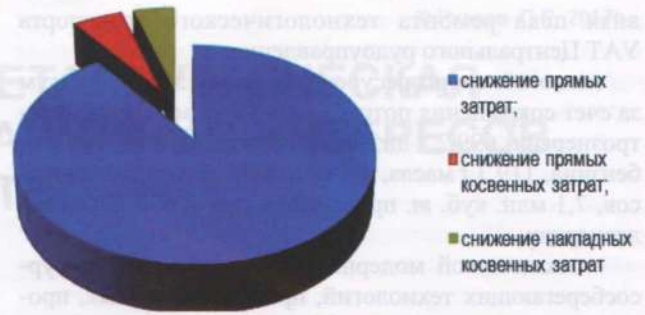


Рис. 1. Структура сэкономленных средств по комбинату в 2016 г.

личения содержания в продуктивных растворах, сокращения выхода на линию вспомогательной техники, снижения затрат на доставку руды из ЗППК на ГМЗ-2 за счет укомплектования тепловозами серии ТЭМ-2, увеличения срока службы технологического оборудования и материалов, снижения затрат на транспортировку горной массы на карьере Аристантау и на руднике Каракутан за счет оптимизации ее транспортировки. Внедрение КНК-270 позволило снизить себестоимость транспортирования руды, повысить производительность экскаваторно-автомобильного комплекса, обеспечить рентабельную отработку и дальнейшее развитие карьера Мурунтау до глубины 900 - 1000 м. [3];

- оптимизации процессов закупок сырья, материалов, комплектующих и снижения цен на входные ресурсы на сумму 69,1 млрд. сум за счет импортозамещения запасных частей путем восстановления и изготовления их собственными силами (отечественного производства), оптимизации объемов и цен на закупку материалов и комплектующих, снижения затрат за счет входных ресурсов, снижения транспортных расходов за счет увеличения эксплуатации ДВС БелАЗ-7555В с 180,0 тыс. км до 224,0 тыс. км путем диагностики ДВС, гидромеханической передачи, масел, контроля за своевременным выполнением технических обслуживаний в УАТ, экономия за счет приобретения двигателя ЯМЗ-345 вместо двигателя КТТА-19 для самосвалов БелАЗ-7555В, снижения затрат на приобретение кислорода за счет строительства кислородной станции «ПРОВИТА-1900 Vi»;

- нормирования и сокращения удельных норм расхода сырья и материалов на сумму 63,4 млрд. сум за счет снижения потребления покупных запасных частей и агрегатов путем восстановления и изготовления деталей и узлов транспортных средств и механизмов на ремонтных базах рудоуправлений и ПО «Навоийский машиностроительный завод», снижения удельного расхода нормируемых материалов, изготовления запасных частей за счет повторного использования материалов, сокращение приобретения крупногабаритных шин в количестве 180 шт. за счет их ремонта и восстановления по технологии фирмы «TIP-TOP» в усло-



виях цеха ремонта технологического транспорта УАТ Центрального рудоуправления;

экономии энергоресурсов на сумму 59,2 млрд. сум за счет сокращения потребления 194,7 млн. *kWh* электроэнергии, 699,2 *t* дизельного топлива, 446,7 *t* автобензина, 119,3 *t* масла, 4,4 млн. куб. *m.* водных ресурсов, 7,1 млн. куб. *m.* природного газа и 674 *Gkal* теплотенергии;

– технической модернизации и внедрение ресурсосберегающих технологий, применения новых, прогрессивных материалов, эффект от которых составил 34,2 млрд. сум. Результат был достигнут за счет использования высокопроизводительных долот PDC вместо трех шарошечных при бурении скважин, сокращения удельного расхода крупногабаритных автошин на большегрузных автосамосвалах путем эксплуатации шин фирмы «Bridgestone», увеличения производительности автопарка за счет приобретения новой техники отечественного производства (MAN, 2BC), оптимизация затрат на сооружение технологических скважин за счет извлечения и повторного использования труб ПВХ, применения в Северном и 5-ом рудоуправлениях полиэтиленовых эжекторов собственного производства, экономии металла в ГМЗ-2 за счет внедрения экспериментальных футеровок №№5, 6 и мельниц 70x23А;

– оптимизации численности ИТР и рабочих за счет совершенствования организационной структуры производства на сумму 3,6 млрд. сум.

Мероприятия по снижению производственных косвенных затрат позволили комбинату сэкономить в 2016 г. 20,4 млрд. сум за счет снижения стоимости услуг вспомогательных цехов путем расширения зоны их обслуживания, оптимизации затрат на проведение капитального ремонта путем увеличения межремонтного цикла за счет повышения качества эксплуатации оборудования, отказа от услуг сторонних организаций за счет выполнения их собственными силами.

Снижение накладных косвенных затрат сэкономили комбинату 14,5 млрд. сум за счет оптимизации численности административно-управленческого персонала, снижения косвенных налогов путем передачи земельных участков и объектов соответствующим

владельцам, снижения затрат на содержание объектов социальной сферы и жилищного фонда, увеличение прочих доходов путем увеличения объемов услуг сторонним организациям.

Необходимо отметить, что Правительство страны оказывает поддержку предприятиям реального сектора экономики, осуществляющим техническое перевооружение и модернизацию производства, привлечение в этот процесс дополнительных инвестиций и энергосберегающих технологий. За последние годы приняты нормативные акты, предусматривающие финансовую поддержку хозяйствующим субъектам. Успех в проведении реформ по данному направлению обеспечивается предоставлением соответствующих льгот в сфере налогообложения деятельности предприятий. В частности, предприятиям в течение пяти лет предоставлена льгота вычитать из налогооблагаемой базы налога на прибыль расходы по техническому перевооружению, модернизации и расширению производства в виде нового строительства и реконструкции существующих зданий. Данная льгота распространяется также на расходы по погашению кредитов и покрытие лизинговой стоимости объектов, полученных на указанные цели.

Для предприятий, применяющих упрощенный порядок налогообложения, предоставлена льгота в виде уменьшения налогооблагаемой базы на стоимость технологического оборудования, используемое для модернизации производства, в течение пяти лет.

Предприятию, на котором необходимо снизить себестоимость продукции придется перейти на режим экономии. Этот процесс должен затронуть все сферы деятельности производства. Важно следить, чтобы снижение затрат предприятия не стало причиной ухудшения качества продукции. В таком случае экономия будет неоправданной.

Таким образом, при постоянном поиске новых методов и факторов снижения себестоимости продукции деятельность хозяйствующих субъектов может выйти на новый эффективный уровень функционирования.

#### Библиографический список

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 15.12.2015 г. «Об утверждении Программы дальнейшего реформирования, структурных преобразований и диверсификации экономики на 2015-2019 годы».
2. Комплекс мер по снижению себестоимости выпускаемой, а также намечаемой к выпуску продукции ГП «Навоийский ГМК» за 2016 год.
3. Кадыров А.А., Санакулов К.С., Бибиб И.П. Концептуальные основы стратегии инновационного развития Кызылкумского региона. – Т.: «Узбекистан», 2013 г. –400 с.



## ГОСУДАРСТВО И ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ УЗБЕКИСТАНА: ГАРМОНИЯ ИНТЕРЕСОВ, ЭФФЕКТИВНОЕ ПАРТНЕРСТВО



**Ризаев С.П.**,  
директор научно-технического предприятия "ITM-TASHABBUS", докт. исторических наук.

*Maqolada O'zbekiston Respublikasi Birinchi Prezidenti Islom Abdug'aniyevich Karimovning kon-metallurgiya sohasini rivojlantirishdagi muhim o'rni tarixning burilish davridagi «bo'lish yoki bo'lmaslik» masalasi turganda ko'rsatilgan. Davlat rahbarinng eng muhim ko'magi, uning kon metallurgiya ishlab chiqarish sohani qayta jihozlashdagi ilmiy asoslangan strategiyani amalga oshirish ishlab chiqarish korxonalarini nafaqat saqlashdan, balki dunyo miqyosidagi sifatli mahsulotlarni ishlab chiqarish xajmini oshirishdan iborat bo'ldi.*

**Tayanch iboralar:** kon metallurgiya sohasi, hal qiluvchi bosqichda, davlat rahbari, texnik jihozlash, asoslangan strategiya, ishlab chiqarish xajmi, jaxon sifati, jaxon jamoatchiligi, aholini yashash sharoiti, yahshi qo'shnichilik munosabatlari, halqaro huquq, rivojlanish tempi, asosiy fondlarni yangilash, muhandis-texnik mutahassislar, yuqori sifatli ishchi-hodimlar, bozor iqtisodiyoti, iqtisodiyotning muhim darajali tarmoqlarini rivojlantirish, sotsial-iqtisodiy turg'unlik, tilla aralashmali rudalarni qayta ishlash.

*The main role of Islam Abduganievich Karimov, the First President of the Republic of Uzbekistan, in the development of the mining and metallurgical industry at the critical stage of history, when the question "to be or not to be" was raised, is presented in the article. The vital support of the head of state and the implementation of a scientifically based strategy for the technical re-equipment of the industry made it possible not only to preserve industrial enterprises, but also to significantly expand the output of world-class products.*

**Key words:** mining and metallurgical industry, at a critical stage, the head of state, technical re-equipment, sound strategy, volume of output products, world quality, world community, living conditions of the population, good-neighborly relations, international law, pace of development, renewal of fixed assets, technical specialists, skilled workers, market economy, development of priority sectors of the economy, socio-economic stability, processing of gold-bearing ores.

### **На Республиканский конкурс «Самая лучшая научно-популярная статья, посвященная памяти Ислама Каримова»**

Провозглашение государственной независимости Узбекистана стало историческим событием в жизни народа. Одновременно с этим государство принимало на себя колоссальную ответственность перед нацией и мировым сообществом. Предстояло разработать и реализовать такую стратегию развития, чтобы республика могла занять подобающее ей место в мировом сообществе как демократическая страна с устойчивой и стабильной экономикой, достойными условиями жизни населения, добрососедскими отношениями с народами региона, уважающая международное право и Устав ООН.

Первые годы независимого развития стали серьезным испытанием для всех – от каждого простого человека до лидера нации. Переход к новым экономическим отношениям происходил в условиях разва-

ла огромной страны, разрыва сложившихся десятилетиями экономических связей, появления таможенных и валютных процедур между вчерашними партнерами.

Ислам Каримов стал президентом страны именно в такой переломный период истории. Узбекистан был аграрно-индустриальной республикой, ее экономика была, прежде всего, ориентирована на производство хлопка-сырца и его первичную переработку. Были и крупные промышленные отрасли – электроэнергетика, горно-металлургическая, текстильная, химическая, газодобывающая, сельскохозяйственное машиностроение и др. Однако к концу 80-х–началу 90-х гг. в экономике бывшего Союза усилились застойные тенденции и заметно снизились темпы развития индустрии. Сократились финансовые вливания в обновление основных фондов, а это приводило к снижению конкурентоспособности выпускаемой продукции и экономики республики в целом. В условиях неопределенности и хаоса усилились центробежные настро-



ения, начался отток из страны инженерно-технических специалистов и квалифицированных рабочих.

*На переломном этапе переходного периода.*

В экстремальных исторических условиях особенно возрастает роль лидера нации, который формирует стратегический курс на ближайшую и дальнюю перспективу. Обычно успехи и достижения страны на определенном этапе истории справедливо связывают с именем ее лидера, организатора и вдохновителя перемен в политике и социально-экономическом развитии. Тем более, при президентской форме правления все важнейшие решения вступают в силу после их одобрения главой государства. Значительная их часть инициируется им же, если он является авторитетным, дальновидным, широкого кругозора человеком, каким был Первый Президент Узбекистана.

Определение курса страны на социально-ориентированную рыночную экономику, настойчивую и последовательную его реализацию абсолютно справедливо связывают с именем И.А. Каримова. Он всесторонне обосновал стратегию развития страны, названную в мире «узбекской моделью». При ее формировании, наряду с опытом множества стран мира, были учтены историческое наследие, традиции, обычаи и образ жизни узбекского народа, сложившиеся в стране социально-экономические условия и другие факторы. На основе этого были определены известные читателям ключевые принципы, а именно: *приоритет экономики над политикой; государство – главный реформатор; обеспечение верховенства закона; сильная социальная политика по защите населения; поэтапный переход к рыночной экономике.* Они охватывают все области жизни общества и взаимосвязаны, так как односторонний подход привел бы к неудачам и провалу всей политики, нарушению мира, стабильности и гражданского согласия в обществе.

Провозглашая независимость республики, Президент и государство учитывали переломный характер момента. Страна оставалась один на один с мировым сообществом и мировым рынком. По законам мирового рынка Узбекистан ранее не жил, не вел самостоятельную внешнюю торговлю. Да и возможности были ограниченные, на рынке пользовалось спросом только хлопковое волокно, но это сырье с низкой добавленной стоимостью.

Волевой и решительный руководитель, Ислам Каримов имел, помимо инженерного, базовое экономическое образование. Он прошел большую профессиональную школу председателя Государственного планового комитета, главы одной из областей, а затем и всей республики. Огромный опыт, а также присущие ему государственный ум, широкий кругозор, критический и аналитический взгляд на положение дел позволили безошибочно определить звено, ухватившись за которое, можно было вытянуть всю цепочку проблем развития страны на тяжелейшем этапе ее истории.

*Курс на развитие приоритетных отраслей экономики.*

Ислам Каримов и государство сделали твердую ставку на развитие приоритетных отраслей экономики. Помимо сельского хозяйства, в котором занята значительная часть трудоспособного населения страны, упор был сделан на базовую отрасль индустрии Узбекистана – горно-металлургическую, в которую входили Навоийский и Алмаькский комбинаты и объединение «Узбекзолото». Президент, как никто, понимал, что нет другой реальной отрасли, которая могла выпускать конкурентоспособную продукцию. Эта же отрасль производила к началу 90-х годов золото, уран и медь, пользовавшиеся спросом на мировом рынке. Производства были наукоемкие, здесь использовались самые современные по тем временам, а нередко и уникальные, технологии. В их разработке и внедрении принимали непосредственное участие инженерно-технический персонал и рабочие предприятий. Они были заряжены на высокий конечный результат, приучены решать самые сложные задачи.

Ислам Каримов понимал, насколько сложное положение сложилось в отрасли – интерес и финансово-кредитные вливания бывшего Центра в предшествующие годы ослабли, и постепенно здесь накапливались серьезные проблемы. Однако он верил – отрасль с проверенными на деле руководителями, инженерно-техническими и рабочими кадрами выйдет из прорыва, стабилизирует производство и уверенно шагнет вперед, если получит необходимую помощь суверенного государства. Президент делает решительный выбор в пользу всемерной поддержки горно-металлургической отрасли и жизнь подтверждает гениальность такого решения. НГМК и АГМК становятся государственными предприятиями, позднее АГМК станет акционерным обществом, где контрольный пакет принадлежит государству.

В условиях первых лет переходного периода стояла жизненно важная задача – *сохранить отрасль, затем постепенно наращивать производство, расширять номенклатуру выпускаемой продукции.* В отрасли трудились около 70 тысяч работников, и предприятия были градообразующими. Их сохранение и развитие должны были способствовать в решении множества социальных задач – строительстве жилья, объектов соцкультбыта, создании новых рабочих мест и др., а в конечном итоге – обеспечить социально-экономическую стабильность и устойчивость в стране.

*Гармония интересов государства и предприятий отрасли.*

Интересы государства и отрасли в целом совпадали. Во-первых, государство считало приоритетными для инвестиционной сферы минеральные ресурсы, золото, уран, цветные металлы. Можно было с ними быстро выйти на мировой рынок, а вырученную валюту использовать для развития других отраслей экономики. Во-вторых, главной своей задачей оно



определило сохранение гражданского мира и национального согласия. Для многонациональных коллективов комбинатов это имело основополагающее значение. В-третьих, процесс законотворчества в стране был четко сориентирован на экономическую самостоятельность предприятий, давал им право на установление связей с иностранными партнерами, а также необходимые гарантии иностранным инвесторам.

Один за другим принимаются правительственные решения, направленные на оказание помощи и поддержки предприятиям отрасли. 1 октября 1991 г. по решению Правительства республики и в соответствии с Законом «Об основах государственной независимости Республики Узбекистан» был создан концерн «Кызылкумредметзолото». Предметом его деятельности стали геологоразведка, научные исследования, проектирование, строительство, добыча и переработка золотосодержащих и других руд с выпуском высококачественных металлов, соединений, концентратов, продукции машиностроения, стройматериалов и изделий из них, широкой гаммы товаров народного потребления.

Сильнейшим стимулом к активизации экономической деятельности НГМК стало принятое в 1992 г. Кабинетом Министров Республики Узбекистан Постановление «О мерах по обеспечению социально-экономического развития Зарафшан-Учкудукского региона в 1992–1995 гг. и стабилизации работы предприятий НГМК». Были разработаны и утверждены мероприятия, направленные на повышение эффективности работы комбината в социальной сфере, в развитии сырьевой базы, на производство химических реагентов и материалов для капитального строительства, улучшение водо-, газо-, электроснабжения и связи. Специалистами комбината была разработана долгосрочная программа увеличения выпуска золота.

Такая же мощная поддержка оказывается АГМК. Правительство принимает Постановление «О мерах по стабилизации АГМК в 1994 году». Комбинату выделяются 17,8 млн. дол. США сроком на два года. В 1995 г. очередным Постановлением правительства «О мерах по стабилизации работы, технического перевооружения и реконструкции АГМК и вводу в действие объектов жилья и культурно-бытового назначения на 1995-1996 годы» выделяется еще 40 млн. дол. США. Предоставляется право установления свободных договорных цен на отгружаемую продукцию. Более 50% доходов от продаваемой продукции АГМК использует на покрытие собственных расходов. Принимается правительственная Программа реконструкции и технического перевооружения АГМК на 1997-2007 гг.

В ежегодных Инвестиционных программах предусматриваются реконструкция и модернизация оборудования, внедрение современных технологий в отрасли, финансирование подготовки для нее кадров. Ислам Каримов и Правительство Узбекистана неизменно поддерживают обоснованные предложе-

ния комбинатов по увеличению производства золота и цветных металлов. Принятые ими постановления способствовали стабилизации их работы, обеспечению его специалистами и рабочими высокой квалификации, последующей реконструкции и развитию комбинатов, а полученные крупные кредиты были использованы для замены горнотранспортного оборудования, создания новых производств и вскоре возвращены.

Чрезвычайно важной была также взвешенная политика Правительства по реорганизации политической и экономической систем. Были сформированы правовые основы государства, принята Конституция Республики Узбекистан, отвечающая всем демократическим требованиям мирового сообщества. В сложной общественно-политической, экономической и демографической обстановке руководство республики берет курс на строительство социально-ориентированной экономики. Принимаются законы о собственности, предприятиях, предпринимательстве, внешнеэкономической политике, банках и банковской деятельности, о разгосударствлении и приватизации имущества, о хозяйственных ассоциациях и объединениях. Серьезные перемены происходят в сфере внешнеэкономических отношений, принимаются Законы «Об иностранных инвестициях и гарантиях деятельности иностранных инвесторов», «О банкротстве», «О внешнеэкономической деятельности». Это позволяет значительно расширить экономическую деятельность страны, создать благоприятные условия для иностранных инвесторов.

*Поддержка Президента – важный фактор сохранения отрасли.*

Ислам Каримов лично вникает в проблемы отрасли. Посещает Мурунтау, где из-за недостаточного финансирования последних лет заметно отставали вскрышные работы, и было необходимо безотлагательно приобретать большегрузные автосамосвалы западных компаний, способных работать при большой глубине карьера. Правительство выделяет крупные валютные кредиты на приобретение новейшей техники.

В 80-е–начале 90-х годов на мировом рынке произошло падение спроса на уран – важнейший стратегический материал. Кризис коснулся даже ведущих уранодобывающих стран, где закрывались предприятия. И. Каримов понимал, что в этих условиях урановому центру – Учкудуку грозит катастрофа. И только организация здесь переработки золотосодержащих руд крупных месторождений Даугызтау и Кокпатас может сохранить жизнь в этом регионе. Правительство выделяет крупный кредит для продолжения законсервированного двадцать лет назад строительства гидрометаллургического завода. Объявляется настоящий республиканский «хашар», к возведению ГМЗ-3 привлекаются лучшие строительные организации. Менее чем за два года, несмотря на громадные трудности, сложности с финансированием, на строительстве



ГМЗ-3 производительностью 2,5 млн. т окисленной руды в год был выполнен колоссальный объем строительномонтажных работ. 14 июня 1995 г. на торжества по случаю ввода уникального золотодобывающего комплекса прибыл И. Каримов. ГМЗ-3 стал детищем независимого Узбекистана. В 2008 г. была введена в эксплуатацию вторая очередь завода для переработки упорных сульфидно-мышьяковистых руд производительностью 4,7 млн. т.

Первый Президент Узбекистана И. Каримов посещает АГМК, где с его благословения начинается строительство аффинажного производства. Алмалыкчане совместно с зарафшанскими коллегами за короткий срок построили на медеплавильном заводе аффинажный цех и он вступает в строй в 1992 г. Вскоре золото Алмалыка получает статус «Оптимальной поставки» на Лондонской бирже благородных металлов, а позднее такой же статус на бирже цветных металлов получает катодная медь. По инициативе И. Каримова на Узбекском металлургическом комбинате создается крупное импортозамещающее шаропркатное производство и оно полностью обеспечивает потребности отрасли в мелющих шарах.

В Алмалыке в 1997 г. вводится инновационное импортозамещающее производство эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) производительностью 40

тыс. т в год. Это дает возможность не только снизить себестоимость взрывных работ, но и механизировать трудоемкий процесс зарядки скважин на открытых горных работах. Важнейший объект вводится в строй за фантастически короткий срок – семь месяцев. Позднее на заводе устанавливается дополнительная аппаратура для патронирования взрывчатых веществ, что позволяет использовать их на подземных рудниках с параметрами экономичности и безопасности на мировом уровне. Позднее такое же производство вступает в строй и на Навоийском ГМК.

Таким образом, при поддержке Ислама Каримова и Правительства страны предприятия отрасли к середине 90-х годов выходят из прорыва, стабилизируют производство и уверенно расширяют выпуск основной и попутной продукции. Из года в год вводятся в строй новые производственные объекты и объекты социальной инфраструктуры.

Стране нужно все больше металла – золота, меди, урана. Для выполнения устанавливаемого государством заказа на золото из года в год увеличиваются объемы добычи и переработки золотосодержащих руд. Появляются новые, инновационные технологии их переработки на гидromеталлургических заводах, позволяющие поддерживать заданную рентабельность производства. Катодную медь мирового каче-



На открытии гидрометаллургического завода № 3 в Учкудуке (1993 г.).



ства АГМК самостоятельно реализует на Лондонской бирже цветных металлов.

А что касается урана, то НГМК является единственным в Узбекистане оператором, осуществляющим добычу урана и производство на экспорт готовой продукции в виде закиси-оксида урана. На его долю приходится более 90% стоимостного объема экспорта комбината. Покупатели урана знают – Узбекстанский уран дешевле, чище и экологичнее многих на мировом рынке. Один из секретов – в широком применении метода подземного выщелачивания урана. В Учкудуке первыми в мире стали добывать его с помощью этого метода и с 1994 г. уран на комбинате добывается только этим способом.

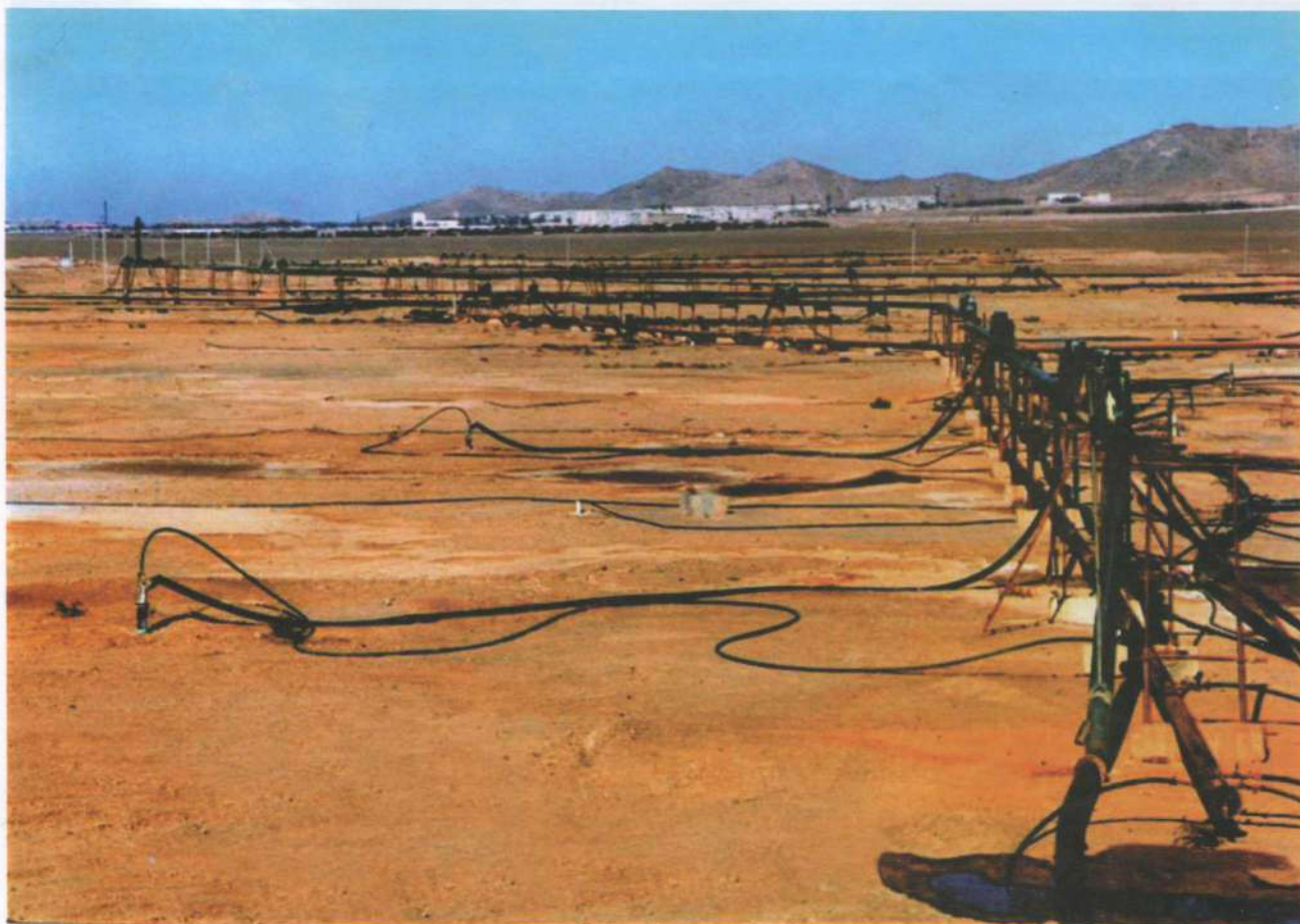
С 1992 по 2007 гг. природный уран, производимый Навойским ГМК, реализовывался только в США. С 2007 г. расширяются рынки сбыта традиционной и нетрадиционной продукции. Так, в разные годы география экспорта урана включала США, Китай, Японию, Австрию и Чехию. Ведется работа по расширению географии экспорта природного урана в Южную Корею и Индию, перената аммония в Китай и Иран.

*Курс на интенсивное развитие производства золота, урана и меди.*

Основной продукт Навойского комбината – золото.

Его реализация формирует основную часть финансовой базы предприятия с учетом высокой ликвидности золота на мировом рынке и при условии, что затраты на его производство будут ниже цены его реализации государству. Золото имеет стратегическое значение для республики, и на его производство ежегодно устанавливается государственный заказ. Золото – часть золотовалютного резерва любого государства – для использования и для страхования кредитов и других рисков. Одновременно ведутся интенсивные геолого-разведочные работы на сопредельных участках, результаты которых позволяют наращивать объемы разведанных запасов металла. На АГМК золото производят попутно с переработкой руд цветных металлов, а также добывают его на подземных рудниках.

Основную массу золота получают из карьера Мурунтау с низким содержанием металла в руде. Это гигантский объект, в котором ежегодно добывается порядка 50% золота республики, что является уникальным для золотодобывающей промышленности мира. Теперь, на 4-й и 5-й очереди освоения он соединился с месторождением Мютенбай, глубина карьера достигла 650 м. На такой глубине наиболее эффективна циклично-поточная технология, ее систематически внедряют и развивают на карьере. Гордостью комбината стал принятый в 2011 г. в эксплуата-



На полигоне подземного выщелачивания урана.



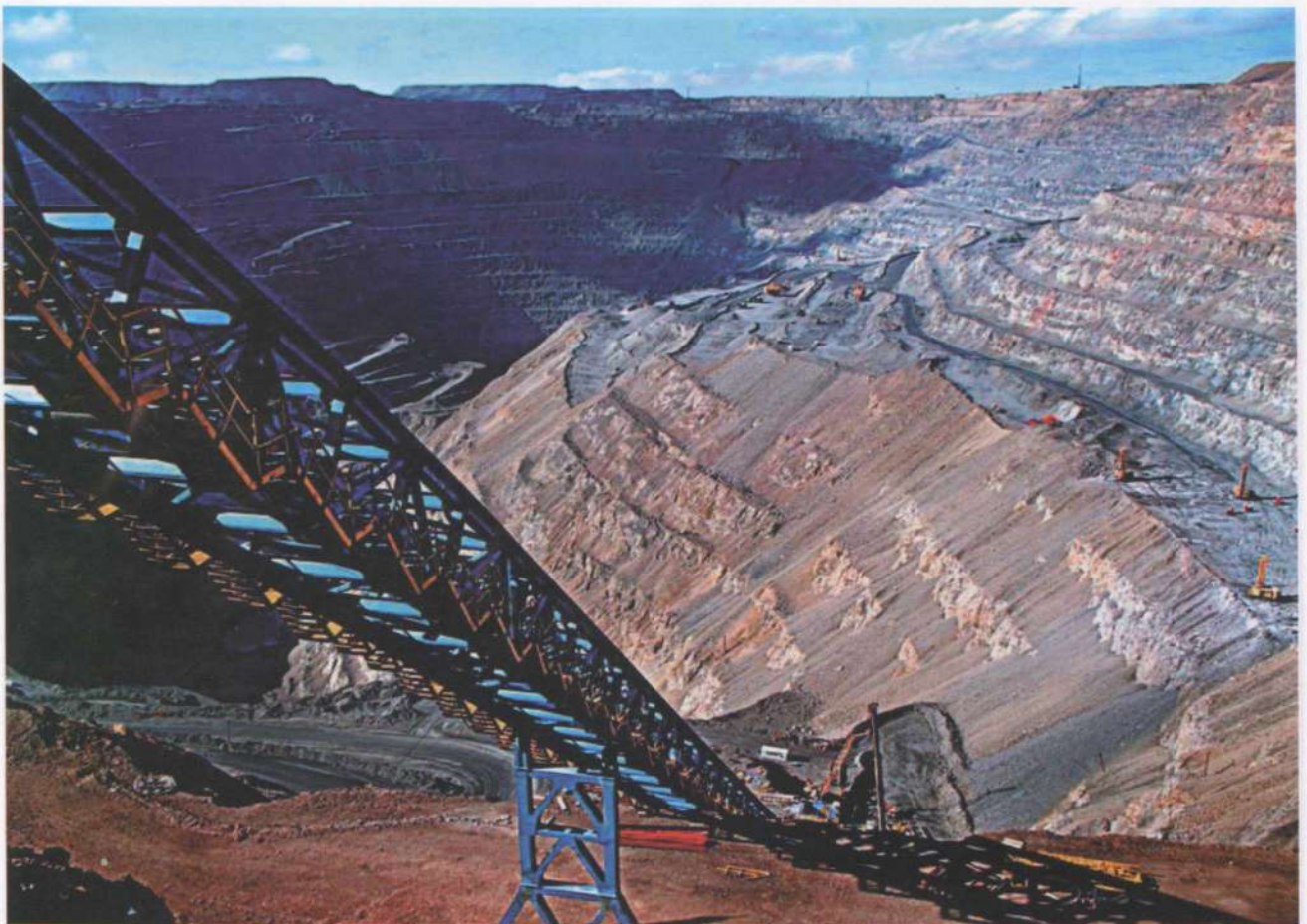
цию крутонаклонный конвейер КНК-270 и дробильно-перегрузочный комплекс. По высоте крутонаклонного транспортирования 270 м и производительности 3500 т/ч конвейер не имеет равных в мировой практике. Его угол подъема  $37^{\circ}$ , ни на одном предприятии стран мира, имеющем комплексы ЦПТ, угол подъема не превышает  $15^{\circ}$ .

Внедрение уникального комплекса обеспечивает продолжение разработки месторождения Мурунтау открытым способом до глубины тысячи метров. КНК-270, помимо снижения затрат и повышения эффективности использования карьерного автотранспорта, позволил создать дополнительно 130 рабочих мест. В 2013–2014 гг. на Мурунтау для транспортировки горной массы в рамках программы модернизации горнотранспортной техники были приобретены и введены в эксплуатацию большегрузные автосамосвалы грузоподъемностью 220 т и мощные электрические экскаваторы ЭКГ-20К с емкостью ковша 20 м<sup>3</sup>. Найдены существенные резервы увеличения выпуска золота за счет увеличения объема переработки закладированной забалансовой руды.

Из года в год росли объемы переработки руды на гидрометаллургических заводах. На ГМЗ-2, где осуществляется полный цикл – от дробления исходной руды до получения готовой продукции в виде слит-

ков золота высшей пробы – годовая производительность поэтапно возрастала – от 20,0 млн. т в 1991 г. до 38,5 млн. т в 2017 г. Такой фантастический рост стал возможным за счёт проводимого на постоянной основе комплекса работ по техническому перевооружению, вводу новых мощностей, внедрения специалистами НГМК результатов научных исследований по совершенствованию технологических процессов.

Как отмечалось, в 1995 г. состоялся пуск ГМЗ-3 по технологии переработки окисленных руд. Запасы окисленных руд ограничены (15–20 % разведанных запасов), поэтому на НГМК проводились интенсивные научно-исследовательские работы, направленные на вовлечение в переработку упорных золотосульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау и внедрение эффективной технологии их переработки. По результатам проведённых работ в качестве наиболее приемлемого варианта была выбрана технология бактериального окисления золотосульфидного флотационного концентрата. Строительство комплекса по переработке упорных золотосульфидных руд на ГМЗ-3 было начато в 2005 г. и завершено в короткие сроки. С 2008 по 2010 гг. были поэтапно введены в эксплуатацию 1-я и 2-я очереди крупнейшей в мире установки бактериального окисления золотосульфидного флотационного концентрата. В последние годы на ГМЗ-3



Крутонаклонный конвейер КНК-270 на карьере Мурунтау (2010 г.).



дополнительно была построена линия межцикловой флотации, введены в эксплуатацию узлы фильтрации биокека. Обжиг всего продукта БИОКС позволил повысить извлечение золота на 13%. В 2012 г. вводится уникальная на площадке Навоийского горно-металлургического комбината сорбционная технология с применением в качестве сорбента активированного угля, а также технология десорбции, электролиза и реактивации угля. Они позволили исключить вредный фактор природного углеродистого вещества сульфидных руд в процессе сорбционного выщелачивания и увеличить извлечение золота на 5–10%.

Капитальные перемены произошли и на старейшем уникальном предприятии, каковым является ГМЗ-1, ставшее недавно рудоуправлением. Завод создавался для извлечения урана и производства окиси-закиси урана. Долгие годы здесь отработывались новые технологии обогащения. Систематически росли объемы переработки руды, а затем и растворов. Возникали новые линии и новые технологии. В связи с сокращением урановой рудной базы, в 1994 г. на ГМЗ-1 рудо-перерабатывающая схема была перестроена с урансодержащей на золотосодержащую руду, начат выпуск золота в полуфабрикате. Благодаря техническому перевооружению и реконструкции действующих технологических переделов в переработку вовлечены золотосодержащие руды четырёх месторождений, увеличилась переработка руды и, соответственно, производительность завода.

Параллельно в отрасли осуществлялись структурные преобразования. В 2002 г. Правительством страны принимается судьбоносное решение – в состав НГМК и АГМК передаются входившие в Объединение «Узбекзолото» все подземные рудники, а также Марджанбулакский золотоизвлекательный цех (МЗИЦ), Ангренская и Чадакская золотоизвлекательные фабрики. Основой для увеличения объемов добычи руды здесь стало освоение крупных капитальных вложений на горно-капитальных работах, строительстве и обновлении основных фондов рудников. Включение этих предприятий в состав комбинатов способствовало росту производства золота и сырьевой базы отрасли.

В 2009 г. на базе Зармитанской золоторудной базы началось строительство золотоизвлекательного комплекса. Это был настоящий «хашар», предприятия НГМК делегировали своих людей на строительство этого ударного объекта. В атмосфере всеобщего энтузиазма за 11 месяцев сооружается первая очередь ГМЗ-4 производительностью один миллион тонн руды в год. В 2012 г. введена в эксплуатацию вторая. ГМЗ-4 – второй гидromеталлургический завод, построенный в республике за годы независимости, предмет всеобщей гордости. В 2013 г. завод вышел на полную производственную мощность, равной 1,8 млн. *t* руды в год. Переработка руды здесь осуществляется с использованием инновационных технологий интенсивной гравитации и интенсивного выщелачи-

вания золотосодержащего концентрата. Перерабатывает завод руды месторождений Чармитан и Гужумсай. И работает «как часы», ежегодно производит продукции на 250-300 млн. долларов США. Сегодня ГМЗ-4 – перспективное развивающееся предприятие, наращивающее производственные мощности. Здесь трудится около 4500 работников, 60% которых составляют молодежь, выпускники средне-специальных, профессиональных и высших учебных учреждений республики.

На АГМК интенсивно велись работы по реконструкции золотодобывающих предприятий, меднорудных карьеров, сернокислотного производства, известкового завода, теплоэлектроцентрали и ряда объектов цинкового и медеплавильного заводов. Сооружался мощный комплекс циклично-поточной транспортировки руды на руднике Кальмакыр, он обеспечит прирост годовой добычи руды в объеме более 10 млн. *t*. Одновременно велось техническое перевооружение флотационного отделения медной обогатительной фабрики и реконструкция ее дробильно-обогатительного комплекса.

В 2010 г. началась промышленная добыча и переработка руды на месторождении полиметаллических руд «Хандиза» в Сурхандарьинской области, с производством концентратов меди, свинца и цинка. На медеплавильном заводе вошла в строй печь плавки в жидкой ванне (процесс Ванюкова). В 2013 г. на территории Ангренской СЭЗ введен в строй завод по производству медных труб. В 2013–2014 гг. выполнена модернизация цинкового завода. В 2014 г. принят в эксплуатацию построенный АГМК Джизакский цементный завод, годовая проектная мощность которого составляет 450 тыс. *t* белого цемента и 1 млн. *t* общестроительного цемента.

Президент И. Каримов настаивает на создании в отрасли импортозамещающих производств и локализации производства. На комбинате освоено выпуск более 30 видов импортозамещающей продукции, ранее закупаемых за рубежом и завозимых в республику. Среди них – поливинилхлоридные и полиэтиленовые трубы, эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ), запорная арматура, в которой испытывает потребность многие предприятия республики. Освоено выпуск запасных частей для горнотранспортного и рудоизмельчающего оборудования, насосов, ремонт двигателей большегрузных самосвалов. В 2011 г. на базе Навоийского машиностроительного завода построено и введено в эксплуатацию авторемонтное производство, силами которого производится капитальный ремонт БелАЗов и подземной техники.

Разработанная учеными Узбекистана технология позволила на базе бедных по содержанию полезного компонента запасов фосфоритных руд Джерой-Сардаринского месторождения создать крупное *производство фосфоритных концентратов*, крайне необходимых для производства фосфорных удобрений на заводах химической отрасли страны. Созданы



крупные производства серной кислоты. Это все создает условия для трудоустройства незанятого населения, решения множества социальных проблем.

*Успешное решение социальных вопросов.*

Что очень важно, в отрасли, как и во всей стране, в центре реформ всегда оставался человек, создание условий для удовлетворения его потребностей, и в том числе – его профессионального роста. На предприятиях *выросли замечательные кадры специалистов и руководителей из местной молодежи.* Они уверенно замещают уходящих на заслуженный отдых или уезжающих по семейным обстоятельствам специалистов. Ныне значительную часть инженерно-технических работников и управленческого персонала занимают люди, окончившие узбекские ВУЗы, прошедшие закалку на своих предприятиях. Они возглавляют крупнейшие в мире рудники Мурунтау и Кальмакыр, а также рудоуправления, цеха, другие производственные подразделения НГМК и АГМК. И трудятся замечательно, ими гордятся трудовые коллективы.

Среди инженерно-технического персонала комбинатов усилилась тяга к исследованиям технических проблем производства. Работая рядом с учеными десятков НИИ и зарубежных фирм, многие работники комбинатов без отрыва от производства выполнили

серьезные научные исследования, стали кандидатами и докторами наук. НИИ и вузы Узбекистана имеют на предприятиях отрасли широкие возможности для проведения исследований и внедрения своих научных разработок. Отрасль стала полигоном для проведения новейших исследований в области геологии, горного дела, химии, минералогии, ядерной физики и других важнейших отраслях знаний. На базе Навоийского ГМК Указом Президента Ш. Мирзиёева создается филиал Академии наук Узбекистана.

Комбинаты из года в год успешно решают *социальные вопросы.* Города Навои, Зарафшан, Учкудук, Алмалык и рабочие поселки становятся более удобными и приятными для проживания населения, их социально-бытовая инфраструктура постоянно обновляется и расширяется. Создаются прекрасные условия для занятий спортом, спортсмены по многим видам спорта представлены в сборных командах страны и занимают ведущие позиции в мировом рейтинге. Участники художественных коллективов дворцов культуры систематически становятся победителями престижных международных конкурсов и т.д.

Ислам Каримов понимал важность моральной поддержки работников отрасли, тепло поздравлял коллективы отрасли с их достижениями, юбилейными датами. Выступая на открытии первой очереди



Отгрузка катодной меди на экспорт на АГМК (2010 г.).



ГМЗ-3, он сказал: «В вашем многонациональном коллективе взаимное уважение и взаимная терпимость людей разных национальностей, разных убеждений, разных поколений, по сути, явилась главным организующим началом, тем фундаментом, на котором осуществились наши планы. Пользуясь сегодняшней исключительной возможностью, я хочу низко поклониться всем за то, что вы сохранили стабильность и мир в вашем коллективе, выходит, и во всем нашем доме». 25 января 1996 г. НГМК был награжден Почетной Грамотой Республики Узбекистан, позднее – орденом «Дустлик».

Профессионализм и преданность своему делу рабочих и специалистов предприятий отрасли высоко оценены государством. Сотни тружеников отрасли отмечены высокими правительственными наградами, удостоены почетных званий страны. Среди них – Герои Узбекистана машинисты экскаватора карьера «Кальмакыр» Ж. Турдиев и С.П. Рахманов, машинист экскаватора карьера «Восточный» Северного рудоуправления А.Н. Панин, технолог ГМЗ-2 Ф.Я. Соилов, генеральные директора комбинатов Н.И. Кучерский, А.К. Фарманов, К.С. Санакулов. Президент И. Каримов поддержал предложение руководства и трудовых коллективов об учреждении профессионального праздника – Дня работника горной и металлургической промышленности, он отмечается ежегодно в третье воскресенье мая.

Жизнь подтвердила безошибочность судьбоносного курса Первого Президента И.А. Каримова на поддержку горно-металлургической отрасли на переломном этапе истории, когда стоял вопрос «быть ей или не быть». Жизненно важная поддержка главы государства и реализация научно обоснованной стра-

тегии технического перевооружения отрасли позволили не только сохранить производственные предприятия, но затем и значительно расширить объемы выпускаемой продукции мирового качества.

За 1992–2017 гг. на НГМК производство золота возросло на 40%, переработка руды в 2 раза, объем экспорта урана в 2,5 раза, число рабочих мест в 1,84 раза. На АГМК производство катодной меди увеличилось на 13,7%, золота – на 36,1%, серебра – в 2 раза. Успешно решались социальные задачи.

На современном этапе перед отраслью открываются новые перспективы. По инициативе Президента Ш.М. Мирзиёева приняты Программы ее развития на ближайшие десятилетия. На НГМК в 2017–2026 годы будет реализовано 27 инвестиционных проектов общей стоимостью 3 млрд. долл. США. В результате объем выпуска драгоценных металлов на предприятии возрастет на 30%, будет создано около 31 тысячи новых рабочих мест. Начато строительство нового золотодобывающего завода ГМЗ-5 на руднике «Ауминза-Амантай». Проект общей стоимостью 396 млн. долларов позволит перерабатывать 5 млн. т руды в год. Предусматривается и строительство ГМЗ-6, здесь будут перерабатывать до 3 млн. т руды в год на базе месторождения "Пистали".

Программа развития Алмалыкского горно-металлургического комбината на период до 2030 г. предусматривает увеличение производства меди в 1,4 раза и драгоценных металлов – на 33%. На комбинате приступили к реализации самого масштабного инвестиционного проекта Программы мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства на 2015–2019 гг. по АО «Алмалыкский ГМК» – «Освоение месторождения «Дальнее».

#### Библиографический список

1. Каримов И.А. Узбекистан – собственная модель перехода на рыночные отношения. – Ташкент: «Узбекистон», 1993.
2. Каримов И.А. Рациональное использование имеющегося потенциала и ресурсов – фактор прогресса. – Ташкент: «Узбекистон», 2004.
3. Кучерский Н.И. Флагман индустрии независимого Узбекистана. Шесть лет новейшей истории НГМК. – Ташкент: «Шарк», 1997.
4. Мальгин О.Н. Полвека в Кызылкумах. Записки первопроходца. – Ташкент: «Узбекистон миллий энциклопедияси», 2013.
5. Санакулов К.С. Навоийский ГМК: новые горизонты развития. – Москва: «Горный журнал». «Цветные металлы». Специальный выпуск. Научно-технический прогресс на горных предприятиях Узбекистана». 2017.
6. Сигедин В.Н. Алмалыкская жемчужина. – Ташкент: «Шарк», 1999.
7. Ризаев С.Р. Олмалиқ кон-металлургия комбинати. Янги тарихи ҳақида очерклар. – Тошкент: «Ўзбекистон миллий энциклопедияси», 2008.



## XIV АСР ОХИРИ – XV АСР БОШЛАРИДА МОВАРОУННАХРДА КОНЧИЛИК МАДАНИЯТИ



**Темиров Ф.,**  
тарих фанлари доктори,  
Навоий давлат педагогика  
институту.



**Жунаев З.,**  
тадқиқотчи,  
Навоий давлат педагогика  
институту.

*Ushbu maqola Amir Temur va Temuriylar davrida O'rta Osiyoda konchilik madaniyatining ravnaq topishi, o'sha davrda qazib olingan ba'zi noyob qimmatbaho tosh va metallarning xususiyatlari, shuningdek bu sohaning mamlakatning iqtisodiy qudratida o'ziga xos o'rin egallashi haqida yoritiladi.*

**Tayansh iboralar:** O'rta Osiyo, tijorat va iqtisodiy aloqalar, hunarmandscilik, oltin, kumush, qadimiy kasblar, kon-metallurgiya rivojlanishi.

*Since the days of Amir Timur and Timurids in Central Asia, mining has been developing, the properties of some rare precious stones and metals mined at that time have been cited, and the place of economic growth in the country has also been shown.*

**Key words:** Central Asia, trade and economic relations, handicraft, gold, silver, ancient trades, development of mining metallurgy.

Темурийлар даври Ўрта Осиё кончилигида алоҳида даврни ташкил қилади. Кончилик тарихида энг юксак давр ҳисобланган бу давр хусусан, Ўзбекистон кончилиги ва металлургиясининг бугунги истиклолида асос бўлиб хизмат қилмоқда. Аввало бу давр кончилигига Амир Темур асос солган кучли давлатнинг ижтимоий-иқтисодий тараққиётига боғлиқдир. Ўша даврда кончиликнинг юксалиши билан бирга ҳунармандчиликнинг турли шакллари ҳам ривожланди. Айниқса тош ўймакорлиги билан шуғулланган усталар ичида қабр тош шахмаларинишлайдиган мутахассислар етишиб чиққан. Масалан, Амир Темур қабрига набираси Улуғбек Шаркий Туркистон сафаридан қайтишда кўктош нефритини келтириб ўрнатган. Аҳмад Яссавий мақбарасидаги қабр тош эса тўқ яшил табризий мрамрдан ишланган. Бундай усталар бошқа мамлакатлардан олиб келинганидан далолат беради. Ўша даврда Мовароуннахр Темур салтанатида сиёсий ва иқтисодий жиҳатдан алоҳида ўрин эгаллайди. Зотан кончилик, ҳунармандчиликнинг турли соҳалари ва савдонинг асосий марказлари шу ерда жойлашган бўлиб, кейинчалик Мирзо Улуғбек даврида уни ривожланишига катта аҳамият берилган. XV асрда Ўрта Осиё шаҳарларининг Шарқ мамлакатлари билан тижорат ва иқтисодий ҳамда ҳунармандчилик алоқалари Буюк ипак йўли орқали олиб борилишини беҳатар бўлишига жуда катта эътибор қаратилган. Ипак йўли орқали Хитойдан асосан ипак ташилган.

Маълумки, Хитойдан бошқа мамлакатларга, жумладан, Ўрта Осиёга ипак матонинг айрим

турлари ва улардан тикилган кийимлар олиб келинган. Хитой императори Темурий ҳукмдорларга юборган совғалар орасида кимматбаҳо ипак мато, кимҳоб бир неча маротаба тилга олинади.

Буюк ипак йўли Мовароуннахрнинг бош йўлига Самарқанд, Бухоро, Урганч, Андижон каби йирик тижорат ҳунармандчилик марказлари орқали кичик шаҳарча ва қишлоқларни ҳам қамраб олган.

Темур ва Темурийлар давридаги кончилик ва минералогияга бўлган маълумотларни баъзи бир олимларимиз янги шароитга мослаштирдилар ва ривожлантирдилар. Шу ерда айтиш жоизки XVI-XVII асрларда битилган қўлёзма асарларни ўрганиш пайтида бир неча гео-космографитк асарлар ҳам жавоҳиршунослик илмига боғланганлиги таҳсинга лойиқдир.

Булардан бири балхлик муаррих ва жўғроф олим Султон Маҳмуд Балхий (1573 й.) қаламига мансуб асари “Мажмуъ ал-Ғаройиб” (“Ғаройиботлар мажмуаси”) бу асар тарихий, жўғрофий ва жавоҳиршуносликка оид кимматли маълумотлар мавжуд. Унда бир қатор кимматли (ёқут, зумрад, лаъл, фируза, олмос) ва ўрта кимматга эга тошларнинг илмий тавсиялари берилган. Масалан, Султон Маҳмуд Балхий фирузанинг сеҳрли хусусиятларига тўхталиб, у шундай дейди: “Айтишларича, қадимда олмослар янги ой тўлган одатда ва фирузага бокканлар шунинг учун кимни қўлида фируза бўлса, одамлар назарида ҳурмат эътибор қозониб, урушларда душман устидан ғолиб келган. Подшолар фирузани мажлисларга олиб келган (мажлис аҳли) фирузага навбатма-навбат унга



боққанлар. Сўнгра уни жаннат ичимлигидаги сифатга эга бўлган май қадахга жойлаганлар ва ундан бир култим ичганлар. Бу одатни тожу-тахт соҳиблари муқаддас деб билганлар” [1]. Яна “Ёкутнинг, -деб ёзади Султон Маҳмуд Балхий, - олитн нави мавжуд, унинг хосияти шуки: агар одам уни ёнида олиб юрса, вабо ва бошқа улатлардан сақллайди. Агар уни оғизда тугилса юракни кувватлаштиради, хафаконликни кеткази, одам чанқокликни сезмайди, одам доимо шод хуррам юради. Энг муҳим масала: Муҳаммад Тохирнинг жавохирлар ва металлнинг шибобахш хосиятлари ҳақида ҳақида ҳам ўта қимматли маълумотлар айтилади. Масалан, зумраднинг майдаланган дони захарни даф этади. Унинг бўлагини ёнига олиб юрган ва тез-тез унга қараб турган одамнинг кўзи равшан бўлади. Яна майдаланган мис сурмага кўшилиб кўзга қўйилса, кўз ёшланиши тўхтатади, кўзни эса равшан қилади, яна мис кукундисини ярага сепса қони тўхтайдди. Мис саратон, талоқ, жигар ва қорин касаллигига даво бўлади. Қўрғошин ҳам саратон касалини даволайди” [1].

XVII асрда жавохиршунослик илмининг умумий ахволини кўрсатиб берувчи яна бир асар муаллифи балхлик комусий олим Маҳмуд ибн Вали (1597 йилда таваллуд топган) ҳисобланади. Унинг “Баҳр ул-асрор фи манокиб ул ахёр” (“Олийжаноб кишиларнинг жасорати ҳақида сирлар денгизи”) бу асарда 180 дан ортиқ тошларнинг ҳамда металлларни хусусан олтин ва қумушни пул-товар муомаласидаги тутган ўрнига алоҳида эътибор беради [2].

Шунингдек, у металллардан жуда кўп мамлакатларда танга пул зарб қилинганлигини.

Бундай пулларни Маҳмуд ибн Вали “бутачий” деб атайдди. Олимнинг олтин ва қумушдан зарб қилинган пулларининг бошқа намуналари ҳақида келтирган маълумотлари ҳам диққатга сазовордир. Масалан, XIII-XIV асрларда Эронда зарб қилинган пул ашрафий (биринчи бор зарб қилдирган Гуллоний Малик Ашраф (1344-1356) шаънига шундай аталаган) деб номланган.

Шуни айтиш керакки, кончилик ва металлургия юртимиз халқларининг қадимий касби ҳисобланиб, бу касбларни таъминловчи хом-ашё асосан саҳоватли заминимизда олинганини биламиз. Ўрта Осиёда Темур ва Темурийлар даврида мавжуд бўлган конларнинг фаолияти ушбу давлатнинг нечоғлик ривожланишидан далолат беради. Айнан шу кон-металлургияни ривожланиши давлатда савдо-сотик, ҳунармандчиликнинг турли тармоқларидан, мисгарлик, чилангарлик, тоштарошлик, заргарликнинг таракқиётига асос бўлганлиги тарихда маълум. Амир Темур гарчи ўз даврида энг буюк давлатга асос солиб, барча соҳаларни ҳар томонлама ривожлантирган бўлсада, у аввало маънавий етук инсон сифатида тарихда қолди.

Шуни фахр билан тилга олишимиз мумкинки, мамлакатимиз тарихида Темур ва Темурийлар даври қадим ва навқирон бўлиши билан бирга, ҳар жиҳатдан дунёга машҳур бўлиши мустақил Ўзбекистондаги кўпгина конлар, жумладан Навоний вилоятининг кон-металлургияси ҳам ўзининг ноёб хусусиятлари ва захираларига нуктаи назаридан нафақат Марказий Осиёда, балки бутун дунёда камдан-кам топилади. Шундан хулоса жонжаон диёримиз ер ости бойликлари битмас-туганмасдир.

#### Библиографик рўйхат

1. *Общественные науки в Узбекистане. 1966, № 89, стр. 35-36.*
2. *Маҳмуд ибн Вали. Моретий. 38-бет.*



## САГДИЕВА МУЯССАР ГАЙБУЛЛАЕВНА

(к 70-летию со дня рождения)

В декабре 2017 года исполнится 70 лет со дня рождения и 44 года с начала научно-исследовательской деятельности Сагдиевой Муяссар Гайбуллаевне - известному ученому, доктору биологических наук, главному научному сотруднику Государственного предприятия "Институт минеральных ресурсов".

М.Г. Сагдиева родилась 18 декабря 1947 года в г. Карши Кашкадарьинского вилоята. В 1965 г. она поступила на биолого-почвенный факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (МГУ). В 1970 г. поступает в аспирантуру биолого-почвенного факультета МГУ, при этом выбрав тему диссертационной работы по вилту хлопчатника, чтобы быть востребованным ученым на своей Родине. В 1974 г. успешно защищает кандидатскую диссертацию по теме «Пектолитические ферменты *Verticillium dahliae* Kleb. возбудителя вилта хлопчатника и возможные механизмы их подавления» и направляется на работу в отдел, а позднее Институт биоорганической химии. С 1974 г. в этом институте работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории полифенолов по проблеме защиты хлопчатника от вилта, приносящего большой ущерб хлопководству в Средней Азии. В 1977 г. переводят её на должность старшего научного сотрудника и руководителя группы по микробиологическому выщелачиванию золота.

В тот период в Узбекистане бурно развивается золотодобывающая промышленность, открываются новые золотосодержащие месторождения, руды которых относятся к золотосульфидным и не подвергаются переработке классическими методами извлечения. В то же время в мире развиваются новые технологии, позволяющие перерабатывать упорные золотосодержащие руды с использованием микроорганизмов. Таким образом, в 1977 г. Сагдиева М.Г. практически начинает новое направление в Узбекистане — «Бактериально-химическое выщелачивание упорных золотосульфидных руд и концентратов Узбекистана». Под руководством М.Г. Сагдиевой было проведено микробиологическое обследование практически всех

золоторудных месторождений республики: Мурунтау, Кокпатас и Даугызтау, и Зармитан Навоийского горно-металлургического комбината (НГМК), Кочбулак, Каульды, Пирмираб, Гузаксай и Марджанбулак производственного объединения «Узбекзолото». Также было проведено микробиологическое обследование медьсодержащих полиметаллических руд месторождения Кальмакыр, отвальных забалансовых руд, хвостов флотации медно-обогажительной фабрики (МОФ) АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (АГМК). Экспериментально было показано широкое разнообразие рудных микроорганизмов, закономерности распространения их в различных месторождениях, роли микроорганизмов в процессах окисления сульфидных минералов и выщелачивании цветных, благородных и редких металлов. Основными заказчиками этих исследований являлись Навоийский горно-металлургический комбинат и ПО «Узбекзолото». На основании проведенных исследований и перспектив данного направления в 1979 г. группа была реорганизована в первую в системе Академии Наук Республики Узбекистан (АН РУз) отраслевую лабораторию, заведующей которой была кандидат биологических наук Сагдиева М.Г.

В 1988 г. отраслевая лаборатория была переведена в Институт микробиологии АН РУз. Результаты проведенных исследований легли в основу докторской диссертации М.Г. Сагдиевой на тему:

«Микроорганизмы золоторудных месторождений Узбекистана и их использование в извлечении благородных металлов», которая успешно была защищена в 1998 г., и двух кандидатских диссертаций ее учеников и многочисленных дипломных работ выпускников Национального университета Узбекистана.

Сагдиева М.Г. активно участвовала в работе ряда зарубежных, отечественных и республиканских симпозиумов, конгрессов, конференций, а также зарубежных поездок, а так же были выполнены многочисленные проекты, как прикладные, фундаментальные, так и инновационные проекты, хозяйственные работы с ПО «Узбекзолото», с Навоийским и Алмалыкским горнодобывающими комбинатами. Кроме этих исследований были выполнены два международных



гранта Украинского научно-технологического центра, в которых она являлась руководителем.

Сагдиевой М.Г. опубликовано: 217 публикаций, из них 65 статей (47 республиканских, 12 – СНГ, 6 – дальнее зарубежье); 147 тезисов (101 республиканских, 32 – СНГ, 14 - дальнее зарубежье); 3 авторских свидетельства и 2 патента. Ею подготовлены: 1 доктор технических наук и 2 кандидата биологи-

ческих наук. С 1998 г. по настоящее время она является членом научного совета по защите докторских диссертаций по специальностям: микробиология и биотехнология.

Сагдиева Муяссар Гайбуллаевна – известный ученый в области бактериально-химического выщелачивания золота, меди, урана и других металлов из нетрадиционных видов минерального сырья.

*Коллектив ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат», научный Совет Навоийского государственного горного института, редакционный состав журнала «Горный вестник Узбекистана», а также многочисленные ученики сердечно поздравляют Сагдиеву Муяссар Гайбуллаевну с 70-летним юбилеем и желают ей крепкого здоровья, новых творческих успехов и больших достижений.*



## САЙИДКОСИМОВ САЙИДЖАБАР САЙИДКОСИМОВИЧ

(к 70-летию со дня рождения)

Сайидкосимов Сайиджабар Сайидкосимович – профессор, кандидат технических наук, заведующий кафедрой маркшейдерского дела и геодезии Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова.

Область научных интересов С.С. Сайидкосимова связана с прогнозированием устойчивости бортов карьера и удароопасности массива горных пород при подземном способе разработки сложноструктурных золоторудных месторождений в сейсмостектонически активных зонах, исследования закономерностей геомеханического состояния горного массива, геометрия и моделирование процессов, происходящих при рациональном и безопасном недропользовании.

Он участвовал в подготовке известных монографий, учебников и учебных пособий: Давление горных пород на рудниках Средней Азии (Рахимов В.Р., 1989 г.), Факторы локализации оруденения, методика их изучения и количественной оценки (Акбаров Х.А., 2007 г.), Горная геометрия (практикум, 2010 г.), Геоинформационные системы и технологии (2010 г.), Горная экология (2012 г.), Основы топографии (Мингбаев Д. И., 2013 г.).

Разработанные им рекомендации апробированы и внедрены в условиях разработки руд цветных металлов Узбекистана.

Об успешности и актуальности проводимых исследований свидетельствуют высокое признание международного научного сообщества в области маркшейдерского дела, горной экологии и промышленной безопасности.

Сайидкосимов Сайиджабар Сайидкосимович действительный член Международной академии экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), член президиума Международного конгресса Союза маркшейдеров, член редколлегии журналов «XXI век – техносферная безопасность», «Горная книга» (Россия), «Известия Академии горных наук Казахстана», «Известия Ташкентского государственного технического университета» и «Горный вестник Узбекистана».

Он является экспертом Республики Узбекистан в области промышленной безопасности. Работая в ТашГТУ, он является научным руководителем цикла научных работ, выполняемых на кафедре маркшейдерского дела и геодезии по программам фундаментальных, инновационных, прикладных и хозяйственных исследований.

Многогранна научно-педагогическая деятельность профессора С.С. Сайидкосимова. Он является руководителем авторского коллектива по созданию государственного образовательного стандарта и квалификационных требований по направлениям бакалавриата



«Маркшейдерское дело», «Геодезия, картография и кадастр (в промышленности)», специальностей магистратуры «Маркшейдерское дело», «Аэрокосмические методы изучения природных ресурсов», «Шахтная и подземная инженерия (Физические процессы горного производства)».

Профессор С.С. Сайидкосимов активный участник подготовки специалистов в области горного дела, маркшейдерского дела, геодезии, картографии и кадастра. Он читает такие специальные курсы для студентов бакалавриата и магистратуры, как горная геометрия, горная квалиметрия, горное право, горная экология,

теория математической обработки маркшейдерско-геодезических измерений, рациональное и комплексное использование и охрана недр. Ведет руководство над выпускными квалификационными работами, магистерской и докторской (PhD) диссертациями.

Научно-исследовательская и педагогическая, а также общественная деятельность профессора С.С. Сайидкосимова способствует развитию горной науки и образования в Узбекистане, вносят значительный вклад в подготовку бакалавров и магистров для горной промышленности и научных кадров высшей квалификации.

*ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат», научный Совет ТашГУТУ и коллектив кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» ТашГУТУ им. Ислама Каримова, научный Совет Навоийского государственного горного института, редакционный Совет журнала «Горный вестник Узбекистана», а также многочисленные ученики сердечно поздравляют Сайиджаббара Сайидкосимовича Сайидкосимова с 70-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, новых творческих успехов и больших достижений в развитии науки и техники Республики Узбекистан.*





**“ЗАРАФШОН ВОҲАСИНИ КОМПЛЕКС ИННОВАЦИОН РИВОЖЛАНТИРИШ:  
ЮТУҚЛАР, МУАММОЛАР ВА ИСТИҚБОЛЛАР” МАВЗУСИДАГИ ХАЛҚАРО  
ИЛМИЙ-АМАЛИЙ КОНФЕРЕНЦИЯ**



Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 23 январдаги “Навоий вилояти ҳудудларини ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш, аҳоли турмуш даражасини янада яхшилашга доир қўшимча чора-тадбирлар дастури тўғрисида”ги 26–сонли қароридан Навоий давлат кончилик институти базасида “Зарафшон воҳасини комплекс инновацион ривожлантириш: ютуқлар, муаммолар ва истиқболлар” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция ўтказиш белгиланган эди. Улуғ бобокалонимиз ҳазрат Алишер Навоий номи билан аталган кўркем шаҳримиз 26-27 октябрь кунлари ана шу анжуманга мезбонлик қилди. Конференцияда АҚШ, Буюк Британия, Австрия, Германия, Канада, Туркия, Россия, Покистон каби 18 та давлатдан 60 нафарга яқин таникли олимлар, йирик компанияларнинг, республика олий таълим муассасалари, илмий-тадқиқот институтлари ва компанияларининг 100 нафардан ортиқ вакиллари иштирок этганлиги унинг юксак даражадаги нуфуздан далолат бериб турибди. Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг президенти Б.Юлдашев бошқариб борган анжуманнинг очилиш маросимида Навоий вилояти ҳокими Қ.Турсунов конференция қатнашчиларини кизгин қутлади.

Конференциянинг биринчи кунги ялпи мажлисида Навоий кон-металлургия комбинатининг бош директори Қ.Санакуловнинг «Зарафшон воҳасини комплекс инновацион ривожлантириш» мавзусидаги маърузаси тингланди. Қувондиқ Санакулович воҳа азалдан илм-фан ва маданият юксалган, Буюк Ипак йўлида жойлашган ва Шарқ билан Ғарбни боғлаб турган муҳим аҳамиятга молик манзилларни ўзида мужассамлантирганлигини таъкидлаб, ҳозирги даврда иқтисодиёт тараққиётига алоқадор барча соҳаларни инновацион ривожлантириш борасида амалга оширилаётган ва истиқболда белгиланган илмий-амалий ишларни чуқур таҳлил қилди.

Маърузада айтилганидек, Ўзбекистон бугун замонавий индустриал мамлакатга айланмоқда. Буни Навоий кон-металлургия комбинатида эришилаётган муваффақиятлар мисолида яққол кўриш мумкин. Мустақиллик йилларида инновацион лойиҳаларни татбиқ этиб, технологик жараёнларни такомиллаштириш ҳисобига 2-гидрометаллургия заводининг йиллик самарадорлиги 1991 йилга нисбатан 1,9 бараварга ошди. 2011 йилда. «Мурунгов» қонида қуввати бўйича жаҳонда ягона, унумдорлиги соатига 3 минг тонна, қиялик бурчаги 37<sup>0</sup>, кўтариш баландлиги 270 м бўлган тик-қия конвейернинг ишга туширилиши коннинг жануби-шарқий ва



шаркий бортлари захираларини очиш ишларини жадаллаштириш ҳамда таннархни сезиларли арзонлаштиришга хизмат қилмоқда. Конни оптималлаштирилган ривожлантириш режаси ишлаб чиқилган.

Навоий кон-металлургия комбинати таркибида йирик машинасозлик корхонаси фаолият кўрсатаёпти. «НМЗ» ишлаб чиқариш бирлашмаси комбинат бўлинмалари ва Ўзбекистоннинг улкан корхоналари учун қуймакорлик маҳсулотлари, металл конструкциялар, ностандарт жиҳозлар тайёрлаш, шахта жиҳозларини таъмирлаш, тайёр технологик линияларни йиғиш, дастгоҳсозлик, асбобсозлик, қишлоқ хўжалик техника воситаларини ишлаб чиқариш ва таъмирлашга бўлган талабларини ўз вақтида бажариб келаётган кўп тармокли, замонавий жиҳозланган ишлаб чиқариш мажмуидир. Бирлашмада металлурга кесиб ишлов берадиган станокларнинг олти-та модели, ёғочга ишлов берадиган икки турдаги станоклар ишлаб чиқарилмоқда.

Конференциянинг ялпи мажлисида шунингдек, Қозоғистон Миллий техника университети кафедра мудир, академик Баян Ракишев, Австриянинг Линс университети машинасозлик ва гидравлик узатмалар кафедраси мудир, профессор Рудолф Шейдл, Германиянинг «ЕНГИНЕЕРИНГ ДОБЕРСЕК ГмбХ» компаниясидан профессор Анатолий Кирнарски, АҚШнинг «Хонейвелл» компаниясининг лойиҳаларни бошқариш бўйича бош директори Тихомир Тошков, Буюк Британиянинг Лидс университети кимё ва технологик муҳандислик кафедраси профессори Жин Жос, Россия Фанлар академияси Зоология институти лаборатория мудир, профессор Николай Аладин, АҚШнинг Невада университети кончилик кафедраси профессори Джорж Данколар ҳам турли инновацион лойиҳаларни ишлаб чиқаришда қўлланиш мавзусида қизиқарли маърузалар қилдилар.

Халқаро конференция тушдан сўнг ўз ишини «Геология, геотехнология ва минерал хомашёни қайта ишлаш», «Нанотехнология ва кимёвий технологиялар», «Машинасозлик, асбоб-ускуналар муҳандислиги ва автоматлаштириш», «Энергетика, муқобил энергия манбалари», «Қишлоқ хўжалиги ва экология» секцияларида давом эттирди. Секцияларда жонли мулоқот тарзида 150 дан ортиқ маърузалар муҳокама қилинди.

Конференциянинг иккинчи куни иштирокчилар Навоий давлат кончилик институти кафедралари ва лабораторияларига ташриф буюрдилар. Карстен Дребенштет, Свен Шроедр, Андреас Мюллер, Петер Шегнер сингари жаҳоннинг атоқли олимлари талабаларга маърузалар ўқидилар, маҳорат дарсларини ўтиб бердилар. Анжуманнинг якунловчи ялпи мажлисида секция раҳбарларининг хисоботлари тингланди.

Халқаро конференция иштирокчилари «Навоий» эркин иқтисодий зонасига ташриф буюрдилар ҳамда замонавий технологиялар билан жиҳозлантирилган корхоналар фаолияти билан танишдилар. Улар бу корхоналарда хорижий инвесторлар учун барча шарт-шароитлар яратилганлигига бевосита гувоҳ бўлдилар.

Анжуман якунида Навоий давлат кончилик институти ва дунёнинг этакчи университетлари ҳамда компаниялари ўртасида кон-металлургия, машинасозлик, кимё-технология, энергетика, қишлоқ хўжалиги ва экология, таълим ва илмий-тадқиқотнинг бошқа йўналишларида алоқаларни мустаҳкамлаш юзасидан 19 та меморандум ва ҳамкорлик шартномалари имзоланди. Уларнинг бажарилишини мунтазам назорат қилиб боришга келишиб олинди. Илм-фанни тараккий эттириш мақсадида ташкил этилган мазкур халқаро конференция ана шундай эзгу ишни рўёбга чиқариш йўлидаги дастлабки дадил қадам сифатида келгусида ўзининг ижобий натижаларини, медаларини беришига шубҳа йўқ.

**Низомиддин САДРИДДИНОВ.**  
**Виктор ЯКОВЛЕВ**  
*олган сурат.*



УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ  
БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ  
И УСТОЙЧИВОСТЬЮ БОРТОВ  
НА ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ

В Издательстве «Фан» Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент вышла монография «Управление параметрами буровзрывных работ и устойчивостью бортов на глубоких карьерах» авторов: Снитки Н.П., главного инженера НГМК, докторов технических наук: Насирова У.Ф., Умарова Ф.Я. и Заирова Ш.Ш., под общей редакцией доктора технических наук, проф. Норова Ю.Д.

В монографии приведены теоретические и экспериментальные исследования повышения эффективности взрывных технологий на глубоких карьерах путем разработки способов, позволяющих обеспечить необходимое качество взорванной горной массы, устойчивость откосов бортов и сохранность геологической структуры горного массива. Разработаны способы управления состоянием откосов бортов и ответственных инженерных сооружений в глубоких карьерах для повышения эффективности и безопасности ведения открытой разработки месторождений полезных ископаемых на основе создания единой системы геомеханического мониторинга и управления природными и горнотехническими факторами.

Монография будет полезна преподавателям и студентам горных вузов и факультетов, инженерно-техническим работникам горнодобывающих предприятий, исследовательским и проектным институтам.



РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ  
БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ  
НА КАРЬЕРАХ

В Издательстве «Фан» Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент вышла монография «Ресурсосберегающие технологии ведения буровзрывных работ на карьерах» авторов: Снитки Н.П., главного инженера НГМК, докторов технических наук: Насирова У.Ф., Мислибаева И.Т. и кандидата технических наук Нутфуллоева Г.С., под общей редакцией доктора технических наук, проф. Норова Ю.Д.

В монографии изложены классические научные методы ведения взрывных работ и предложены ресурсосберегающие технологии ведения буровзрывных работ с использованием размеров зон ослабления прочности массива горных пород. Проведены теоретические исследования действия укороченных скважинных зарядов взрывчатых веществ с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород. Разработаны способы разрушения массива разнопрочных горных пород зарядами взрывчатых веществ с кумулятивным эффектом.

Монография будет полезна преподавателям и студентам горных вузов и факультетов, инженерно-техническим работникам горнодобывающих предприятий, исследовательским и проектным институтам.

*Редакционный совет научно-технического и производственного журнала  
«Горный вестник Узбекистана».*



**Статьи, представленные в журнал «Горный вестник Узбекистана», должны удовлетворять следующим требованиям:**

Редакция сборника принимает к публикации статьи, которые ранее не были опубликованы. Статья должна обладать научной и практической новизной, отражать основные результаты работ автора, соответствовать общему направлению сборника.

**К статье необходимо приложить экспертное заключение о возможности опубликования материала в открытой печати.**

**Стандартный объем статьи: 4-10 страниц текста + 3-4 рисунка.** Текст печатается через 1 интервал шрифтом Times New Roman 10 кегля. Формулы должны вводиться с помощью редактора формул (формулы не должны быть в отсканированном виде). Необходима присылка статей по электронной почте по адресу одного из авторов статьи (для пересылки статьи при возникновении некоторых вопросов).

Материал должен быть изложен кратко, без повторений данных таблиц и рисунков в тексте; на литературу, таблицы и рисунки следует давать ссылки в тексте (по порядковому номеру). Рисунки и таблицы должны иметь название.

Статья должна иметь не более 5-6 авторов (остальных, принимающих участие в работе, можно указать в сноске). **По каждому из авторов должны быть приложены подробные сведения (Ф.И.О., должность, ученая степень, ученое звание, место работы, почтовый адрес, телефон, e-mail, фото для публикации в журнале).**

Статья должна в обязательном порядке иметь аннотацию, ключевые слова (на русском и узбекском (латиница)) и библиографический список.

Аннотация к статье (в соответствии с требованиями международных баз данных) должна достаточно полно раскрывать ее содержание и иметь объем в среднем не менее 10-12 строк (или от 100 до 250 слов).

**Ключевые слова должны содержать в среднем не менее 12-20.**

**Список использованной литературы** статьи должен соответствовать требованиям ГОСТ 7.1-2003 (и его более поздней версии 2008 г.) и иметь в среднем 7-10 источников (из них не более 25 % - на собственные работы), с обязательным включением источников позднее 2000 г., и содержать следующие сведения:

- при ссылке на журнальную статью - фамилию и инициалы автора, полное название журнала, год издания, том, номер, страницы начала и конца статьи;

- при ссылке на книгу - фамилию и инициалы автора, название произведения, место издания, издательство (для иностранного источника достаточно указать город), год издания, общее число страниц в книге;

- при ссылке на статью в сборнике - название сборника, номер выпуска (или тома), место издания, издательство (или издающая организация), страницы начала и конца статьи;

- для интернет-ссылок - название ресурса и публикации, режим доступа.

Номер литературной ссылки дается в квадратных скобках в соответствующем месте текста.

При пересылке статьи по e-mail текстовая часть статьи должна быть записана в файл в формате текстового редактора Word для Windows, **Рисунки необходимо записывать в виде отдельных графических файлов** в формате JPEG, TIF, EPS или PSD с достаточным разрешением (не ниже 300 dpi при масштабе 1:1).

Таблицы в статье должны иметь название, ссылка на таблицу указывается в круглых скобках в соответствующем месте текста.

Рисунки к статье должны быть четкими, пригодными для компьютерного воспроизведения. Не следует перегружать их второстепенными данными, не имеющими прямого отношения к тексту статьи. Цветные фотографии желательно сопровождать подписями.

Необходимо единицы измерения и обозначения давать в Международной системе единиц СИ.

**Несоответствие материалов статьи вышеописанным требованиям может послужить поводом для отказа в публикации.**

**Оформление текста статьи:**

**Стиль заголовков:**

Шрифт набора "Arial", 18 кегль, заглавными, по левому краю, без переносов, полужирный;

Выше названия статьи (через 1 интервал), в правом углу - фамилия и инициалы авторов, 8 кегль, обычный; Индекс УДК - в левом углу; Под названием статьи - фамилия и инициалы авторов - полужирным; место работы, должность научное звание, название организации, 8 кегль, обычный.

**Стиль аннотаций:**

Шрифт набора "Times New Roman", 10 кегль, курсив;

Расположение ниже названия статьи (через 1 интервал).

**Стиль опорных слов:**

Шрифт набора "Times New Roman", 10 кегль, курсив; Слова "Опорные слова" - полужирным.

Расположение ниже аннотации.

**Стиль основного текста:**

Шрифт набора "Times New Roman", 10 кегль, обычный;

межстрочный интервал - одинарный;

абзацный отступ - 0,5 см;

запрет висячих строк;

Поля страницы: левое, - 3 см; верхнее, нижнее, правое - 2 см.

**Стиль таблиц:**

Название таблицы - шрифт набора "Arial", 8 кегль, полужирный, по центру.

Шрифт набора текста таблицы "Times New Roman", 8 кегль, обычный.

**Стиль набора формул:**

Написание формул и специальных символов исключительно в редакторе "Microsoft Equation-3". Формулы располагаются по центру.

**Иллюстрации:**

Иллюстрации должны быть четкими (желательно цветными), готовыми к печати, вставлены в текст и приложены в отдельных файлах формата GIF, BMP, JPEG;

**Контактная информация** приводится Ф.И.О. авторов, e-mail, место работы, почтовый адрес и контактный номер телефона в конце статьи в обязательном порядке.

**Библиографический список (список литературы):**

Стиль списка - шрифт набора "Arial", 8 кегль, курсив. Слова "Библиографический список" (Библиографик рўйхат) - полужирным.



# КВАРЦЕВЫЙ ПЕСОК

Лабораторными и полупромышленными испытаниями установлена пригодность кварцевых песков в качестве:

- ✓ формовочного материала при производстве мелкого и среднего стального и чугунного литья;
- ✓ сырья для изделий тонкой строительной керамики и высоковольтного электро-технического фарфора;
- ✓ сырья для производства оконного и бутылочного стекла;
- ✓ заправочного материала для электропечей.



**НГМК**

Центральное рудоуправление

тел: (8 436) 577 03 52, факс (8 436) 577 20 20

 **Epiroc**

Часть группы Atlas Copco

ГОТОВЫ создавать будущее.

