

O'zbekiston

KONCHILIK XABARNOMASI

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQUARISH JURNALI

ISSN 2181-7383

2

№ 73

Aprel - Iyun 2018

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

Ta'sischi:

"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:

Ganieva E.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., Rakishov B.R. (Kazakhstan), Sayyidkossimov S.S., Sagdieva M.G., Sanakulov K.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
Tel.: 8 (436) 227-71-14, +99893 521-78-35

E-mail: YuD.Norov@ngmk.uz, E.Ganieva@cru.ngmk.uz

Sayt: <http://www.ngmk.uz>

Muqova, dizayn, kompyuter saxifasi:

Ganieva E.Yu., Umarov I.A.

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

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

Norov Yu.D.

Chop qilindi:

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

Nashr etishga 30.06.2018 y. imzolandi

A3 formatda. Adadi 250 nusxa

© O'zbekiston konchilik xabarnomasi 2018

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

Учредители:

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

Ганиева Е.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), Сайидкосимов С.С., Сагдиева М.Г., Санакулов К.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 рег. № 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. Навоий, ул. Навоий 27,
НГМК
Тел. 8 (436) 227-71-14, +99893 521-78-35

E-mail: YuD.Norov@ngmk.uz, E.Ganieva@cru.ngmk.uz

Сайт: <http://www.ngmk.uz>

Обложка, дизайн, компьютерная вёрстка:

Ганиева Е.Ю., Умаров И.А.

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

Ответственный за публикацию и обновление электронной формы журнала:

Норов Ю.Д.

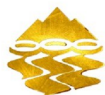
Отпечатано:

в типографии НГМК
210100, г. Навоий, ул. Южная, 25
Тел. 8 (436) 227-75-56, 8 (436) 227-80-19

Подписано в печать 30.06.2018 г.

Формат А3. Тираж 250 экз.

© Горный вестник Узбекистана 2018



TABRIK/ XALQARO KONFERENCIYA ПРИВЕТСТВИЕ / МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Санакулов К.С. генеральный директор, д.т.н., профессор, Герой Узбекистана, Сенатор	2
Турабджанов С.М. д.т.н., профессор, ректор Ташкентского государственного технического университета	3
Охотин А.Л. Профессор, Президент Международного союза маркшейдеров	4

MARKSHEYDERLIK ISHI МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО

Низаметдинов Ф.К. Состояние и перспективы развития маркшейдерского дела и геомеханики в Казахстане.....	5
Нурпеисова М.Б., Омиржанова Ж.Т., Картбаева К.Т. Геодезические наблюдения на Алматинском геодинамическом полигоне.....	8
Сайидкосимов С.С., Абдуазизов А.А., Тен Ю.Ч. О развитии национально-референсной системы координат. Кшановская А.В., Охотин А.Л. Мобильное лазерное сканирование при помощи ручного лазерного сканера ZEB-1	11
Охунов Ш.Р. Решение маркшейдерских задач с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) при открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых.....	16
Токин А.А. Деформационный мониторинг на основе лазерных сканирующих систем по сети наблюдательных станций рудника «ГЛУБОКИЙ» ОАО «ППГХО»	21
Токин А.А. Дешифрирование техногенных и природных объектов по данным ДЗЗ.....	25
Аралов М.М., Бозоров М.М., Ибрагимов Ё.Н. Ер юзасидаги объектларни лазерли сканерларидан фойдаланиб сўмка қилиш тамойиллари.....	28
Рубан О.В. Автоматическая система мониторинга состояния гидротехнических сооружений	30

GEOTEXNOLOGIYA / GEOTEKHOLOGIYA

Камолов Ш.А., Равшанов А.Ф., Исмаилов Ж.Б. Процесс деформирования горной породы при взрыве удлиненного комбинированного заряда промышленных взрывчатых веществ.....	34
Каримов Ё.Л., Якубов С.И., Аликулов Г.Н., Латипов З.Ё. Геодинамические активные зоны Тубегатанского месторождения калийных солей	40
Курбанов А.А., Нурматов Ж.Т., Тошимов Б.Н. Перспективы развития и использования базальтовых сырьевых ресурсов Узбекистана.....	44

GEOLOGIYA / GEOLOGIYA

Исаходжаев Б.А., Тангиров А.И., Урунов Б.Н. Региональные особенности структур гор Букантау и размещения благородно-металлического оруденения	49
Абдурахманов Б.М. Особенности гидрогеологических и горнотехнических условий, их роль в развитии инженерно-геологических процессов при освоении месторождения Хандиза.....	55

GEOMEKANIKA / GEOMEKANIKA

Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Долгоносков В.Н. Геомеханические исследования состояния прибортовых массивов на карьерах.....	60
Низамова А.Т. Анализ развития деформаций земной	

поверхности при подземной разработке месторождений Зармитанской золоторудной зоны.....	63
--	----

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI НАУЧНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Турабджанов С.М., Кадиров Б.М., Кадиров Х.И. Изучение синергетической эффективности аминокротонла и органофосфонатов при ингибировании коррозии	66
Артиков А.А., Носирова Ш.Н., Холиков М.М. Новшество в математическом моделировании и расчете процесса флотации золотосодержащих руд	69
Абдуазизов Н.А., Шукуров А.Р. Исследование причины износа погружных насосов при эксплуатации подземного выщелачивания урана.....	74
Норхуждаев Ф.Р., Норхуждаева Р.Ф. Исследование теплофизических процессов при создании металлических слоистых композиций.....	77
Нурматов Ж.Т., Курбанов А.А., Тураев А.С., Турдиева О.Д. Теоретическое обоснование осаждения пыли в пылеосадочной камере при фильтрации газа через базальтовый фильтр.....	83
Бакиров А.Б., Райханова Г.Е. Айдаркуль – мощный концентратор и аккумулятор солнечной энергии.....	88

BOYITISH VA METALLURGIYA ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Юсупходжаев А.А., Худояров С.Р., Ниязов А.А., Каримжонов Б.Р. Технологические параметры процесса получения металлизированных железных концентратов из бедного сырья.....	91
Бахронов Х.Ш., Туйбойов О.В. Исследование адсорбционной очистки обжигового газа от треокиси мышьяка.....	95
Мирзакулов Х.Ч., Тожиев Р.Р., Бобокулова О.С. Технология комплексной переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес на хлористый магний.....	100

ELEKTROENERGETIKA / ELEKTROENERGETIKA

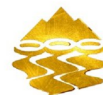
Муратов Х.М., Каршибаев А.И. Предпосылки к внедрению системы энергетического менеджмента на предприятиях Навоийского Горно-металлургического комбината ...	104
Муратов Х.М., Каршибаев А.И., Анализ режимов расхода электроэнергии машин и механизмов карьера «Мурунтау».....	108
Salimov K.V., Idieva A.A., Nazarova F.S. Determination of specific norms of electricity expenditure of mining and metallurgical industry.....	111

YUBILEY / YUBILEY

Фарманов Александр Касымович 60 лет	113
Болиев Нуриддин Игамбердиевич 60 лет	115

REKLAMA / РЕКЛАМА

На обложке:	
«Normet international LTD»	
«Кварцевый песок»	
«Epiroc»	



К.С. САНАКУЛОВ
генеральный директор
ГП «Навоийский горно-
металлургический комбинат»,
д.т.н., профессор.



Уважаемые гости и участники конференции!
Дорогие коллеги!

Искренне поздравляю вас с открытием актуальной и отвечающей требованиям времени Международной конференции на тему: «Современные проблемы и перспективы совершенствования рационального и безопасного недропользования»!

Участие в ней ведущих ученых-маркшейдеров, членов Международного союза маркшейдеров (ISM) стало свидетельством большого интереса международной научной общественности к важнейшим вопросам инновационного подхода к рациональному и безопасному недропользованию в Узбекистане. Данная конференция — это прекрасная возможность для открытого диалога, обмена мнениями, опытом и знаниями.

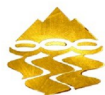
Эта конференция примечательна и тем, что проходит в объявленный в Узбекистане Год поддержки активного предпринимательства, инновационных идей и технологий, программа которого стала мощным импульсом для дальнейшего экономического развития страны.

Надеюсь, что нынешняя научная конференция даст возможность молодым учёным и одарённым студентам ближе познакомиться со славными традициями научной школы горняков Узбекистана, а также с современными тенденциями развития международной науки о недропользовании. Бережно и внимательно изучая богатый опыт известных учёных и традиции международных научных школ, мы сможем лучше понимать настоящее и уверенно строить будущее в области рационального использования ресурсов недр.

Надеюсь, что тесная связь с Международным союзом маркшейдеров сделает данную конференцию ещё привлекательней, и она станет традиционной для научной общественности стран с развитой горнодобывающей отраслью.

Уверен, что выступления участников будут интересными не только с профессиональной точки зрения, но и актуальными для практической деятельности.

Желаю всем участникам конференции интересных дискуссий, ярких выступлений и приобретения ценного опыта!



С.М. ТУРАБДЖАНОВ
ректор Ташкентского
государственного технического
университета имени И. Каримова,
д.х.н., профессор

Уважаемые участники Международной конференции «Современные проблемы и перспективы развития рационального и безопасного недропользования»!

От имени коллектива Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова и от себя лично приветствую вас и поздравляю с открытием Международного научного форума с участием членов Президиума ISM.

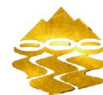
Проведение данной конференции - это проявление внимательного и бережного отношения к истории, настоящему и будущему горной науки. Это не только дань памяти научному наследию всемирно признанных учёных-горняков и маркшейдеров, но и новый шаг на пути понимания значимости рационального и безопасного недропользования.

Надеюсь, что дискуссии на конференции помогут лучшему осмыслению роли обсуждаемых проблем в реализации программы активного предпринимательства, инновационных идей и технологий.

Понимая всё это, мы должны стремиться довести до молодого поколения эти понятия, чтобы и они осознали себя участниками научно-технического прогресса в области недропользования. Самое главное - не останавливаться на достигнутом, и продолжать исследования недр с их сложностями, величием и непредсказуемостью.

Считаю, что участие в работе конференции известных ученых - членов Международного союза маркшейдеров (ISM) - это признание достижений научной школы Узбекистана.

Желаю всем участникам конференции плодотворной работы, интересных открытий, полезных встреч, новых идей и удачи в достижении целей.



А.Л. ОХОТИН
Президент Международного союза
маркшейдеров, д.т.н.,
профессор



Уважаемые участники конференции!
Дорогие друзья и коллеги!

Искренне рад приветствовать всех вас от имени Президиума Международного союза маркшейдеров (ISM) и делегации вузов Российской Федерации.

ISM – это международное сообщество маркшейдеров по продвижению передовых идей и технологий, а также исследованию научно-производственного опыта стран с развитой горнодобывающей промышленностью. ISM в рамках Всемирного горного конгресса (WMC) интегрирован в ЮНЕСКО.

Местом проведения очередного заседания Президиума ISM не случайно выбран г.Ташкент. Это признание достижений маркшейдерской научной школы в международном масштабе и подтверждение высокого уровня маркшейдерской науки и практики в Узбекистане.

Заседание Президиума Конгресса ISM на площадках международной конференции «Современные проблемы и перспективы совершенствования рационального и безопасного недропользования» служит местом для менеджмента работы ISM, обмена опытом и знаниями в области маркшейдерского обеспечения рационального и безопасного недропользования.

Конференция, выполняя свою миссию, будет служить популяризации научных ценностей, богатейших традиций признанных школ и, тем самым, внесёт достойный вклад в инновационное развитие горной науки и практики.

Искренне надеюсь, что насыщенная программа конференции, творческая атмосфера и интересные дискуссии позволят вам найти новые решения, определить перспективы развития и дальнейшего совершенствования знаний в области рационального недропользования.

Желаю успехов в работе конференции, в поиске путей сохранения всего лучшего, что мы имеем.



СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА И ГЕОМЕХАНИКИ В КАЗАХСТАНЕ



Низаметдинов Ф.К.
профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия»,
Карагандинского ГТУ, д. т. н.

Maqolada Qozog'iston Respublikasi konchilik korxonalaridagi geodezik Ishlarning holati, geodezistlar va geotexnik personalni tayyorlash hamda qayta tayyorlash sifati tahlil qilinishi ilangan. "Geotexnika, kon-metallurgiya kompleksidagi innovatsion texnologiyalar" mutaxassisligi bo'yicha profil magistrlarni tayyorlashga qaratilgan yangi ta'lim dasturini ishlab chiqish va amalga joriy etishga alohida e'tibor qaratilgan.

Tayanch iboralar: *geomexanika, marksheyderli kishi, innovatsion texnologiyalar, konchilik sanoati, magistratura, geotexnika, GIT, skaner, GPS.*

The article examines the state of surveying services of mining enterprises in the republic and the quality of preparation of mine surveyors and geotechnical personnel. Particular attention is paid to the development and implementation of a new educational program in the profile magistracy: Innovative technologies in the mining and metallurgical complex. Geotechnics».

Key words: *geomechanics, surveying, innovative technologies, mining industry, magistracy, geotechnics, GIS, scanner, GPS.*

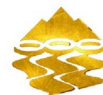
Современный этап развития горнодобывающей промышленности в Республике Казахстан характеризуется техническим перевооружением и увеличением мощностей предприятий, более сложными горно-геологическими условиями эксплуатации месторождений и внедрением инновационных технологий. Одновременно с этим, в маркшейдерии произошли глобальные перемены, связанные с внедрением информационных технологий, новейшего электронного и сканирующего лазерного оборудования и спутниковых технологий. Расширился круг решаемых маркшейдерских вопросов за счет задач геомеханики, которые являются неотъемлемой частью маркшейдерского дела. Для решения новых задач потребуется интеграция маркшейдерской общественности - ученых и практиков с целью определения стратегических направлений развития.

Важным этапом в этом направлении стало создание общественного объединения «Союз маркшейдеров» (октябрь 2011 г.) на базе Карагандинского государственного технического университета (Кар ГТУ).

Целью Союза является объединение усилий маркшейдеров для совместного решения профессиональных задач и содействия повышению эффективности

использования природных ресурсов, охраны недр и окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых на основе инновационных достижений и строгого соблюдения национальных интересов и законодательства о недрах Республики Казахстан.

В маркшейдерских отделах горнодобывающих предприятий Казахстана работают свыше 1000 маркшейдеров и маркшейдерских рабочих. В крупных маркшейдерских службах, таких как ТОО «Корпорация Казахмыс» работают 256 человек, АО «ССГПО» - 114 человек, угольный департамент АО «АрселорМиттал Темиртау» - 71 человек, в средних: ТОО «Алтынтау Кокшетау» - 15 человек, РУ «Казмарганец» - 17 человек, АО «Шубарколькомир» - 20 человек, АО «Жайремский ГОК» - 10 человек, остальные предприятия имеют до 5-6 человек. Все они имеют базовое образование по специальности «Маркшейдерское дело» как по пятилетней программе подготовки, так и четырехлетней в рамках специальности «Горное дело». Перечисленные выше маркшейдерские службы оснащены современным оборудованием: электронными тахеометрами, цифровыми нивелирами, глобальными спутниковыми системами



(GPS), лазерными рулетками, отдельные имеют 3D сканеры и геоинформационные системы SURPAC, AutoCAD, GEMS, DATAMINE, MACROMINE. Наличие современного оборудования позволяет маркшейдерской службе вести на качественно новом уровне полевые и камеральные работы с изготовлением планов и разрезов в цифровом виде. Некоторое отставание оснащенности электронными приборами (тахеометрами) наблюдалось на Карагандинских угольных шахтах (АО «АрселорМиттал Темиртау»), связанное с наличием безопасного их исполнения. Однако в 2017 г. данная проблема решена в связи с серийным выпуском электронных тахеометров во взрывобезопасном исполнении и приобретением их для маркшейдерских служб угольных шахт.

Несмотря на имеющиеся успехи маркшейдерских служб, следует обратить внимание на существующие на производстве проблемные вопросы, связанные с творческой переработкой нормативно-правовой базы на основе появившихся новых приборов и инновационных технологий измерений. Это касается, в первую очередь, принятия в новой редакции проектов «Положение о маркшейдерской службе», «Инструкции по производству маркшейдерских работ» и «Правила по обеспечению устойчивости бортов карьеров и угольных разрезов». Назрел вопрос о создании новой номенклатуры обеспеченности инструментами маркшейдерских служб горнодобывающих предприятий, обязывающей руководителей предприятий приобретать соответствующую измерительную технику. К тому же, необходимо наделить маркшейдерские службы полномочиями по осуществлению контрольных функций за рациональным использованием недр.

Внедрение в маркшейдерско-геодезическую практику новых электронных приборов потребовало и еще потребует открытия на территории республики нескольких Центров по их сервисному обслуживанию с выдачей соответствующих сертификатов. В настоящее время имеется сервисный Центр при фирме «LeicaGeosystems Казахстан» (г. Алматы). Думаю, такой Центр следует открыть и в г. Караганде на базе Кар ГТУ (или Союзе маркшейдеров). Предстоит серьезная работа с заводами-изготовителями и фирмами по продаже приборов для поставки оборудования по сервисному обслуживанию.

Для быстрого распространения лазерных сканирующих технологий в маркшейдерско-геодезическую практику при обеспечении горного дела, строительства и землеустройства потребуются создание ряда Центров по оперативному использованию лазерных технологий. Один из них создан в Караганде при активном участии ОО «Союз маркшейдеров» и фирмы «LeicaGeosystems маркшейдерии Казахстана» на базе кафедры МДиГ, Кар ГТУ - «Центр лазерного геосканирования». Развитие аэро- и космических технологий дистанционного зондирования земли, думаю, потребует открытия при кафедре специализированной лаборатории «Аэрокосмическое

зондирование Земли» с привлечением фирм «Алтамира» (Италия и Испания) и Российской компании «Совзонд».

Обработка исходной и текущей информации, а также планирование горных работ на предприятиях осуществляется с использованием программных продуктов SURPAC, AutoCAD, DATAMINE, GEMCOM, MACROMAIN и других, что требует использования компьютеров с достаточно мощными характеристиками и повышения квалификации маркшейдеров и геодезистов. Возникла острая необходимость в создании Центров повышения квалификации маркшейдеров и геодезистов, желательно при активном и оперативном участии Союза маркшейдеров на базе Кар ГТУ (г. Караганда) и Каз НИТУ (г. Алматы). Программа проведения занятий в этих центрах подготовлена и разослана маркшейдерским службам горнодобывающих предприятий, составлен график проведения занятий, утверждена тематика этих курсов, которая направлена на изучение парка современных электронных приборов и инновационных технологий измерений, а также геоинформационных систем в горно-маркшейдерском деле и геодезии. Кроме того, на этих курсах предусматривается изучение специальных вопросов геомеханических исследований по обоснованию параметров бортов карьеров и систем разработки месторождений полезных ископаемых с разработкой мероприятий по повышению их устойчивости за счет внедрения технологических схем затокоски, а также инструментального контроля за их состоянием. Подготовлена первая редакция «Инструкции по производству маркшейдерских работ», «Правила по обеспечению устойчивости откосов уступов и бортов карьеров и отвалов», которые должны пройти обсуждение на предприятиях, а затем должны быть утверждены в органах департамента.

Всем нам известно, что подготовкой маркшейдерских кадров в Казахстане полноценно занимаются две кафедры маркшейдерского дела и геодезии при Кар ГТУ (г. Караганда) и Каз НИТУ (г. Алматы), которые имеют определенные исторические традиции, богатый опыт подготовки специалистов, современную материально-техническую базу и высококвалифицированный кадровый потенциал. Вузы ежегодно выпускают маркшейдеров и геодезистов от 50 до 100 человек. Начата подготовка специалистов через профильную магистратуру «Геотехники» (а сейчас и более «Геомеханики»). Качество подготовки маркшейдеров обеспечивается наличием современных приборов швейцарского производства: электронных тахеометров и нивелиров, 3D сканеров, глобальных спутниковых систем (GPS), а также программных продуктов CREDO, LISCAT, GEMCOM, CAMAPA, MACROMAIN. Имеются компьютерные классы и научно-исследовательские лаборатории, позволяющие выполнять хозяйственные работы и госбюджетные темы на проведение научных исследований в области геодезии, маркшейдерии и геомеханики. Реальными заказчиками являются крупные горнодобывающие



предприятия: АО «ССГПО», АО «Шубарколькомир», ТОО «Алтынтау Кокшетау», АО «Жайремский ГОК», АО «УД МиталлСтил Темиртау», ТОО «Оркен» и др., а также министерство образования и науки РК.

На предприятиях созданы филиалы кафедр для повышения качества подготовки и тесной связи с предприятиями для прохождения студентами производственных практик на рабочих местах. Разработаны учебно-методические комплексы по всем читаемым дисциплинам, изданы монографии, учебники, учебные пособия, готовятся электронные учебники, слайд- и видео-лекции.

Несмотря на это, в подготовке маркшейдерских и геодезических кадров, имеются проблемные вопросы:

- включение в номенклатуру специальностей бакалавриата: специальность «Маркшейдерское дело» (объективная предпосылка к этому есть, так как в существующем классификаторе имеется магистратура и PhD докторантура);
- обеспечение передовой техникой и технологиями маркшейдерско-геодезического направления;
- прохождение студентами производственных и преддипломных практик на рабочих местах;
- согласование и утверждение инструкций по производству маркшейдерских работ и правил по геомеханическому обеспечению ведения горных работ;
- прохождение преподавателями кафедр стажировок на горнодобывающих предприятиях и повышение квалификации в передовых вузах республики, ближнего и дальнего зарубежья.

Масштабы современного горнодобывающего производства и их более 50 средних и крупных месторождений требуют углубленного изучения и постоянного инструментального контроля (мониторинга) за происходящими в горном массиве геомеханическими процессами, вызванными нарушением равновесия в земной коре.

В процессе разработки месторождений полезных ископаемых особое внимание должно уделяться безопасной и рациональной разработке месторождений полезных ископаемых.

Это связано, в первую очередь, с подготовкой специалистов-геотехников, отвечающих за правильную геомеханическую оценку состояния горного массива, во-вторых, внедрением прогрессивных технологических решений при добыче полезных ископаемых, и, в-третьих, использованием автоматизированных систем управления производственным процессом добычи.

Для этого разработана новая образовательная программа в профильной магистратуре «Инновационные технологии в горно-металлургическом комплексе: геотехника», включающая современные дисциплины, направленные на изучение физических процессов, происходящих в земной коре, механики горных пород, геомеханическое сопровождение ведения горных работ при открытой и подземной разработке с мониторингом, организация научных исследований, геотехни-

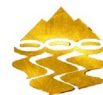
формационные системы в горном деле, управление устойчивостью массива, рекомендации и аудит.

Модульные программы и рабочие учебные планы согласованы с ведущими высшими учебными (научными) университетами (институтами) мира: Мичиганским технологическим университетом (США), Технологическим университетом Клаусталь и Высшей школой прикладных наук им. Бойта (Германия), Высшей горной школой – Техническим университетом Острава (Чехия), Институтом горного дела (ИГД) им. Чинакала СО РАН (Россия, Новосибирск).

Центром подготовки уникальных специалистов-геотехников стал Карагандинский государственный технический университет на базе кафедр «Маркшейдерское дело и геодезия (МДиГ) имени чл.корр. НАН РК И.И. Попова» и «Разработка месторождений полезных ископаемых (РМПИ) имени академика НАН РК А.С. Сагинова», признанных научных школ в области геомеханики, маркшейдерии и горного дела. Этот факт позволил успешно осуществить плановый набор в профильную магистратуру на образовательную программу «Геотехника» в течение 2 лет, начиная с 2006 г., в количестве 50-60 человек. Уникальность набора заключается в поступлении соискателей (2/3), в основном инженерно-технических работников крупных горнодобывающих предприятий Казахстана, таких как ТОО «Корпорация Казахмыс», АО «АрселорМиттал Темиртау», АО «ССГПО», АО «Шубарколькомир», ТОО «Алтынтау-Кокшетау», АО «АК Алтыналмас», АО «Алтайполиметалл» и др.

Чтение лекций осуществляли ведущие профессора кафедр МДиГ и РМПИ (Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Долгонос В.Н., Сабденбекулы У., Элиманов К.К., Исабек Т.К., Демин В.Ф.), которые прошли повышение квалификации в ведущих мировых вузах и институтах. За время обучения магистранты прослушали курсы лекционных и практических занятий по инновационным технологиям мониторинга состояния объектов строительного и горного производства. Посещены научные лаборатории, изучены новые лазерно-цифровые приборы и технологии, методы определения физико-механических свойств горных пород и оценка устойчивости состояния горного массива.

Кроме этого, в обучении магистрантов принимали участие зарубежные ученые в рамках подписанных соглашений, такие как Левин Е. (США), Резник Б.Е. (Германия), Барышников В.Д. и Мансуров В.А. (Россия), которые оказывали консультационные услуги по созданию и экспертизе модульной образовательной программы организации учебного процесса, а также прочитали специализированные курсы лекций в области контроля состояния знаний и сооружений на основе использования деформационных датчиков, фотограмметрических измерений с помощью компьютерного зрения, современных методов



экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород и геомеханического мониторинга процессов в массиве горных пород.

Для закрепления полученных теоретических знаний и изучения новых в области исследования состояния горного массива магистранты прошли десятидневную стажировку в научно-исследовательских институтах зарубежных стран Германии и России, а также в республике.

Магистрантами совместно с научными руководителями выбраны интересные темы магистерских диссертаций, направленные на геомеханические исследования состояния бортов карьеров и горного массива рудников, ведущих разработку

месторождений полезных ископаемых на горнодобывающих предприятиях Казахстана.

В январе 2018 г. осуществлен первый выпуск магистров наук техники и технологий в количестве 35 человек.

Защита магистерских проектов показала повышенную успеваемость 92 % (А-) и тесную связь выпускников с горнодобывающими предприятиями. Своевременность подготовки специалистов-геотехников (геомехаников) по программе ГПИИР - 2 связана с открытием на таких горных предприятиях как ТОО «Корпарация Казахмыс», АО «АрселорМиттал Темиртау», АО «Жайремский ГОК», АО «Алтынтау Кокшетау», АО «ССГПО» и др. геотехнических служб.

УДК 528.3

© Нурпеисова М.Б., Омиржанова Ж.Т., Картбаева К.Т. 2018 г.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА АЛМАТИНСКОМ ГЕОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ



Нурпеисова М.Б.
профессор
Казахского
национального
исследовательского
технического
университета им.
К.И. Сатпаева, докт.
техн. наук



Омиржанова Ж.Т.
профессор
Казахского
национального
исследовательского
технического
университета им.
К.И. Сатпаева,
канд. техн. наук



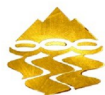
Картбаева К.Т.
магистр
академических наук
Казахского
национального
исследовательского
технического
университета им. К.И.
Сатпаева, PhD доктор

Maqolada zamonaviy geodinamika muammolari ko'rilgan bo'lib, Markaziy Osiyo xududidagi yer qobig'ining zamonaviy harakatlari to'grisidagi ma'lumotlar keltirilgan. Shu jumladan, seysmik faol geodinamik hududlardan biri bo'lgan Olatog' oldi zonasi o'rganilgan. Qozog'iston fanlar Akademiyasi seysmologiya instituti va Satpayev universiteti tomonidan zamonaviy asboblardan foydalangan holda natijalar olingan va matematik ishlab chiqilgan. Olmata geodinamik poligonidagi jarayonlarning monitoringini tashkil etish to'grisidagi ma'lumotlar ham o'rganilgan. Mazkur tadqiqotlardan olingan eng muhim natijalar bayon qilingan.

Tayanch iboralar: geodinamika, yer qobig'ining harakati, geodinamik faoliyat, deformatsiya, seysmik faollik, geodinamik poligon, monitoring.

The problem of modern geodynamics is considered. Information on modern movements of the Earth's crust of Central Asia, including the foothills of Alatau, which is an increased seismic active geodynamic region, is given. Information on the organization of monitoring of geodynamic processes in the Almaty geodynamic range (GDP) by the Institute of Seismology of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan and Satbayev University with the use of modern instruments and mathematical processing of their results is presented. The most significant results obtained by these studies are presented.

Key words: geodynamics, earth's crust movement, geodynamic activity, deformation, seismic activity, geodynamic polygon, monitoring.



Имя Вахаба Рахимовича Рахимова - Заслуженного деятеля науки Узбекистана, доктора технических наук, академика, неустомимого исследователя недр, широко известно и популярно среди геологов, горняков-геомехаников и геодезистов. Оценивая роль и переосмысливая его вклад в развитие основ изучения геомеханических и геодинамических процессов происходящих в недрах Земли, можно с уверенностью сказать, что многие его идеи актуальны и сегодня. Предложенная В.Р.Рахимовым методология определения нетектонических подвижек скальных блоков геодезическими способами в настоящее время поднята на новый уровень с применением ГИС и дистанционного зондирования Земли.

Регион Центральная Азия (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан) имеет сложный контрастный рельеф и очень интересен для изучения внутриконтинентальной геодинамики. Активные современные геодинамические процессы, связанные с продолжающимся горообразованием на значительной части территории Азии, обуславливают высокую сейсмичность этого региона.

Следствия повышенной геодинамической активности выражены в частом возникновении в Центральной Азии природных явлений, таких как землетрясения, наводнения, оползни, прорывы ледниковых озер, сели, засухи и др. Происходящие природные и природно-техногенные бедствия влекут за собой гибель людей, материальные и экономические потери, создают экологические проблемы, и имеют сильное негативное воздействие на устойчивое развитие и благосостояние общества в Центральной Азии.

Среди потенциально опасных стихийных бед-

ствий для Казахстана, по данным Агентства по чрезвычайным ситуациям РК, землетрясения занимают первое место. Угрозе разрушительных землетрясений постоянно подвержены Алматинская, Восточно-Казахстанская, Жамбылская, Южно-Казахстанская области и город Алматы. Земная кора Тянь-Шаня, у северного подножия которого находится город Алматы, является одной из наиболее сейсмоопасных во всей Центральной Азии [1-3].

Вероятность возникновения деформаций земной поверхности для крупных мегаполисов, каковым является Алматы, достаточно велика. Территория горного обрамления г.Алматы представляет собой не только наиболее густонаселенную область в Казахстане, но и более всего подверженную многочисленным рискам природных катастроф (землетрясения, оползни, паводки и сели).

Деформации могут быть вызваны как техногенными, так и вполне естественными факторами: давлением на грунт зданий и сооружений, масштабным многоэтажным строительством, интенсивным освоением подземного пространства, нарастанием транспортных потоков и пр. Данные проблемы и трудности устраняются с помощью геодинамического мониторинга, основная цель которого – получение оперативной информации о происходящих в толще пород и земной поверхности геомеханических процессах и вызываемых ими последствиях, необходимой для своевременного принятия профилактических мер.

Надежную информацию о деформациях массива пород можно получить прямыми геодезическими наблюдениями на геодинамических полигонах. Геодезические наблюдения по прогнозу землетрясений в

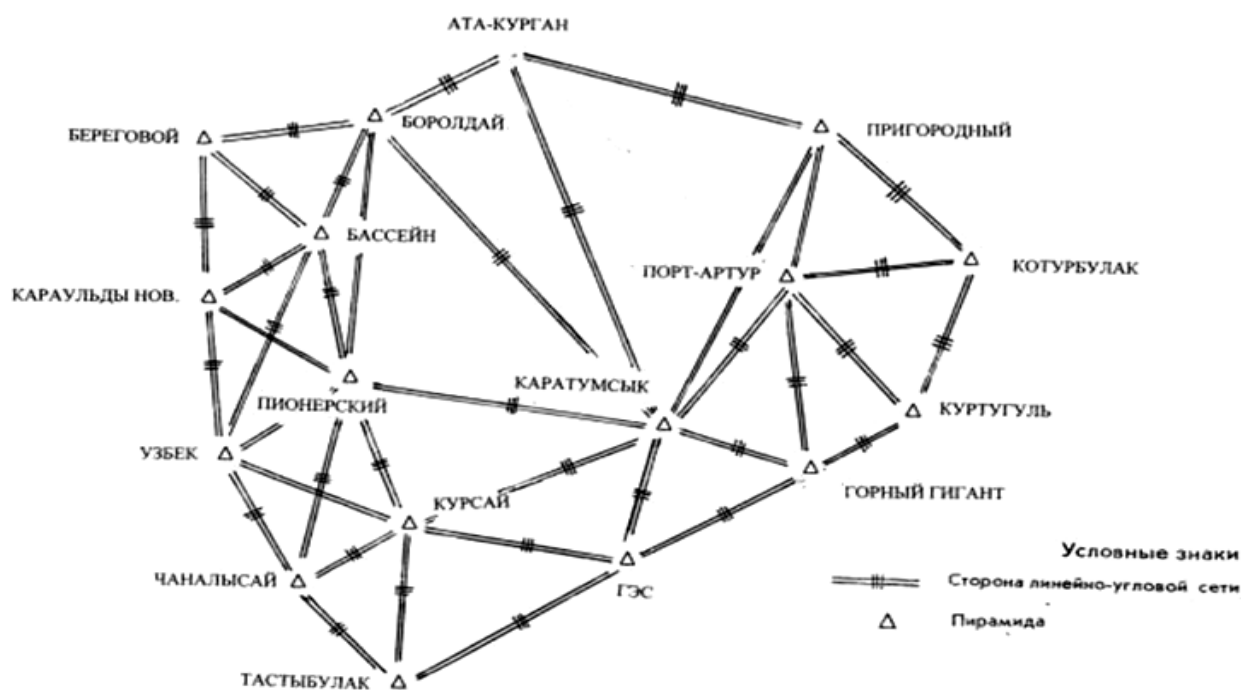


Рис. 1. Линейно-угловая сеть Алматинского ГДП



Казахстане начались со второй половины 70-х годов XX в. созданием экспериментальной базы Алматинского ГДП, территориально совпадающего с городом Алматы [4].

В период с 1967 по 1971 гг. была создана линейно-угловая сеть Алматинского геодинимического полигона по программе 1 класса (рис. 1). Сеть Алматинского ГДП охватывает южную часть Илийской впадины, предгорную наклонную долину, прилавки Заилийского Алатау и характерные тектонические структуры. Два геодезических четырехугольника сети расположены в зоне Верненского (1887 г.) землетрясения [5].

Геодезическая сеть современного города должна отвечать его постоянно растущим потребностям: обеспечивать получение полных и достоверных сведений о состоянии земель, природных объектов, построек, коммуникаций и других элементов городской инфраструктуры. Геодезические сети являются исходной основой не только кадастровых, но и всех топографо-геодезических, проектно-изыскательских и строительных работ на территории города. От их точности и плотности напрямую зависит качество указанных работ. В связи с этим назрела острая необходимость реконструкции геодезической сети города. Реконструкция городской геодезической сети в этом регионе будет первым шагом к обновлению геодинимической сети города Алматы [6].

Итог многолетних исследований сводится к тому, что сейсмическая активность на территории города Алматы остается повышенной, что требует постоянного мониторинга геодезических данных, позволяющих изучать предвестники землетрясений. На полигоне систематически ведутся наблюдения за вертикальными и горизонтальными движениями широким арсеналом средств.

Высокоточные геодезические измерения дают возможность выявить подвижность блоков вблизи разлома, что существенно для оценки геодинимической ситуации изучаемого района. Но геодезические измерения являются дискретными, они не позволяют получить полную картину деформационных процессов во времени. Это можно осуществить только с использованием методики комплексного геодинимического мониторинга (содержание и последовательность основных процедур показаны на рис. 2).

На этой основе поставлена цель, обоснована идея и сформулирована структура мониторинга, проводимого на Алматинском ГДП.

Главной целью мониторинга геодинимики является создание системы быстрого реагирования и раннего оповещения при возникновении любых типов опасности, таких как землетрясения, оползни, гидрометеорологические опасности, или вызванных антропогенным воздействием на окружающую среду. Важным моментом в проведении данных работ будет использование при мониторинге современных приборов и разработка методик математического моделирования геодинимических процессов для прогноза при-



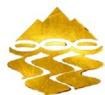
Рис. 2. Блок-схема методики комплексного геодинимического мониторинга

родных и техногенных катастроф [7].

В настоящее время в систему наблюдательных пунктов на Алматинском геодинимическом полигоне наряду с традиционными геодезическими наблюдениями входят и методы спутниковой геодезии. Комбинирование традиционных наземных и спутниковых измерений позволяет достаточно успешно решать задачи определения современных движений земной поверхности (СДЗП). Спутниковые технологии, благодаря своей высокой производительности, позволили с высокой периодичностью получать информацию о деформациях земной поверхности на базах от первых метров до нескольких десятков километров, что было затруднительным при использовании традиционных методик измерений.

Точную информацию о деформациях земной поверхности можно получить прямыми инструментальными измерениями на заложенных пунктах полигона. При исследовании современных движений земной поверхности их вертикальную составляющую получают по результатам повторных высокоточных нивелировок. На Алматинском ГДП нивелирование производилось цифровым лазерным нивелиром фирмы Trimble DiNic штрих-кодовой рейкой. Преимуществом такой системы является простота измерения, отсутствие погрешности считывания и записи, автоматическое вычисление высот во время измерения и регистрации данных [8].

По результатам наблюдений получен график накопления превышений по профильной линии Аксай. По результатам данных повторного нивелирования установлены устойчивые закономерности временного хода изменения превышений. Например, для сильных землетрясений с магнитудой более 5, удаленных от нивелирных профилей не более чем на 200 km, за несколько лет до землетрясения происходит наклон поверхности в северном направлении; за 1-2 года до землетрясения наклон прекращается и меняет знак на обратный. В период нескольких лет перед землетрясением картины изменения превышений по



разным профилям согласованы [9].

Исследование горизонтальных деформаций показало, что они носят блоковый характер и до землетрясений обнаруживают (даже для удаленных землетрясений) горизонтальные сжатия, а после - растяжения. Главные оси сжатия ориентированы в крест разломам, где происходили землетрясения магнитудами от 6,1 до 7,3 баллов. Вертикальные деформации носят колебательный характер, но при этом за несколько лет перед сильными землетрясениями наблюдаются наклоны земной поверхности в меридиональном направлении, которые в течение 1-2 лет могут изменить знак.

Выводы.

Южные окраины Республики Казахстан принадлежат высокосейсмичным районам. Согласно современным тектонофизическим представлениям, складча-

тость зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня сформировалась в условиях субмеридионального сжатия за счет сближения Индостано-Памирской и Евразийской плит. Главным густо заселенным городом, расположенным в этих сейсмоопасных областях, является Алмата - Заилийское Алатау. На территории Казахского ГДП в районе Северного Тянь-Шаня в период наблюдений (до 1990 г.) происходили сильные землетрясения магнитудами от 4 до 7 баллов. В линейно-угловой сети Алматинского ГДП проводятся измерения в нивелирной сети - около 240 km нивелирования I класса. Это позволило на основе анализа графиков скоростей, в том числе и пространственно-временных, а также плановых характеристик (векторов смещений, главных деформаций) выявить ряд закономерных связей деформаций с сейсмичностью.

Библиографический список

1. Мазуров Б.Т., Дорогова И.Е., Дербенев К.В. Горизонтальные движения земной коры вращательного характера, наблюдаемые на геодинимических полигонах // Интерэкспо ГЕО- Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10-20 апреля 2012 г.). - Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. - С. 232-236.
2. Панжин А.А., Мазуров Б.Т., Силаева А.А. Визуализация характеристик деформационных полей по данным геодезических наблюдений // Проблемы недропользования, ИГД УрАН. - Екатеринбург, 2015. - № 3. - С. 13-18.
3. Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Кыргизбаева Г.М. Инновационные методы ведения комплексного мониторинга на геодинимических полигонах. - Алматы: КазНУТУ, 2015.-265 с.
4. Атрущевич П.А., Остроупко П.А. Геодинимические исследования на Алма-Атинском полигоне //Современные движения земной коры. М.: Наука. - 1984. - С.23-28.
5. Серябрякова Л.И. Геодинимические исследования. - М.: «ЦНИИГАиК», 2011. -150 с.
6. Земцова А.В. Геодезические исследования геодинимических процессов.- Алматы: КазНУТУ, 2014.-205 с.
7. Козырев А.А., Панжин В.И., Мальцев В.А. Изменение геодинимического режима геологической среды при крупномасштабном освоении недр. В кн. «Освоение недр и экологические проблемы –взгляд в XXI век».- М.: ИПКОН РАН, 2002.-С.111-120.
8. Nurpeisova M.B, Kyrgyzbaeva G.M., Soltabaeva S., Bek A.A. Innovative methods of geomonitoring - the most effective way of providing industrial safety in mines //16-th International symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production (october 5-7). - Istanbul, 2016. - P. 52-54(EI).
9. Нурпеисова М.Б., Кыргизбаева Г.М., Бек А.А. Мониторинг техногенных систем (монография).- Deutschland: LapLambert, 2016.- 113 с.

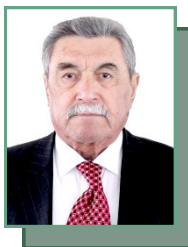
УДК 528.28

© Сайидкосимов С.С., Абдуазизов А.А., Тен Ю.Ч. 2018 г.

О РАЗВИТИИ НАЦИОНАЛЬНО-РЕФЕРЕНЦНОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ



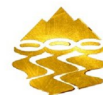
Сайидкосимов С.С.
заведующий кафедрой
«Маркшейдерское дело и
геодезия», Таш ГТУ
им. И. Каримова
к.т.н.



Абдуазизов А.А.
доцент кафедры
«Маркшейдерское дело
и геодезия» Таш ГТУ
им. И. Каримова,
к.г.-м.н.



Тен Ю.Ч.
главный специалист –
геодезист,
«O‘ZGASHKLIT’»



Maqolada iqtisodiyot va jamiyatdagi munosabatlarni zamonaviy rivojlanishini inobatga olgan holda, referens koordinatalar sistemasini tuzish usullari keltirilgan. Koordinatalar sistemasini tuzishning asosini tashkil etuvchisi zamonaviy geodezik va Yer suniy yo'ldoshlari orqali bajariladigan o'lchash vositalaridan foydalanishning xususiyatlari bilan bog'liq texnik sabablar tahlil qilingan. Milliy geodezik koordinatalar sistemasi mamlakat iqtisodiyotining tashkil etuvchi bir qismi sifatida jahondagi iqtisodiy jarayonlarga integratsiyalashgan va undagi tajribani inobatga olgan holda rivojlanishi hamda amalga oshirish zarurligi ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: geodeziya, kartografiya, tayanch punkt, geodezik tarmoq, WGS-84, yo'ldosh tarmoq, referents sistema, suniy yo'ldosh.

The article describes ways of constructing a reference coordinate system taking into account the modern development of the economy and public relations. The technical reasons connected with the specific use of modern means of geodetic and satellite measurements underlying the construction of a coordinate system are indicated. It is shown that the national geodetic coordinate system, as an integral part of the country's economy, should develop in the mainstream of the world integration economic processes and be realized taking into account the accumulated experience.

Key words: geodesy, cartography, strong point, geodetic set, WGS-84, satellite set, referent system, satellite satellites.

Создание высокоэффективной государственной системы геодезического обеспечения территорий РУз, предусматривающей в т.ч. «создание и развитие высокоточной геоцентрической системы координат РУз интегрированной с новой международной земной опорной системой ITRS (International terrestrial reference system) для осуществления геодезических и картографических работ, обеспечения регистрации кадастровых карт в открытой координатной основе...» осуществляется во многих странах мира, причём не только «развитых».

В РУз геодезическая и картографическая деятельность осуществляется на референцной отсчётной основе, представляющей из себя референц-эллипсоид Красовского, который является отсчётной поверхностью системы СК-42 с Государственной геодезической сетью (ГГС) и Государственной высотной основой (ГВО) с Государственной нивелирной сетью (Балтийская система высот 1977 г.).

В результате совместного уравнивания «классических» астрономо-геодезической сети (АГС) 1 и 2 классов и геодезической сети сгущения (ГСС) 3 и 4 классов координаты пунктов ГГС стали существенно точнее и получили координаты СК-95. Однако СК-95 относительно СК-42 получила значительные линейные и угловые смещения, которые в силу различных причин не могут быть выражены в точных и конечных выражениях. Это и является причиной отсутствия конечных формул (элементов) трансформирования между СК-95 и СК-42.

Помимо международных, существуют национальные системы отсчета, называемые в нашей стране референсными. Центры их эллипсоидов часто не совмещены с центром масс Земли. Они устанавливают квазигеоцентрические координаты. Например, в системе координат 1942 г. на референц-эллипсоиде Красовского (СК-42) центр эллипсоида смещен с центра масс Земли более чем на 155 м.

В России без интеграции с западными странами создана система ПЗ-90 (Параметры Земли 1990 г.). Система ПЗ-90 закреплена координатами трех десятков опорных пунктов Космической геодезической сети России, при этом 7 пунктов установлены в Ан-

тарктиде. Погрешность взаимного положения пунктов при расстояниях между ними до 10 000 км менее 30 см. Начало координат совмещено с центром масс Земли с точностью около 1 м (Бойков и др., 1993; Параметры Земли 1990 г.).

Плоские прямоугольные координаты.

В РУз их вычисляют на плоскости в проекции Гаусса-Крюгера, в других странах - в проекции UTM (Universal Transverse Mercator), являющейся разновидностью проекции Гаусса-Крюгера. UTM координаты именуют северным (х) и восточным (у) положениями. Восточное положение центрального меридиана 500 000 м. Северное положение экватора для объектов северного полушария равно 0, а для объектов южного полушария - 10 000 000 м. Используют шестиградусные зоны. Зоны нумеруют с запада на восток числами от 1 до 60, начиная от меридиана 180° з.д. Номер зоны указывают перед восточным положением. Данная система применяется в диапазоне 80° ю.ш. - 84° с.ш. Если обе проекции отнесены к одному эллипсоиду, то соответствующие UTM координаты (по сравнению с координатами Гаусса-Крюгера) уменьшены в 0,9996 раза.

Рассмотрим систему координат СК-42 и международную систему координат WGS-84.

- СК-42 использует датум «Пулково-42», основывающейся на эллипсоиде Красовского, WGS-84 на собственный датум, основывающейся на эллипсоиде близком GRS-80.

- Зоны в UTM начинают нумероваться от обсерватории в Гринвиче, а зоны СК-42 от обсерватории в Пулковке.

- Поверхность цилиндра, используемая для разворота «нарезанного» лепестка шара на плоскость в СК - 42 касается поверхности Земли, а в UTM пересекает на расстоянии 180 км от осевого меридиана (рис. 1).

Поперечную Проекцию Меркатора с параметрами, используемыми в системе СК-42, часто называют проекцией Гаусса-Крюгера.

Таким образом, проекция Гаусса-Крюгера, используемая в отечественной системе координат СК-42 – это частный случай равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Меркатора. То же са-

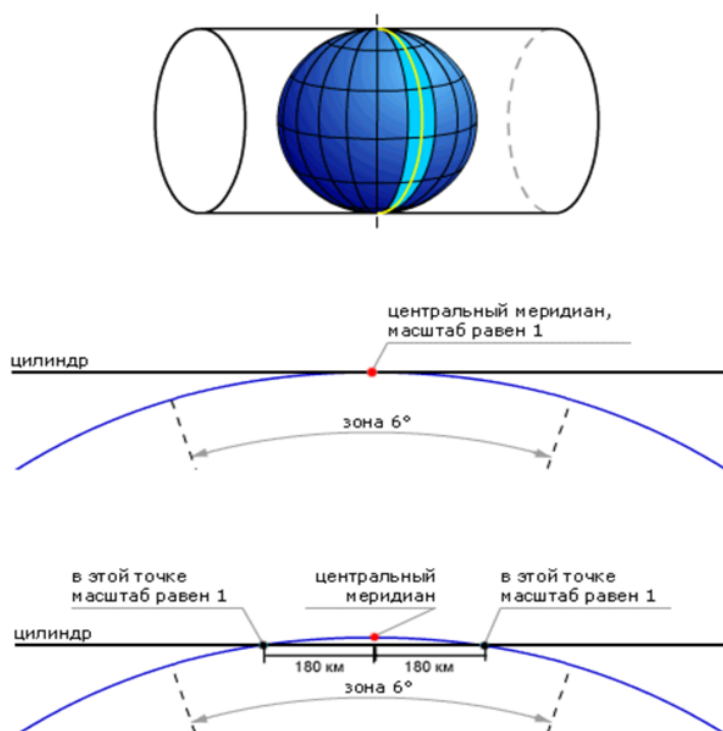
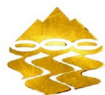


Рис. 1. Сопоставление системы координат СК-42 и WGS-84

про проекцию UTM.

В мире существует только одна полноценная международная геоцентрическая система координат - ITRS, а также Мировая геодезическая система WGS-84 (тоже геоцентрическая), принадлежащая Министерству обороны США, признанная в качестве стандартной несколькими международными организациями. По составу параметров ITRS и WGS-84 практически идентичны, и, конечно же, являются системами геодезических параметров. Но под такими названиями понимаются и входящие в этот состав параметров собственно геоцентрические системы координат.

ITRS (более правильное название «Международная наземная опорная система» (International Terrestrial Reference System) вместе с Международной наземной опорной сетью ITRF (International Terrestrial Reference Frame) созданы, поддерживаются и развиваются Международной ассоциацией геодезии (IAG) - IAG (International Association of Geodesy). При этом ITRF является одновременно и опорной сетью и службой IAG. ITRF развивается и поддерживается вместе и неразрывно с ITRS. ITRS/ITRF признана во всём мире в качестве международной опорной системы для использования в различных фундаментальных и прикладных задачах (физика, астрономия, геодинамика, геодезия и пр.).

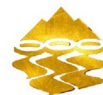
Поддержание и развитие ITRS/ITRF входит в компетенцию и является одной из главных целей деятельности ещё одной службы IAG – Международной службы вращения Земли и опорных систем (MCB3) - IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service). Благодаря совместным международным

действиям, по всему миру построены около 4000 пунктов ITRF (3899 по состоянию на 01 апреля 2010 г.), к которым обеспечен открытый доступ, а их координаты выложены в Интернет. Сеть ITRF является мониторинговой, т.к. координаты пунктов ITRF постоянно уточняются благодаря непрерывным наблюдениям различных измерительных систем. Вывод каждой новой версии ITRF основан на объединении координат и скоростей движения станций ITRF, расположенных по всему миру, полученных по данным наблюдений радиоинтерферометров со сверхдлинной базой (РСДБ) - VLBI (Very Long Baseline Interferometry), лунных лазерных дальнометров (ЛЛД) - LLR (Lunar Laser Ranging), спутниковых лазерных дальнометров (СЛД) - SLR (Satellite laser ranging), GPS (с 1991 г.), доплеровской орбитографической радиопозиционной интегрированной спутниковой системы (ДОРИС) - DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite). Всего до настоящего времени опубликованы 11 версий (реализаций) ITRF, начиная с ITRF88 и заканчивая ITRF2005. Пункты ITRF есть и в России. ITRF является блоковой системой и включает 6 региональных опорных сетей и, соответственно, 6 управляющих ими региональных

подкомиссий IAG, а именно: региональная подкомиссия по Европе - EUREF (SC1.3a Regional Reference Frame Sub-Commission for Europe), региональная подкомиссия по Южной и Центральной Америке - SIRGAS (Sistema de Referencia Geocentrico para Las Americas - исп., SC1.3b South and Central America), региональная подкомиссия по Северной Америке - NAREF (SC1.3c North America), региональная подкомиссия по Африке - AFREF (SC1.3d Africa), региональная подкомиссия по Азиатско-Тихоокеанскому региону - SC1.3e Asia-Pacific, региональная подкомиссия по Антарктике - SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research, SC1.3f Antarctica). Указанные региональные подкомиссии входят в Подкомиссию IAG по региональным опорным сетям SC1.3, созданную в 1987 году решением Генеральной Ассамблеи IUGG.

Мировая геодезическая система WGS-84, являясь именно всемирной, тем не менее, не является конечным носителем геоцентрических параметров для самих США. В США более 10 последних лет осуществляется и подходит к завершению процесс перехода от действовавшей много десятилетий Национальной геодезической опорной системы (National Geodetic Reference System - NGRS) (аналога нашей геодезической системы СК-42) к Национальной пространственной опорной системе (National Spatial Reference System - NSRS).

NSRS – национальная система координат США, в которой определяются широта, долгота, высота, масштаб, гравитационное поле и ориентация. Она предназначена для удовлетворения экономических, соци-



альных и экологических требований на всей территории США. Продукты NSRS: геодезические координаты (широты, долготы, эллипсоидальные и ортометрические высоты) в официальных системах США (в настоящее время в Североамериканской системе координат 1983 года (North American Datum of 1983 - NAD83) и Североамериканской системе высот 1988 года (North American Vertical Datum – NAVD88)); геопотенциал; ускорение силы тяжести; отклонения от вертикали; геоцентрические координаты (X,Y,Z) в системе WGS-84, модели, инструменты и руководящие принципы; официальная национальная береговая линия; орбиты GNSS; ориентация, масштаб и параметры связи NAD83 и международных наземных опорных систем; а также вся необходимая информация для описания каким образом эти параметры меняются с течением времени. Таким образом, по своей сути система NSRS также является системой геодезических параметров.

К компонентам NSRS относятся Федеральная опорная сеть (Federal Base Network - FBN), Интегрированная опорная сеть (Cooperative Base Network - CBN), Пользовательская сеть сгущения (User Densification Network - UDN).

FBN является общенациональной сетью постоянно действующих фундаментальных станций, расположенных через 100 km. FBN обеспечивает пространственный контроль с наиболее высокой на сегодняшний день точностью (95%): 1 cm для широт и долгот, 2 cm для эллипсоидальной высоты, 3 cm для ортометрической высоты, 50 mGal для силы тяжести, 1 mm в год для движения земной коры. Благодаря интеграции горизонтальной и вертикальной сетей FBN обеспечивает точную навигацию, картографирование и управление ресурсами. FBN включает пункты Сети постоянно действующих референчных станций (Network of Continuously Operating Reference Stations – CORS), пункты Высокоточного горизонтального контроля (High Accuracy Horizontal Control), Высокоточные горизонтальные репера (High Accuracy Horizontal Bench Mark). CORS в рамках FBN обеспечивает данными ГНСС следующие виды деятельности: трехмерное позиционирование, метеорологию и геофизические приложения на всей территории США и нескольких зарубежных стран. CORS обеспечивает постобработку координат для получения точности в несколько сантиметров по отношению к NSRS, как по горизонтали, так и по вертикали. CORS создана и поддерживается многоцелевыми совместными усилиями с участием правительственных, академических и частных организаций. Сайты управляются независимо. Каждое учреждение предоставляет свои данные в NGS, и NGS, в свою очередь, анализирует и распространяет данные бесплатно. По состоянию на май 2010 г. CORS включала более 1450 станций, поддерживаемых более 200 различными организациями, и сеть продолжает расширяться.

CBN является высокоточной сетью постоянно действующих станций, расположенных в радиусе 25-

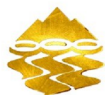
50 km друг от друга на всей территории Соединенных Штатов и их территорий. CBN содержит дополнительные станции, обеспечивающие безопасную навигацию воздушных судов или работающие в областях движения земной коры. NGS отвечает за CBN и оказывает помощь и консультации сотрудничающим учреждениям в осуществлении пространственного контроля в соответствии с принятыми федеральными стандартами и техническими условиями. Кроме того, NGS инструктирует пользователей и предоставляет им программное обеспечение для математической корректировки своих данных, чтобы соответствовать национальной геодезической основе, инструктирует или предоставляет форматы для включения данных пользователей в базу данных NGS, распространяет CBN-данные для общественности.

UDN предоставляет услуги, которые обеспечивают пространственную привязку для локальных инфраструктурных проектов. UDN-услуги связаны наблюдениями в FBN и CBN в соответствии со стандартами и спецификациями Подкомитета федерального геодезического контроля (Federal Geodetic Control Subcommittee - FGCS), входящего в состав Федерального комитета географических данных (Federal Geographic Data Committee - FGDC), отвечающего за Национальную инфраструктуру пространственных данных (National Spatial Data Infrastructure - NSDI). При необходимости, NGS обеспечивает контроль качества, архивирование и распространение UDN-данных. Перед отправкой данных в NGS, организация должна проверить их точность, используя программное обеспечение, поставляемое NGS.

Необходимо отметить, что переход США к NSRS от действовавшей много десятилетий Национальной геодезической опорной системы NGRS ещё продолжается и проходит с широким привлечением научной и производственной общественности США в достаточно острых дискуссиях. Одним из дискуссионных вопросов является использование термина «пространственная (spatial)» в названии NSRS, что объясняется не «мистикой» (как это пишут американские специалисты), а необходимостью интеграции NSRS с NSDI.

Таким образом, новое геодезическое построение РУз, которое правильнее назвать Государственной пространственной опорной системой (в данном случае опыт США только положителен), необходимо, но при этом нужно чётко прописать элементы трансформирования между системой координат СК-42, WGS-84 на законодательном уровне. При этом система СК-42 была, является и должна оставаться основой геодезического и картографического обеспечения до окончательного перехода к новой Государственной пространственной опорной системе.

Наиболее точной и эффективной глобальной спутниковой геодезической сетью является практическая реализация международной земной опорной системы координат (International Terrestrial Reference System - ITRS), называемая International Terrestrial Reference



Frame (ITRF). Каталоги координат пунктов ITRF вследствие непрерывного совершенствования сети и геодезических процессов периодически обновляются и указывается их эпоха. В настоящее время на официальном сайте 8 доступны для загрузки результаты в реализациях ITRF-94, ITRF-96, ITRF-97, ITRF-2000, ITRF-2005, ITRF-2008. В перечне приведены также реализации ITRF-92 и ITRF-93, но на сайте они недоступны.

Региональные спутниковые сети

Примером региональной (межгосударственной, межнациональной) спутниковой сети является европейская сеть постоянно действующих пунктов EPN (EUREF Permanent Network). Сеть EPN не является в полном объеме континентальной, так как не имеет пунктов на значительной части Европейского континента - на территории России, Украины и Беларуси. Практическая реализация Европейской земной опорной системы координат ETRS89 (European Terrestrial Reference System), совпадающая с ITRS в эпоху 1989.0 и связанная со стабильной частью Евразийской платформы, - ETRF (European Terrestrial Reference Frame), основана на пунктах европейской региональной сети EPN.

Пункты европейской региональной (межгосударственной) сети EPN представляют собой реализацию первого (высшего) уровня геодезической сети в континентальном плане. EPN состоит из более чем 200 постоянно действующих станций ГНСС. Она создана и поддерживается в соответствии с добровольным соглашением более 100 европейских агентств и университетов. Функционирование EPN координируется EUREF.

На национальном уровне Европейская земная опорная система координат ETRS89 реализуется сгущением геодезической сети относительно пунктов EPN, в соответствии с рекомендациями Технической рабочей группы EUREF -TWG (EUREF Technical Working Group) и основ IGS (International GNSS Service).

Основные рекомендации по определению координат пунктов национальных геодезических сетей сводятся к следующему:

- для обработки наблюдений необходимо использовать высокоточное ГНСС программное обеспечение типа Bernese, GAMIT, GIPSY-OASIS, Geodyn, Geonap, Trimble Total Control и т.п.;
- исходные пункты EPN выбираются выбирать таким образом, что бы они охватывали участок пунктов национальных геодезических сетей со всех сторон;
- проводить полевые измерения не менее 3-4 недель, используя данные пунктов EPN;
- при обработке данных наблюдений получать свободное решение сети пунктов;
- калибровать положение фазового центра антенны;
- при окончательной обработке данных получать

регуляризованное решение относительно исходных пунктов EPN;

- трансформировать результаты уравнивания в ITRF/ETRF на эпоху 2000 г.

Применение данных рекомендаций позволит достичь точности координат пунктов на уровне 1 мм в плане и 3 мм в высоте относительно пунктов EPN.

При этом структура геодезической сети и технология построения системы координат должны быть ориентированы на сохранение потенциала геодезических и картографических данных, созданных к настоящему времени на основе традиционных методов и в разных системах координат.

Общеземные и национальные геоцентрические системы координат

Процесс построения системы координат на современном историческом этапе развития мировой экономики и общественных отношений не может успешно развиваться изолированно в пределах отдельных государств.

Это обусловлено:

- во-первых, техническими причинами чисто геодезического характера, связанными со спецификой современных средств геодезических и астрономических измерений, лежащих в основе построения систем координат;

- во-вторых, национальная система геодезических координат, как составная часть экономики страны, вольно или невольно должна быть в русле общемировых интеграционных экономических процессов.

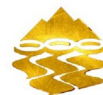
Поэтому, при разработке технологии построения объединенной геоцентрической системы координат должен быть изучен и учтен мировой опыт создания современных геоцентрических систем координат.

Все современные реализации общеземных геоцентрических систем координат WGS-84, ITRF, ПЗ-90.02 и др. основаны на одной и той же международной земной опорной системе координат ITRS (International Terrestrial Reference System). Принципы ориентации такой системы координат в теле Земли определены Международной службой вращения Земли MCB3 (IERS)

- International Earth Rotation and Reference Systems Service) и Международной ассоциацией геодезии МАГ (IAG - International Association of Geodesy), являющейся одной из семи ассоциаций Международного геодезического и геофизического союза МГТС (IUGG - International Union of Geodesy and Geophysics). Российская Федерация является действительным членом МГТС (IUGG) и МАГ (IAG).

Международная небесная опорная система координат ICRS (International Celestial Reference System) и международная земная опорная система координат ITRS (International Terrestrial Reference System) определены документами Международной службой вращения Земли - MCB3 (International Earth Rotation 12 13 and Reference Systems Service - IERS).

Практические реализации международной небес-



ной опорной системы координат ICRS и международной земной опорной системы координат ITRS носят названия International Celestial Reference Frame (ICRF) и International Terrestrial Reference Frame (ITRF) являются опорными (исходными) эталонами шкал направлений в пространстве, местоположения (позиции) на Земле, векторов скорости и ускорения относительно Земли в виде совокупности пространственных репе-

ров - станций, представленных в ICRF с присписанными угловыми координатами направлений на квазары и другие удаленные источники радиоизлучения, а в ITRF - с присписанными декартовыми координатами X, Y, Z.

ITRF - наиболее точная на данный момент практическая реализация международной земной опорной системы координат используемая ныне.

УДК 528.721.221.6:528.8.042

© Кшановская А.В., Охотин А.Л. 2018 г.

МОБИЛЬНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ РУЧНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА ZEB-1



Кшановская А.В.
сотрудник научно-
исследовательской части
кафедры «Маркшейдерское
дело и геодезия» ФГБОУ ВО
ИРНИТУ



Охотин А.Л.
заведующий кафедрой
«Маркшейдерское дело и
геодезия» ФГБОУ ВО
ИРНИТУ, д.т.н., проф.

Maqolada iqtisodiyot va jamiyatdagi munosabatlarni zamonaviy rivojlanishini inobatga olgan holda, referens koordinatalar sistemasini tuzish usullari keltirilgan. Koordinatalar sistemasini tuzishning asosini tashkil etuvchisi zamonaviy geodezik va Yer suniy yo'ldoshlari orqali bajariladigan o'lchash vositalaridan foydalanishning xususiyatlari bilan bog'liq texnik sabablar tahlil qilingan. Milliy geodezik koordinatalar sistemasi mamlakat iqtisodiyotining tashkil etuvchi bir qismi sifatida jahondagi iqtisodiy jarayonlarga integratsiyalashgan va undagi tajribani inobatga olgan holda rivojlanishi hamda amalga oshirish zarurligi ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: geodeziya, kartografiya, tayanch punkt, geodezik tarmoq, WGS-84, yo'ldosh tarmoq, referents sistema, suniy yo'ldosh.

The article describes ways of constructing a reference coordinate system taking into account the modern development of the economy and public relations. The technical reasons connected with the specific use of modern means of geodetic and satellite measurements underlying the construction of a coordinate system are indicated. It is shown that the national geodetic coordinate system, as an integral part of the country's economy, should develop in the mainstream of the world integration economic processes and be realized taking into account the accumulated experience.

Key words: geodesy, cartography, strong point, geodetic set, WGS-84, satellite set, referent system, satellite satellites.

Лазерное сканирование стало революционным методом для выполнения многих задач маркшейдерии и геодезии [1].

Использование этого метода учащается с каждым днем. Возможности применения современных сканеров велики и позволяют автоматизировать многие

процессы, в том числе выполнять такие высокоточные работы как мониторинг за сложными технологическими конструкциями и профилирование шахтных стволов, выполнение ориентирно-соединительных съемок [2].

Сейчас одной из основных технологических за-



Рис. 1. Мобильный лазерный сканер ZEB 1

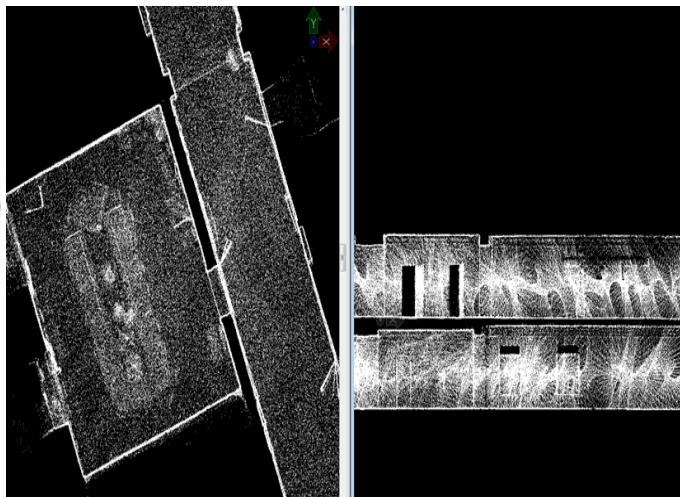


Рис. 2. Облако точек, полученное со сканера ZEB 1

дач, которую преследуют производители сканерных систем, является их совершенствование (облегчение производства сканирования, увеличение мобильности, упрощение процесса постобработки и т.д.).

Речь в данной статье пойдет об исследовании точности данных, получаемых со сканера ZEB 1, и возможностей его применения.

Обычный процесс сканирования включает в себя ряд операций, таких как выполнение установки сканера на штатив на каждой скан позиции. Это осуществляется из-за недоступности всей необходимой площади для прибора, его технических особенностей или естественных преград местности.

Кроме того, необходимо осуществлять привязку каждой позиции сканирования при помощи GPS, тахеометра и другими возможными приборами.

3D LASERMAPPING – британская фирма, являющаяся одним из мировых лидеров, предоставляющих лазерные сканирующие технологии по всему миру, но связи с Россией стали налаживаться только с 2014 г. Особый интерес вызвала уникальная разработка фирмы – ручной мобильный лазерный сканер ZEB 1, позволяющий получать трехмерное облако точек по ходу перемещения оператора.

Комплектация ZEB 1 – ручного мобильного лазерного сканера представляет собой ручку с подвижной сканирующей головкой и инерциальной системой, питающее и запоминающее устройство, уком-

плектованное в виде одного блока с USB выходом (рис. 1).

Технические характеристики устройства:

- ◇ Скорость получения данных - 43,400 точек в s;
- ◇ Класс безопасности лазера - 1;
- ◇ Max расстояние до объектов - 30 m;
- ◇ Min расстояние до объектов - 40 m;
- ◇ Радиус сканирования 270 град.;
- ◇ Вес - 665 g;
- ◇ Размеры - 60x60x360 mm;

Главные особенности сканера заключаются в его компактности и легкости, простоте освоения, а также возможностях производить быстрое сканирование по ходу передвижения оператора с захватом малодоступных мест.

Кроме того, сканеру не нужна GPS привязка, что позволяет выполнять съемки в закрытых пространствах, лесных угодьях и горных выработках, где доступ к открытому небу ограничен. Ход и технология сканирования имеют некоторые особенности, выполнение которых обязательно для получения надежных результатов (петлеобразная траектория, необходимость наличия характерных объектов местности, соблюдение монотонности качания сканирующей головки, умеренная скорость движения оператора и т.д.).

Обработка сканирования полностью автоматизирована и производится в специализированном про-

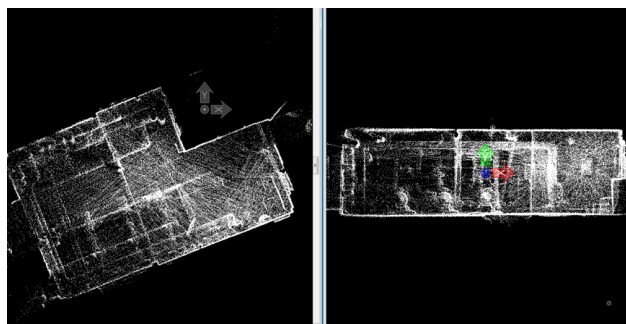


Рис. 3. Облако точек со сканера ZEB 1, тепловой узел

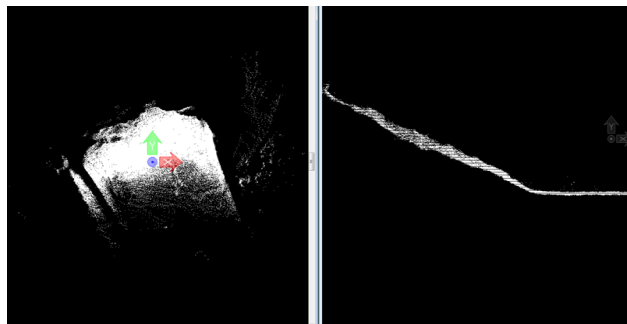


Рис. 4. Облако точек со сканера ZEB 1, забой карьера

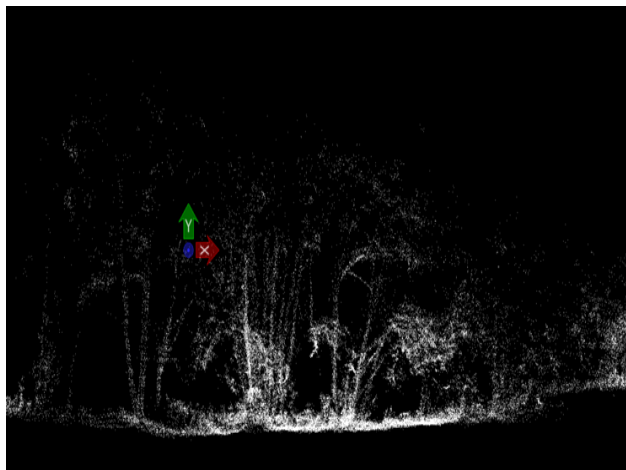
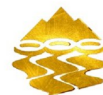


Рис. 5. Облако точек со сканера ZEB 1, отображение объектов местности

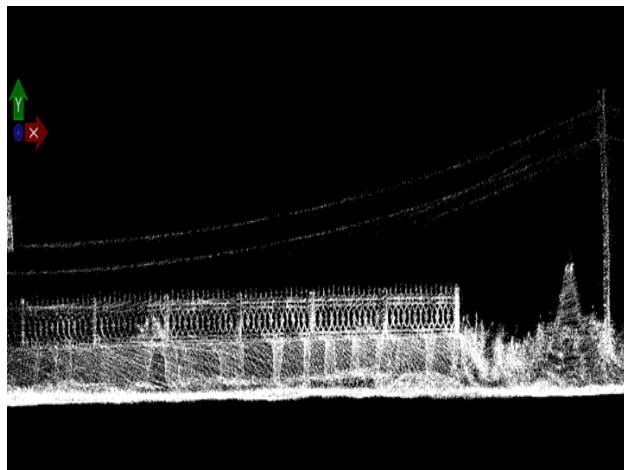


Рис. 6. Облако точек со сканера ZEB 1, отображение стволов деревьев

граммном обеспечении.

Эксперимент № 1 – сканирование двухэтажного здания (рис. 2).

В результате сканирования двухэтажного здания было выявлено, что на качество облака точек имеет сильное влияние наличие разнообразных объектов в вытянутом коридоре.

Так, например, длинный коридор без характерных объектов в нем воспринимался сканером с большими ошибками и разворотами. Также большое влияние на качество оказывали скорость оператора и его траектория движения.

Кроме того, из рисунка видно, что распределение точек имеет паутинообразный характер, на что влияет качание сканера во время движения.

Эксперимент № 2 – сканирование теплового узла. Определение возможностей сканера на предмет захвата труб, кабелей и сопряжений (рис. 3). Сканирование тепловыделителя показало, что паутинообразный характер распределения точек является дополнительным негативным фактором при отображении сложных составных конструкций и коммуникаций.

Эксперимент № 3 – сканирование забоя карьера. Определение возможности захвата породы (рис. 4).

Качество захвата горной породы зависит от ее влажности, что характерно и для других сканирующих систем.

Эксперимент № 4 – определение возможностей

захвата местности с объектами (деревья, сооружения, забор, ЛЭП и т.д.) (рис. 5, 6).

Проведено исследование сканера нового класса ZEB 1 на возможности его использования и выявления качества отображения различных объектов и автоматизированной обработки.

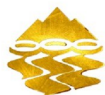
Визуально можно судить, что полученные данные указывают на то, что сканер дает шум, разбрасывает точки по определенной траектории, напрямую зависит от движений оператора, имеет негативное влияние от движущихся объектов в зоне сканирования. Требуется соблюдения четкой последовательности действий.

Таким образом, эффективность прибор может принести, согласно инструкции по производству маркшейдерских работ, только при выполнении работ, не требующих высокой точности выполнения. Так же, из проведенного исследования видно, что данный сканер нуждается в дополнительном усовершенствовании и доработке.

Тем не менее, такие особенности устройства как компактность и автоматизированная обработка данных являются его основными преимуществами, и технология ручного мобильного лазерного сканирования со временем только приобретает все больший интерес со стороны пользователей и разработчиков, что дает предпосылку на то, что данная технология продолжит развиваться и совершенствоваться.

Библиографический список

1. Революционные результаты применения лазерного сканирования в горном деле. Материалы международной научно-практической конференции «Южная Якутия-новый этап индустриального Развития», А.Л. Охотин, Нерюнгри, 2007
2. Способ соединительной съемки (патент РФ № 2458320)



РЕШЕНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ОТКРЫТОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



Охунов Ш.Р.
аспирант Иркутского
национального исследовательского
технического университета

Maqola, foydali qazilma konlarini ochiq usulda qazib ishlab olishda masofaviy zondlash usullarini qo'llash va keng tadbiq qilishga bag'ishlangan. Tadqiqot uchun zamonaviy boshqaruvchisiz uchish vositalari va sirtlarni 3D modellash imkoniyatlari va ularni samarali qo'llash usullari keltirilgan.

Tayanch iboralar: boshqaruvchisiz uchish apparati, masofaviy zondlash, raqamli modellar.

The article is devoted to the review of modern methods of the mineral deposits used when developing. Possibilities of modern unmanned aerial vehicles for shooting and three-dimensional modeling of surfaces are described.

Key words: unmanned flying apparatus, efficiency, relevance, digital terrain model, minimization of costs.

Маркшейдерская служба является одним из важных звеньев горнодобывающего предприятия, как на стадии проектирования, так и во время эксплуатации. Маркшейдерское обеспечение горных работ представляет из себя процесс получения маркшейдерской геометрической основы и ведение горно-графической документации, необходимой для решения ряда инженерно-производственных задач. Качество работы маркшейдера влияет на уровень безопасности персонала, задействованного в добыче полезных ископаемых, а также на оперативность работы горнодобывающего предприятия в целом. Следует отметить, что проводить маркшейдерские работы имеют право только специализированные компании, которые получили соответствующую лицензию и располагают соответствующей материально-технической базой.

Осуществление маркшейдерской работы - процесс достаточно трудоемкий, требующий высококвалифицированных кадров, дорогостоящего оборудования и специализированного программного обеспечения (ПО).

Одной из главных задач маркшейдерской службы при обслуживании открытых месторождений полезных ископаемых остается съемка карьера, целью которой является получение цифровой модели местности и цифровой модели рельефа.

Широкое применение при съемке карьера получили методы дистанционного зондирования Земли, та-

кие как аэрофотосъемка, в частности, съемка беспилотными летательными аппаратами (БПЛА).

У многих возникает вопрос: «Зачем использовать методику БПЛА при выполнении топографических съемок больших площадей, когда низкоорбитальный спутник снимет в сотни раз больше и во много раз быстрее?». На сегодняшний момент технологии спутниковой съемки находятся на стадии доработок. Использовать данные, полученные путём космического зондирования при построении цифровой модели местности (ЦММ), невозможно из-за недостаточной точности [1].

Наиболее эффективным и экономичным из методов является облет горного и земельного отвода при помощи БПЛА, сборки цифровой модели местности, формирование маркшейдерского плана участка (карьера). Каждый производитель данной технологии предлагает «новое решение». Это решение должно упростить поставленные задачи перед инженером за счёт повышения производительности съемки крупных площадей, минимизировать затраты и предоставить высокую точность, используя полученные данные при моделировании.

По результатам полёта БПЛА можно получить еще более подробную схему горного отвода с прилегающим земельным отводом, трехмерную поверхность для подсчета объема и ортофотоплана.

Этот способ позволяет сократить время полевых

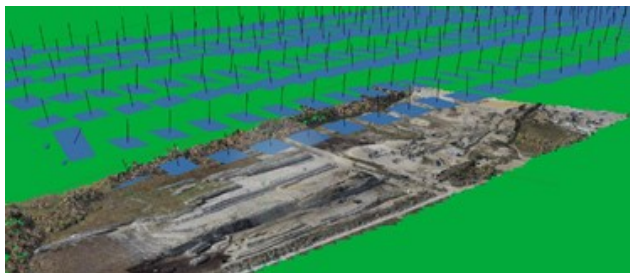
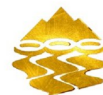


Рис. 1. Исходные снимки, полученные в результате выполнения аэрофотосъемки

работ до одного дня на карьерах $S=150-170$ га. Формирование технического отчета, отрисовка маркшейдерского плана на весь объект занимает еще около 2-5 дней.

Съемка карьера с помощью БПЛА состоит из нескольких этапов:

- подготовительные работы;
- выполнение полетов;
- обработка и анализ полученных данных.

Подготовительные работы состоят из создания и привязки опознавательных знаков на земной поверхности участка съемки. Опознавательный знак имеет простую крестообразную конструкцию, размеры её зависят от высоты полета БПЛА. Цвет и размеры опознавательного знака определяются от расположения местности и высоты полета. В данном случае можно использовать доску (перекрестие). По всему периметру границ съемки опознавательные знаки надо составлять так, чтобы их покрытие было равномерным. Координирование опознавательных знаков можно выполнить с помощью GPS оборудования. [2]

Перед запуском БПЛА в интерфейсе наземной станции управления (НСУ) задаются область съемки, требуемые значения продольного и поперечного перекрытия и высота полета, от которой зависит пространственное разрешение снимков. По указанным параметрам НСУ автоматически создает маршрут, следуя по которому БПЛА совершает аэрофотосъемку с фиксацией координат каждой точки фотографирования. По результатам съемки можно получить до 300-400 фотографий площади $1,5 \text{ km}^2$ с высоты 200 м за 30 мин полета (рис. 1).

Для получения результатов фотосъемки обеспечивается обработка цифровых снимков в специальных программах, таких как AgisoftPhotoScan, Photomod, которые существенно упростят процесс обработки исходных материалов автоматизированно (рис. 2).

Определяются связующие точки на соседних снимках и уравниваются по указанным опорным точкам. Далее полученные данные закидываются в другие программы (например, Lenta, AutoCadCivil 3D).

Отчетливость ортофотоплана и детальность плот-



Рис. 2. Результаты обработки данных в программе AgisoftPhotoScan

ного облака точек дает возможность использования полученных материалов не только маркшейдерской, но и геологической службой.

Ортофотоплан с высоким разрешением позволит точно и оперативно выявлять опасные зоны на бортах и вблизи карьеров.

Ортофотоплан, полученный с помощью БПЛА (цифровой топографический план), является основой для оформления отчетной документации, необходимой для технологических служб горного предприятия.

Планы и разрезы, оформленные в соответствии с условными обозначениями на бумажном носителе, векторизуются по ортофотоплану и ЦММ (цифровая модель местности). Заодно надежно дешифрируются нужные элементы: нижняя и верхняя бровки уступов, транспортные съезды и дороги, насыпи, строения, расположение устьев скважин, строятся разрезы по заданным линиям, а итоговый топографический план карьера оформляется в соответствии с государственными стандартами [3].

Помимо подсчета объемов и оформления графической документации, по результатам АФС (аэрофотосъемка) оперативно определяются координаты устьев взрывных и разведочных скважин, расположение всех технических сооружений на территории карьеров (временные балки, ЛЭП и электрические подстанции, насосы, трубопроводы). Применение беспилотных летательных аппаратов позволяет также выполнять съемку труднодоступных мест.

Применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на карьерах даёт нам сокращение времени выполнения полевых работ; улучшение оперативности, полноты и точности данных маркшейдерских съемок; дистанционный контроль опасных зон на карьерах; получение цифровой топографический план (ЦТП) и цифровая модель местности (ЦММ).

Данное инновационное решение соединяет в себе современные технологии, делая его уникальным инструментом для получения актуальных цифровых данных: быстро, точно и эффективно. Может быть рекомендован для маркшейдерского обеспечения открытых горных работ.

Библиографический список

1. Сечин А.Ю. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования.
2. Беспилотные летательные аппараты – (Электронный ресурс) - Режим доступа: <http://www.racurs.ru>.
3. Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы: Учебное пособие. – М.: Техносфера. 2008. – 328 с.



ДЕФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНЫХ СКАНИРУЮЩИХ СИСТЕМ ПО СЕТИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ РУДНИКА «ГЛУБОКИЙ» ОАО «ППГХО»



Токин А.А.
инженер-маркшейдер
ООО НПК «Байгео»

Maqolada, er osti konlaridaxavfli vaziyatlarni oldini olish va avvaldan habardor qilish uchun, PIMCU OAJ Glubok konining kuzatuv stantsiyalari tarmog'ida lazerli skanerlash tizimi asosida deformatsiya monitoringini o'tkazish bo'yicha ilmiy va uslubiy tavsiyalar berilgan.

Uslubning xos xususiyatlari keltirilgan, lazerli skanerlash natijalari, lazer skanerlash ma'lumotidan deformatsiya parametrlarini aniqlash usullari berilgan.

Tayanch iboralar: *xavfli zarba, ilmiy va uslubiy tavsiyalar, deformatsiyani kuzatish, lazerli skanerlash tizimlari.*

For successful forecasting and prevention of shock hazard situations, scientific and methodological recommendations on deformation monitoring based on laser scanning systems on the network of observation stations of the Gluboky mine of JSC PIMCU have been developed.

The description of the method itself, the results of laser scanning, methods for determining the displacement parameters from laser scanning data are given.

Key words: *safety of blows, scientific and methodological recommendations, deformation monitoring, laser scanning systems, shifting.*

Настоящая НИР направлена на решение актуальной проблемы предупреждения горных и горно-тектонических ударов и других опасных проявлений горного давления (техногенных катастроф) на глубоких горизонтах месторождений ОАО «ППГХО» при их разработке. В районе производственной деятельности ОАО «ППГХО» отработка жильно-штокверковых урановых руд постепенно перемещается на все более глубокие горизонты месторождений. Сочетание факторов неоднородности строения геологического разреза и геомеханических свойств пород, а также нарушения естественного напряженного состояния горного массива в результате техногенного воздействия приводит к увеличению рисков, связанных с безопасной отработкой месторождений.

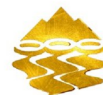
В настоящее время массив горных пород в районе месторождений Стрельцовского рудного узла в значительной степени нарушен горными работами. Неоднократно регистрируемые в подземных горных выработках и на поверхности толчки силой 2-3 балла

в глубине разрабатываемого массива горных пород указывают на представляющую серьезную опасность активизацию геодинамических процессов в районе месторождений ОАО «ППГХО».

В настоящее время нет запатентованной технологии выполнения работ по наземной лазерной съемке с целью наблюдения за деформацией и сдвижением подземных горных выработок. Авторами была выполнена серия инструментальных измерений по наблюдательным станциям от шторка ба-1101 по борту ба-1102 до шторка ба-1103 рудника «Глубокий», на основе чего разработана технология выполнения съемки и определения параметров сдвижения.

Этапы проведения измерений:

- рекогносцировка;
- создание сети наблюдательных станций;
- планово-высотное обоснование;
- трехмерное лазерное сканирование;
- камеральные работы;
- оценка точности съемки.



Рекогносцировка. С учетом конкретных условий объекта, выбирается место расположения сети наблюдательных станций.

Схемы размещения марок наблюдательных станций разрабатывалась с учетом следующих положений:

1) В качестве основы при наблюдениях за деформациями используется группа марок. Число марок группы должно быть не менее трех.

2) Марки наблюдательных станций должны располагаться в местах, удобных для выполнения измерений и обеспечивающих их сохранность на весь период производства работ.

3) В качестве исходных допускается использовать марки, расположенные вместе без влияния процессов сдвижения.

4) Марки наблюдательных станций должны размещаться:

- в стороне от мест, где возможно разрушение или изменение положения марки;
- вне зоны распространения давления от контролируемого участка;
- на расстоянии, исключающем влияние вибрации от вагонеток, рудоспусков и других механизмов;
- в местах, где в течение всего периода наблюдений возможен беспрепятственный и удобный подход к наблюдательным станциям для установки марки;

Также во время рекогносцировки выбираются точки расположения сканера, уточняются сроки проведения работ и т.п.

Создание сети наблюдательных станций. Для сети наблюдательных станций следует выбирать объемные марки (сферические, цилиндрические), схема крепления от этого изменяется незначительно.

Также допускается создание собственных объемных марок. Наблюдательная станция представляет собой штангу длиной 1 м, забетонированную в шпур с резьбой на конце. При наблюдениях, на нее накручивается съемная монтажная штанга длиной 30 см с креплением для объемной марки (рис. 1-2).

Наблюдательные станции расположены по выработке сечениями по 5 шт. в одной вертикальной плоскости, расстояние между сечениями не более 25

м, в зависимости от расположения сканера между смежными сечениями.

Планово-высотное обоснование. Планово-высотное обоснование необходимо для определения наблюдательных станций в заданной системе координат. Создание планово-высотного обоснования производилось проложением теодолитного хода от пунктов планово-высотного обоснования капитальных выработок до пунктов, расположенных в штреках за зоной влияния деформации.

После определения координат марок наблюдательных станций в штреках производится сканерный ход по борту 6 а с привязкой хода к маркам наблюдательных станций.

Количество и расположение сканерных станций проектируется, исходя из требований обеспечения необходимой точности и экономичности работ. Выбор сканерных станций должен обеспечивать отображение на одном скане всех смежных марок.

Отстояние сканерных станций друг от друга при съемке составляет 20-25 м. Угловое разрешение при наземной лазерной съемке задается одинаковое на каждой станции и определяется следующими факторами:

- техническими характеристиками сканера;
- требуемой точностью;
- производительностью и оперативностью (т.е. время работы на одной станции) работ.

Затем выполняется внешнее ориентирование одинокных точечных моделей (сканов) с целью приведения их в заданную систему координат.

Оценка точности внешнего ориентирования сканов производится по средней квадратической ошибке единицы веса, вычисляемой при помощи алгоритмов, реализованных в программном обеспечении. Для реализации задач по мониторингу наблюдательных станций, среднеквадратическая ошибка не должна превышать 0,05 мм.

Экспорт полученных данных. Поскольку некоторые программные продукты, предназначенные для обработки данных наземного лазерного сканирования, используют внутренний формат (расширение), то возникает необходимость экспорта в них данных

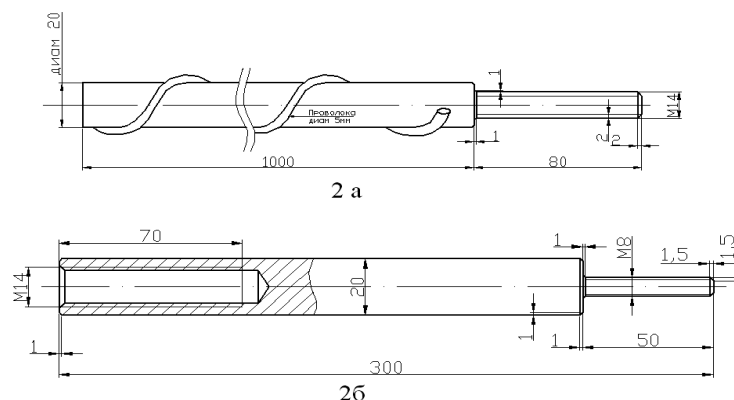


Рис. 1. Схема крепления наблюдательной станции (2а - забетонированная штанга, 2б – монтажная штанга)

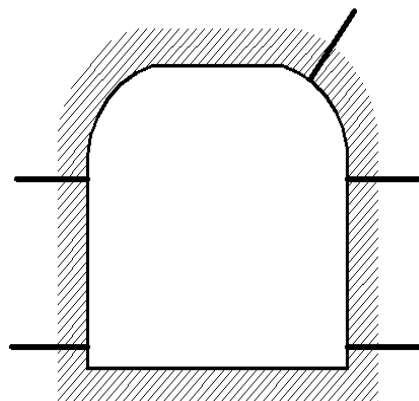


Рис. 2. Схема бурения шпура

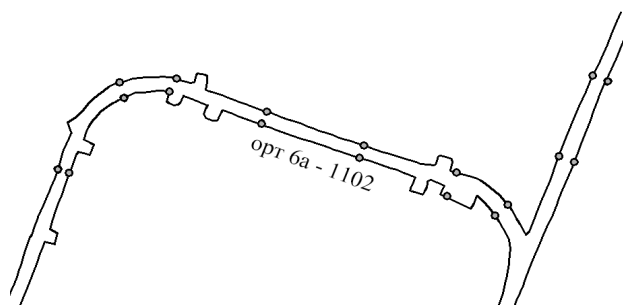


Рис. 3. Схема расположения наблюдательных станций

из программы, управляющей сканером, результатом которого является файл с координатами точек.

Построение векторной модели выработки.

Основная часть камеральных работ в технологии построения трехмерных моделей объектов по данным наземного лазерного сканирования приходится на создание векторной модели объектов.

Оценка точности съемки. Оценка точности съемки по данным наземного лазерного сканирования может осуществляться двумя способами:

- по средним квадратическим ошибкам определения координат основной и рабочей планово-высотной сети, полученным по сериям наблюдений;
- по разностям длин линий, полученным в полевых условиях и созданной векторной выработки.

Результатом проложения сканерного хода являются параметры, характеризующие положение сканов в пространстве (линейные и угловые элементы внешнего ориентирования), единая точечная модель в заданной системе и координаты специальных марок. Использование наблюдательных станций (рис. 3) для крепления специальных марок позволяет определить направление пространственного вектора сдвижения.

Сущность и математический аппарат, используемые в методике проложения сканерного хода, аналогичны этапу подсоединения независимых фотограмметрических моделей при маршрутной фототриангуляции. Отличием является то, что при подсоединении сканов не определяется масштабный коэффициент, так как расстояния до точек объектов определяется в процессе сканирования.

Изображения, получаемые НЛС, обычно несут чрезвычайно большой объем информации, являющейся в ряде отношений избыточной (рис. 4). Для определения параметров сдвижения избыточные данные позволяют определить сдвижение не только по наблюдательным станциям, но и по бортам выработки используя сечения. Также по сечениям, используя метод Козырева А.А., возможно определить напряженность горного массива. Из вышесказанного выделим три метода получения информации о состоянии горного массива:

По наблюдательным станциям. Использование наблюдательных станций, как элементов внешнего ориентирования сканера, позволяет определять координаты центров марок с максимальной точностью и

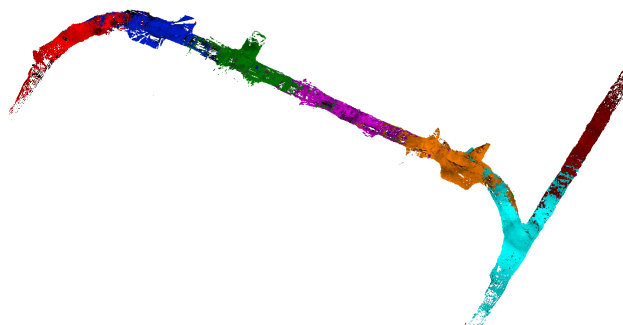


Рис. 4. Облако точек

определить по серии наблюдений пространственный вектор сдвижения марки (рис. 5).

По сечениям. Множество данных, полученных в ходе лазерного сканирования, дают возможность построить точную объемную модель выработки (рис. 6).

Построив сечение по объемной модели можем оценить состояние выработки сравнив с проектом или предыдущим замером (рис. 7).

Определение напряженности горного массива по методу Козырева А.А. По результатам данных лазерного сканирования была построена объемная модель выработки Русвумчорского рудника.

На рис. 8 показаны параметры характерной зоны разрушения выработки при действии высоких напряжений,

где: M – глубина зоны разрушения, m ;

P – ширина зоны разрушения, m ;

D – диаметр (ширина, высота) выработки, m .

Если предположить, что зона разрушения несет информацию о дополнительной энергии, реализованной при действии всей совокупности напряжений, то по реальным параметрам разрушения можно попытаться оценить величину кинетической энергии W_1 , затраченной при разрушении реального объема пород.

По данным удельную критическую энергию при одноосном напряженном состоянии массива можно оценить как

$$W_1 = \sigma_{сж} / 2E,$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности при одноосном сжатии,

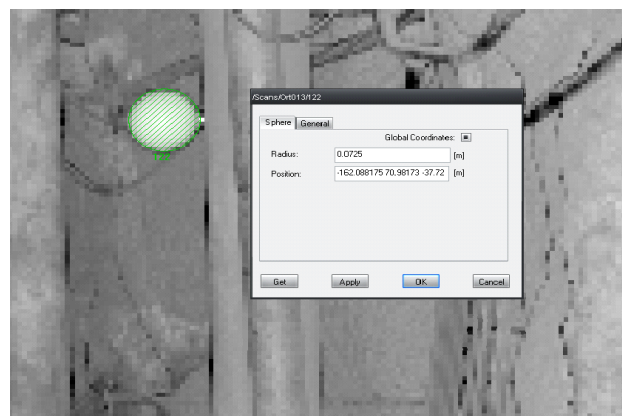


Рис. 5. Определение координат марки наблюдательной станции.

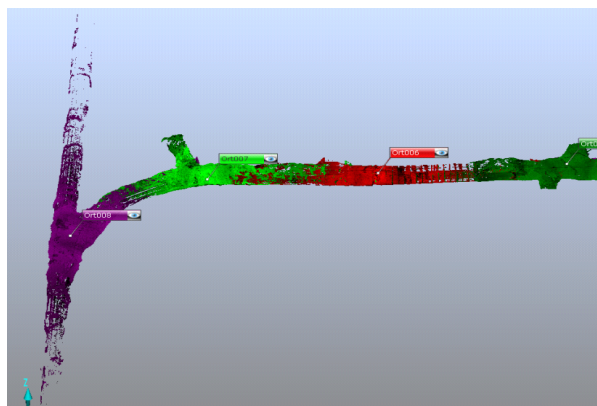
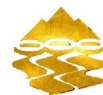


Рис. 6. Объемная модель выработки.

E – динамический модуль Юнга.

При разрушении выработок и скважин напряженное состояние у контура является двухосным, переходящим при удалении от контура в неравнокомпонентное трехосное.

В этом случае прочность пород увеличивается по данным разных авторов в 2–4 раза.

Для осредненных данных по местным породам допустим, что $W_1 = 2 - 8 \sigma_{сж2} / E = 1,1 - 4,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/м}^3$. С учетом данных получим среднюю удельную критическую энергию разрушения на погонный метр выработок с площадью $8 - 20 \text{ м}^2$ $W_2 = W_1 \cdot S_{2cp} = 1,3 - 4,9 \cdot 10^6 \text{ Дж/м}^3$.

Оценка энергии разрушения для участков массива с пройденными выработками может быть оценена по суммарной протяженности зон разрушения L_1 , m как $W_3 = W_2 \cdot L_1$, Дж .

С помощью лазерного сканирования можно производить оценку удароопасности горных выработок.

На основе установленных параметров сечения рассчитывается относительная величина площади зоны разрушения:

$$K = S_2 / S_1 = 1,124 \cdot P(0,5M - 0,08D + 0,08\sqrt{D^2 - P^2}) / D^2,$$

где D – диаметр выработки. Более надежный метод определения площадей S_1 и S_2 в системе CAD.

При оценке удароопасности используется также L – протяженность зоны обрушения от высоких напряжений вдоль оси выработки. Учет протяженности

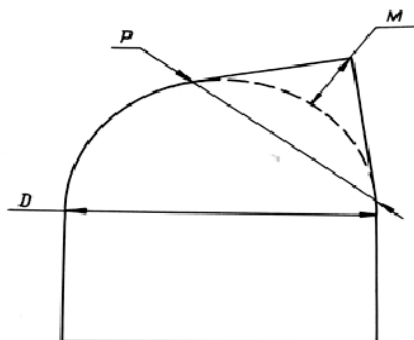


Рис. 7. Оцениваемые параметры разрушения контура выработки.

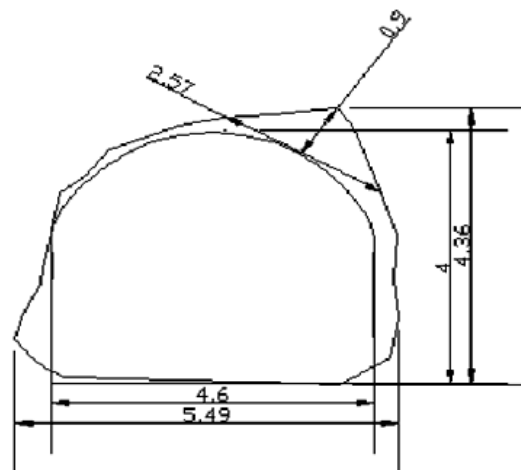


Рис. 8. Пример реального сечения выработки совмещенного с проектом.

зоны обрушения связан с тем, что ситуация становится более опасной при увеличении объема участка массива пород, захваченного высокими напряжениями и увеличением накопленной потенциальной энергии.

На основе значений K и L по номограмме (рис. 9) определяют удароопасность выработки.

При попадании параметров разрушения выше приведенной линии, выработка относится к опасной категории. Оценка относится ко всему участку разрушения.

Аппроксимирующая функция номограммы:

$$K = 0,059 - \frac{0,024K}{D} + 0,003 \left(\frac{L}{D}\right)^2$$

при L/D

$D < 3$,

$K = 0,014$ при $L/D \leq 3$.

Для успешного прогнозирования и предупреждения удароопасных ситуаций, разработаны научно-методические рекомендации по проведению деформационного мониторинга на основе лазерных сканирующих систем по сети наблюдательных станций рудника «Глубокий» ОАО «ППХО», направленные

Таблица 1

Статистические параметры проектных и реальных выработок по данным лазерного сканирования.

Статический показатель	Параметры сечения выработки		
	$K_1 = S_1/S_0$	$S_2, \text{м}^2$	$K = S_2/S_1$
Минимум	0,99	0,11	0,01
Максимум	1,89	3,42	0,15
Среднее	1,34	1,15	0,06
Стандартное отклонение	0,22	0,83	0,04

где, S_0 – площадь проектного сечения выработки, м^2 ;
 S_1 – площадь реального сечения выработки, м^2 ;
 S_2 – площадь разрушенной зоны, м^2 ;

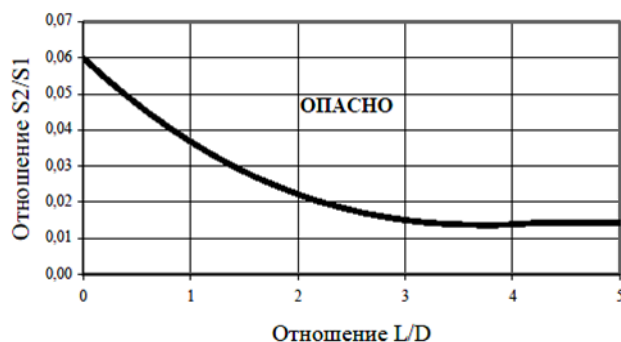
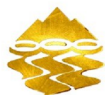


Рис. 9. Номограмма для оценки категории удароопасности по разрушению контура горных выработок

на создание на месторождениях многоуровневой системы комплексного геодинамического мониторинга, которая бы объединяла целый ряд методов (сейсмический, деформационный, геоакустический, геодезический, тектонофизический и другие) и измерительных комплексов в единую интегрированную наблюдательную сеть.

Создание такой системы и организация наблюдений позволит выделять региональные и локальные предвестники динамических явлений разного энергетического уровня в горных массивах и обосновать комплекс мер по эффективному освоению месторождений полезных ископаемых с учетом геодинамических и техногенных процессов в горных массивах.

Библиографический список

1. Середович В. А. Наземное лазерное сканирование. Монография. Сиб. гос. геодез. акад. – Новосибирск СГГА, 2009 г.
2. Козырев А.А., Тимофеев В. В., Константинов К. Н. Мониторинг состояния подземных горных выработок по данным лазерного сканирования. Семинар, 2009 г.
3. Анализ точности лазерных сканирующих систем/ W. Boehler и др.// Докл. на XIX симп. CIPA, Анталья, Турция 30 сент. - 4 окт. 2003 г.
4. Аникушкин М.Н. Наземные системы лазерного сканирования. Опыт работ [Текст]/ Аникушкин М.Н.// Геопрофи. – 2005. – №1. – С. 49-50.
5. Большаков В.Д. Геодезия. Изыскания и проектирование инженерных сооружений [Текст]: справ. пособие. Большаков В.Д., Ключин Е.Б., Васютинский И.Ю.. – М.: Недра, 1991. – 238 с.: ил.

УДК 528.88

© Токин А.А. 2018 г.

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ



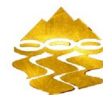
Токин А.А.,
инженер-маркшейдер
ООО НПК «Байгео»

Ushbu maqola muallifi RapidEye va Lansat 8 sun'iy yo'ldosh tizimlari tomonidan kosmik tasvirlarni parchalash uchun texnikani qo'llash bo'yicha amaliy tajribani taqdim etadi. Bu ta'riflangan metodlar gidrologik tadqiqotlar muammosini kartografik hujjatlar bilan samarali hal qilishga, texnogen, tabiiy ob'ektlarni, termokarst yordamini faol rivojlanish sohalarini aniqlaydi.

Tayanch iboralar: metodologiya, izohlashlar, aerokosmik tadqiqotlar, sun'iy yo'ldosh tizimi.

In the present paper, the author gives a practical example of considering the methodologies of interpreting aerospace photos performed by RapidEye and Lansat 8 satellite systems. The methodologies described allow good solution of the problem backing hydrological investigations with cartographical documents, revealing technogenic and natural objects, identifying the regions of thermokarst relief active development.

Key words: method, deciphering, aerospace survey, satellite system.



В начале октября 2014 г. специалистами компании ООО «Байгео» был успешно завершен проект, направленный на дешифрирование техногенных и природных объектов, значимых в процессе освоения Тымпучиканского лицензионного участка с применением современных данных дистанционного зондирования Земли из космоса.[1-8]

Основными задачами проекта являлись:

- Обеспечение гидрологических исследований картографическим материалом.
- Получение актуальных данных о территории.
- Создание цифровой модели местности.
- Выявление техногенных и природных объектов по данным ДЗЗ.

Материалы и методы

Для выполнения проекта были задействованы следующие данные дистанционного зондирования земли из космоса:

- Космические снимки спутниковой системы RapidEye. Данная система включает 5 спутников, оборудованных съемочной аппаратурой, дающей 5-канальные снимки земной поверхности с разрешением 5 m (рис. 1).

- Архивные космические снимки Landsat 8, имеющие 11-канальные снимки земной поверхности с разрешением 30 m.

- В качестве цифровой модели рельефа использовалась общедоступная 1.5 секундная цифровая модель рельефа ASTERGDEM.

С целью максимально эффективного дешифрирования техногенных и природных объектов, выполнялась предварительная обработка космических снимков, прошедших процедуру ортотрансформирования.

Для наиболее качественного дешифрирования объектов, распознающихся методом визуального дешифрирования (сейсмопрофили, дороги, технологические площадки, карстовые просадки), выполнялось синтезирование каналов в естественных (красный –

зеленый – голубой) и псевдоцветах (ближний инфракрасный – красный – зеленый) с последующей подстройкой гистограммы изображения в целях наиболее контрастного отображения тех или иных объектов (рис. 2).

Следует отметить, что для уверенного дешифрирования объектов одного типа, располагающихся в разных ландшафтных условиях, также требуется разная подстройка гистограммы.

Выявление сейсмопрофилей выполнялось методом визуального дешифрирования, с учетом основных свойств данных объектов: прямолинейность, наличие ломаных линий, ширина на местности 4–6 m. Линейное вытягивание сейсмопрофилей (десятки километров в длину) позволяет достаточно уверенно дешифрировать их даже по снимкам с пространственным разрешением в 2-3 раза хуже их ширины – 8 – 15 m.

Выявление сети дорог, просек, трасс перетаскивания выполнялось методом аналогичным дешифрированию сейсмопрофилей. Отличие в дешифровочных свойствах дорог по сравнению с сейсмопрофилями – извилистость линий, привязка к формам рельефа (долины рек), большая ширина (8–12 m).

В случаях, когда дорога на определенном протяжении проходит по линии сейсмопрофиля, оцифровка дороги выполнялась только в случае значительного ее превосходства по ширине над стандартной шириной сейсмопрофиля, в остальных случаях производилось только примыкание дороги к сейсмопрофилю.

Также удалось установить дешифровочные свойства зон распространения термокарстовых просадок, располагающихся на безлесных территориях: горях, редколесьях, болотах: светлые, зернистого характера участки, кучно располагающиеся; а также в пределах лесов: зернистые участки с зернами светлого оттенка – районы распространения относительно крупных просадок (50–250 m в диаметре), зернистые участки с зернами темного цвета (тени от деревьев) – районы распространения мелких просадок (20–40 m в диаметре) (рис. 3).

Безусловно, нужно учитывать, что дешифрируются не все карстовые просадки – относительно затруднено их дешифрирование на свежих горях, не выявляются недавно возникшие небольшие просадки под лесными массивами. В то же время можно говорить

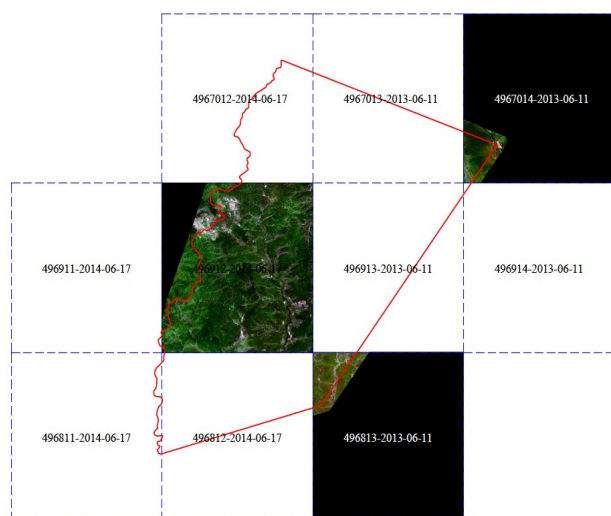


Рис. 1. Пример нескольких элементов мозаики, состоящей из 10 ортоизображений снимков RapidEye



Рис. 2. Фрагменты снимков с гистограммой, подстроенной под выявление технологических площадок и сейсмопрофилей, расположенных в лесном массиве

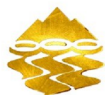


Рис. 3. Область активного развития термокарстового рельефа в пределах редколесий и болот

о том, что отдешифрировано большинство термокарстовых просядок.

Ледники и участки, пораженные пожарами дешифрировались по снимкам Landsat 8, так как в набор основных спектров дополнительно включены коротковолновые и тепловые спектры, позволяющие с достаточной достоверностью определить гари и ледники, а также исключить влияние облачности на снимках (рис. 4).

Дешифрирование лесов и болот осуществлялось комбинированным методом – сочетание методов автоматической спектральной классификации снимка (леса) с визуальным дешифрированием (болота).

Результаты:

Таким образом, вся территория лицензионного участка была подразделена на следующие категории ландшафтов, различающихся по степени проходимости, по возможности проектирования и строительства технологических объектов:

- Низинные и верховые болота;
- Заболоченные, закустаренные поймы рек;
- Старые и вторичные гари, поросшие лиственными молодняками, кустарником, травянистой растительностью;
- Смешанные леса (лиственница + береза), частично заболочены;
- Светлохвойные леса (сосна + лиственницы), частично заболочены;
- Темнохвойные леса (кедр + сосна + лиственница), частично заболочены;
- Редколесья на речных террасах;

Следует отметить, что существенное влияние на классификацию лесов может оказывать заболоченность и наличие подроста и подлеска, параметры, определение которых по космическим снимкам крайне затруднено.

В то же время основное подразделение ландшафтов выделить возможно.



Рис. 4. Фрагмент снимка Landsat 8 с гистограммой, подстроенной под выявление гари (2 коротковолновых и ближний инфракрасный спектры)

Выводы:

Во время выполнения данного проекта был выделен ряд достоинств применения космических снимков при дешифрировании природных и техногенных объектов:

- многозональность и многофакторность космических данных обеспечивает комплексность оценки ситуации;
- возможность мониторинга больших площадей, в т. ч. протяженных объектов, за счет высокой периодичности съемки, оперативности получения исходных данных;
- возможность получения повторных изображений и свободный доступ к архивным данным;
- относительно низкая стоимость съемки единицы площади;
- возможность исследования труднодоступных территорий.

Однако, следует отметить и ряд недостатков использования данных космического зондирования земли:

- для обработки и анализа данных требуется высокая квалификация и большой практический опыт;
- использование космических снимков становится экономически неэффективным при выполнении разовых работ на небольших территориях;
- высокая стоимость программного обеспечения для обработки цифровых снимков;
- необходимость подтверждения результатов дешифрирования материалов космической съемки полевыми исследованиями.

В заключении можно добавить, что использование космических снимков хоть и имеет ряд недостатков, но для картографирования и дешифрирования природных и техногенных объектов на обширных территориях является предпочтительным методом по сравнению с другими традиционными методами.

Библиографический список

1. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В., *Аэрокосмические методы географических исследований*. М.: "Академик". 2004.
2. Лурье И.К. *Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник* // И.К. Лурье. 2-е издание испр. – Москва: КДУ, 2010 – 424 с.
3. Лабутина И.К., *Дешифрирование аэрокосмических снимков*. М.: Аспект Пресс. 2004.



4. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.

5. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.

6. Интернет-ресурсы

7. Каталог Геологической службы США (<http://earthexplorer.usgs.gov>)

8. Каталог Совзонда (<http://www.sovzond.ru>)

УДК528.533.9.082.5

© Аралов М.М., Бозоров М.М., Ибрагимов Ў.Н. 2018 й.

ЕР ЮЗАСИДАГИ ОБЪЕКТЛАРНИ ЛАЗЕРЛИ СКАНЕРЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИБ СЪЁМКА ҚИЛИШ ТАМОЙИЛЛАРИ



Аралов М.М.

Қашқадарё муҳандислик ва
иқтисодиёт институти “Кончилик
иши ва геодезия” кафедраси
ассистенти



Бозоров М.М.

Қашқадарё муҳандислик ва
иқтисодиёт институти “Кончилик
иши ва геодезия” кафедраси
ассистенти



Ибрагимов Ў.Н.

Қашқадарё муҳандислик ва
иқтисодиёт институти “Кончилик
иши ва геодезия” кафедраси
ассистенти

В статье приводятся особенности лазерного сканирования при съёмке объектов, находящихся на земле. Универсальность лазерного сканирования состоит в высокой автоматизированности при решении различных инженерных задач. Лазерное сканирование определяет качество строительства здания, его сейсмостойчивость.

Ключевые слова: лазерный сканер, план, местоположение, объект, координата, тахометр, геодезическая, сейсмостойчивость, строительство, здания и сооружения, различные инженерно-технические сооружения.

The article describes the features of laser scanning when shooting the groundborne objects. The universality of laser scanning is a high degree of automation in solving various engineering problems. Laser scanning determines the quality of building construction, its seismic resistance.

Key words: laser scanner, plan, location, object, coordinate, tachometre, geodesic, seismic resistance, construction, buildings and structures, various engineering structures.

Мамлакатимизда сўнги йилларга келиб, уч ўлчамдаги лазерли сканерлардан объектларнинг уч ўлчамдаги рақамли маълумотларини олишда кенг қўлланилмоқда. Уч ўлчамли лазерли сканер ишлари қулай бўлганлиги сабабли у кенг қўламда фойдаланилмоқда. Лазерли сканер нафақат аэрофотосъёмка жараёнларида, балки ер усти съёмка жараёнларида ҳам қўлланилмоқда.

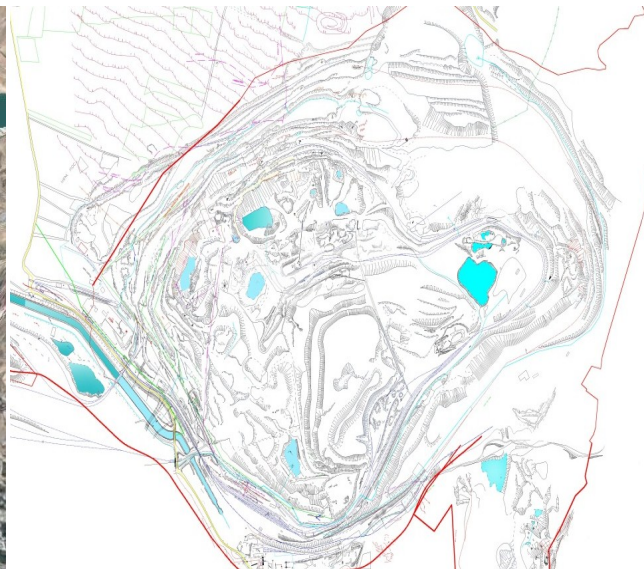
Ҳозирги вақтда план ва карталарни яратиш икки усулда: ерда геодезик ишларни олиб бориш ва жойнинг масофадан туриб олинган расмини дешифровка қилиш (ўқиш) натижасида олиб борилмоқда. Бундай расмлар ернинг турли сунъий йўлдошларидан - космик кемалардан, самалётлардан, вертолётлардан олинган ярим тоналли - ранглига ўхшаш, ёки оқ-қора

космик ва аэрофотосуратли тасвирлардан иборат.

Улар ёрдамида худуднинг ёки бирор жойнинг рақамли тасвирини олиш ва кейинчалик уни тўғридан-тўғри компьютерга киритиш мумкинлиги, нафақат расмларга кимёвий ишлов бериш, ҳатто сканерлаш босқичида тасвирни рақамли шаклга ўтказиш жараёнлари четлаб ўтилмоқда. Улар оддий фотокамералар каби ишлайди, лекин уларда фототасвирни электр сигналларга айлантирувчи фотосезгир элементлар ишлатилади. Сигналлар кодлангач, улар фотокамера хотирасида сақлаб қолинади ва исталган пайтда тасвирлар компьютерга ёзиб олинади мумкин. Кейинчалик фототасвирларга махсус график редакторлар ёрдамида ишлов берилади ва улар принтер ёки плоттерларда нашр қилинишга узатилади. Агар ишга си-



1-расм. Съёмка қилиш



фатли фотокамералар жалб қилинса, сканерлар ва нусха кўчириш қурилмаларидан воз кечса ҳам бўлади.

Уч ўлчамли лазерли сканерлаш ишлари объект ҳақида фақатгина рақамли маълумотларни бериб қолмасдан, балки унинг реал вақтдаги съёмка жараёнида объектни жойлашган ўрни ва унинг белгиланган координаталар системасидаги координата нукталарини, объектнинг сирт қисмининг тасвирини ҳам беради. Фотосъёмка жараёнларида лазерли сканерларни қўллаш олинган суратларни дешифровка қилиш жараёнида бир қанча қулайликлар яратади.

Шунингдек ҳудуднинг яратилаётган рақамли модели, фотоплани ва планларининг сифатини оширади. Ер усти лазерли сканерлари қурилиш иншоотлари, инженерлик объектларининг барча деталлари ҳақида аниқ маълумотлар олиш ва уларнинг уч ўлчамли моделини яратиш учун фойдаланилади. Бундай объектларга кўприklar, эстакадалар, қувурўтказгичлар, электр линиялари, тоннеллар ва бошқалар киради (1-расм.).

Лазерли сканерлар орқали бажариладиган съёмка ишлари нафақат иншоотларнинг ташқи томонини балки ички қисмини ҳам съёмка қилишда фойдаланилади. Натижада қурилиш объектнинг бутунлай, ички ва ташқи қисмларини тасвирловчи рақамли модели яратилади. Лазерли сканерни ишлаш принципи лазерли дальномерни ишлаш принципига ўхшаш бўлади. Лазер ўзидан юқори частотадаги лазер импульсларни тарқатади (секундига ўн минг импульс тарқатади) [1].

Импульслар объектга йўналади ва унга урилиб ортга қайтади ва юқори сезгирли қабул қилиш ускуналарида тасвирланади. Натижада сканердан объектгача бўлган масофа ҳам аниқланади:

$$D = 0.5 \cdot v \cdot t,$$

каерда ерда:

v – импульснинг тарқалиш тезлиги;

t – импульснинг объектга бориб яна ортга қайтиши учун сарфланган вақт.

Бир вақтнинг ўзида сервомотор ёрдамида оптик нур вертикал ва горизонтал текисликда тасвирланади, бу объектнинг сирт қисмини пайпаслаб кўриш дегадир.

Лазер нурунинг координаталар системасида жойлашиш бурчаги горизонтал текисликда ва вертикал текисликда сканер ускунасига қайд қилинади. Ушбу нукталарнинг координаталари математик формула орқали ҳисобланади.

Агар ушбу координаталарни бошқа координаталар системасида қабул қилиш керак бўлса, у ҳолда ушбу формуладан фойдаланилади:

- сканер координата системасининг бошланғич координаталари бўлиб, мисол учун

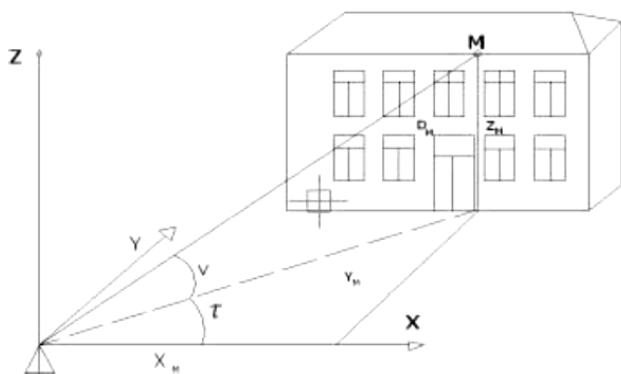
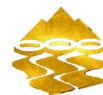
- бу объектнинг геодезик ёки системали координаталари бўлиши мумкин. Кўп ҳолларда сканер координаталар системасини асосий координаталар системасига боғлаш учун GPS;

- ускуналаридан ва электрон тахеометрлардан фойдаланилади.

Замонавий сканерлар аналогик тахеометр вазифаларини бажариш имкониятига ҳам эгадир. Икки ўқли компенсаторнинг тузилиши туфайли сканерларда, унинг ўрнатилган нуктада съёмка жараёнларини тўлиқ бошқариш имкониятини беради [2].

Ҳозирги кунда ер усти сканеридан олинган натижаларни қайта ишлаш учун керакли компьютер дастурини тўғри танлаш муҳим аҳамиятга эга. Компютер дастурлари объектнинг 3D моделини яратишда ва жойнинг рақамли 3D кадастрини тузишда, танланган дастур - Нукталар булутини тўлиқ қайд қилиши, - примитив ёрдамида жойнинг уч ўлчамли моделини, профилини, қирқимларини туза олиши шарт (2 расм).

Сканерлаш қўплаб геодезик ишларни автоматлаштиришда жуда катта имкониятларга эга



2 – расм. Сканерлаш

бўлган ажойиб иш услуги, съёмка қилиниши мураккаб бўлган ҳудудларни, ҳатто инсон ҳаёти учун хавф туғдирувчи съёмка ишларини битта тугмани босиш билан амалга оширадиган усулдир.

Албатда, мураккаб объектларни съёмка қилишнинг иш режаси тузилади ва бунда бир нечта нуқталарда съёмка ишларини амалга оширишга тўғри келади.

Шунга қарамасдан сканерлаш ишлари бошқа

усулларга нисбатан юз қарра тезроқ объект ҳақида тўлиқ маълумот беради [3].

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки ер усти лазерли сканерлаш усули бошқа фазовий маълумотларни йиғиш усулларида кескин фарқ қилади. Бундай фарқни асосан қуйидаги учта кўрсаткичга қараб кўрсатишимиз мумкин:

– биринчидан, объектдан маълум масофада туриб нур қайтаргичсиз ёки шунга ўхшаш қўшимча ускуналарсиз объект тўғрисида тўлиқ маълумот олиш;

– иккинчидан, объект тўғрисида маълумотларни миллиметр аниқликда аниқлаш бўйича бошқа усуллардан фарқ қилиши;

– учинчидан, секундига бир нечта мингта нуқтани ўлчаш имкониятига эга эканлиги.

Лазерли сканерлашни универсаллиги, ўлчаш ишларини юқори даражада автоматлаштирилганлиги кўпгина инженерлик масалаларни ечиш имконини беради. Лазерли сканерни биноларни қурилиш сифатини аниқлашда кенгроқ фойдаланилса биноларни талаб даражасида қурилганлигини текшириш, бу билан ер қимирлашига чидамлилигини аниқлаш мумкин бўлади.

АДАБИЁТЛАР

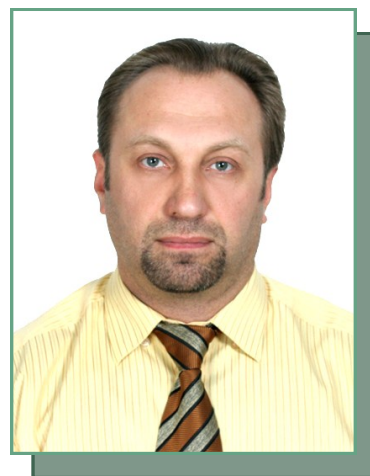
1. Akbarov M.S., Muxitdinov Dj.K. — Fotogrammetriyal T.:Tafakkur Bo'stoni., 2015.
2. Kovalyov N.V., Muxitdinov Dj.K., Shukina O.G., Xamidova M.T. — Fotogrammetriya va yerni masofadan tadqiq qilishll T.:TAQI.
3. <http://www.kref.ru/infozemelnoopravo/14411/37.html>

УДК 528.721.221.6:

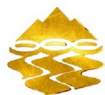
© Рубан О.В. 2018 г.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Рубан О.В.,
менеджер по работе с корпоративными клиентами
Департамента систем технологического мониторинга
АО «Банкомсвязь»



Maqolada inshootlarning texnik holatini tezkor nazorat qilish imkoniyatlari yoritilgan. Buning uchun Trimble 4Dva "Tuman" integrallashgan nazorat tizimi taklif qilingan bo'lib, ular inshoot holatini tavsiflovchi fizik kattaliklarni



ularni holatiga ta'sir etuvchi tabiiy va texnogen parametrlarni avtomatik tarzda o'lchash va qayd qilishni ta'minlaydi. Taklif etilayotgan nazorat tizimlari tabiati bo'yicha xilma-xil kuchlarning nazorat etilayotgan inshootlar kompleksiga bo'lgan ta'sirini kuzatish va prognoz imkonini beradi. Tizim amalda qo'llanilgan va ijobiy natijaga erishilgan.

Tayanch iboralar: gidromexanik inshootlar, absolyut so'rilish, o'lchash, avtomatlashtirilgan tizimlar, monitoring topografik xarita, prognoz, avariya holat, gidroelektrostantsiya.

The article outlines the possibilities for operational control of the technical condition of buildings. To this end, we propose integrated systems Trimble 4D Control (T4D) and ASKGTS Titan,"which provide automatic measurement and registration of physical quantities characterizing the state of the structure, as well as natural and technogenic parameters affecting the condition of the structure.

Key words: Hydrotechnical constructions, absolute displacements, measurements, automated systems, monitoring, topographic map, forecast, emergency situation, operation, hydroelectricity.

Гидротехнические сооружения (ГТС) относятся к числу наиболее ответственных инженерных сооружений с повышенной экономической, социальной и экологической значимостью.

Своевременное предупреждение аварийных ситуаций и исключение, благодаря этому, материальных ущербов и человеческих жертв возможно только на основе достоверного, регулярного и тщательного оперативного контроля технического состояния сооружений.

Для автоматизированного контроля состояния предлагаются интегрированные системы Trimble 4D Control (T4D) и АСКГТС «Титан», которые решают следующие задачи:

- оценка состояния сооружений и разработка необходимых и своевременных мер по обеспечению их надежной и безопасной эксплуатации;
- изучения объективно неизбежных процессов старения конструкции сооружений для прогнозирования их долговечности;
- пополнение информационного банка данных для научных целей, совершенствования норм проектирования и эксплуатации ГТС.

В результате решения перечисленных задач происходит:

- автоматическое измерение и регистрация физических величин, характеризующих состояние сооружения;
- автоматическое измерение и регистрация природных и техногенных параметров, влияющих на состояние сооружения;
- автоматическое сравнение показаний датчиков с предельно допустимыми показателями и сигнализация о превышении заданного уровня значений.

Последовательность работ по созданию автоматической системы мониторинга состояния сооружений выполняется по следующему алгоритму (рис. 1).

Автоматическая система контроля состояния сооружений «Титан», кроме основной сферы, может быть адаптирована для различных объектов: мосты, туннели, шахты, АЭС, высотные здания и др.

АСК ГТС Т4D/«Титан» имеет классическую многоуровневую архитектуру:

- первый уровень – датчики;

- второй уровень–мультиплексоры;
- третий уровень – локальные концентраторы данных;
- четвертый уровень–центральный узел обработки данных.

Первый уровень – обеспечивает получение информации о состоянии объекта в виде аналоговых сигналов.

На объекте, в соответствие с моделью наиболее уязвимых мест, устанавливаются датчики первого уровня автоматической системы контроля.

Второй уровень – обеспечивает мультиплексирование аналоговых сигналов контрольно-измерительной аппаратуры на локальные концентраторы данных.

Технические средства второго уровня – 16-ти портовые 4-х канальные мультиплексоры марки ВКС-MUX («Банкомсвязь»).

Мультиплексор применяется для уменьшения количества локальных концентраторов данных. Мультиплексор предназначен для коммутации одно- или двухпарных аналоговых выходов 16 однотипных датчиков на один измерительный вход локального концентратора данных (рис. 2).

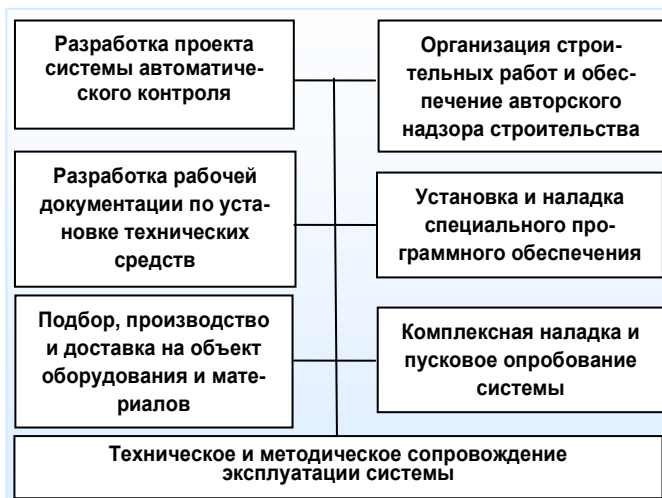


Рис. 1. Алгоритм создания автоматической системы мониторинга состояния сооружений

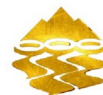


Рис. 2. Аналоговые мультиплексоры

Третий уровень – обеспечивает сохранение показаний контрольно-измерительной аппаратуры в памяти локальных концентраторов данных с последующей их передачей на центральный узел обработки данных.

Технические средства третьего уровня – локальные концентраторы данных марки ВКСЛОСОН («Банкомсвязь»).

Построен на базе промышленного компьютера CR 10X/ CR1000. Оснащён средствами преобразования аналоговых сигналов измерительного канала в цифровые, энергонезависимой памятью для сохранения данных, средствами передачи данных для связи с центральным узлом обработки данных.

Четвёртый уровень – специальное программное обеспечение для мониторинга состояния сооружений АСК. Обеспечивает сбор и сохранение данных от локальных концентраторов с их последующей обработкой.

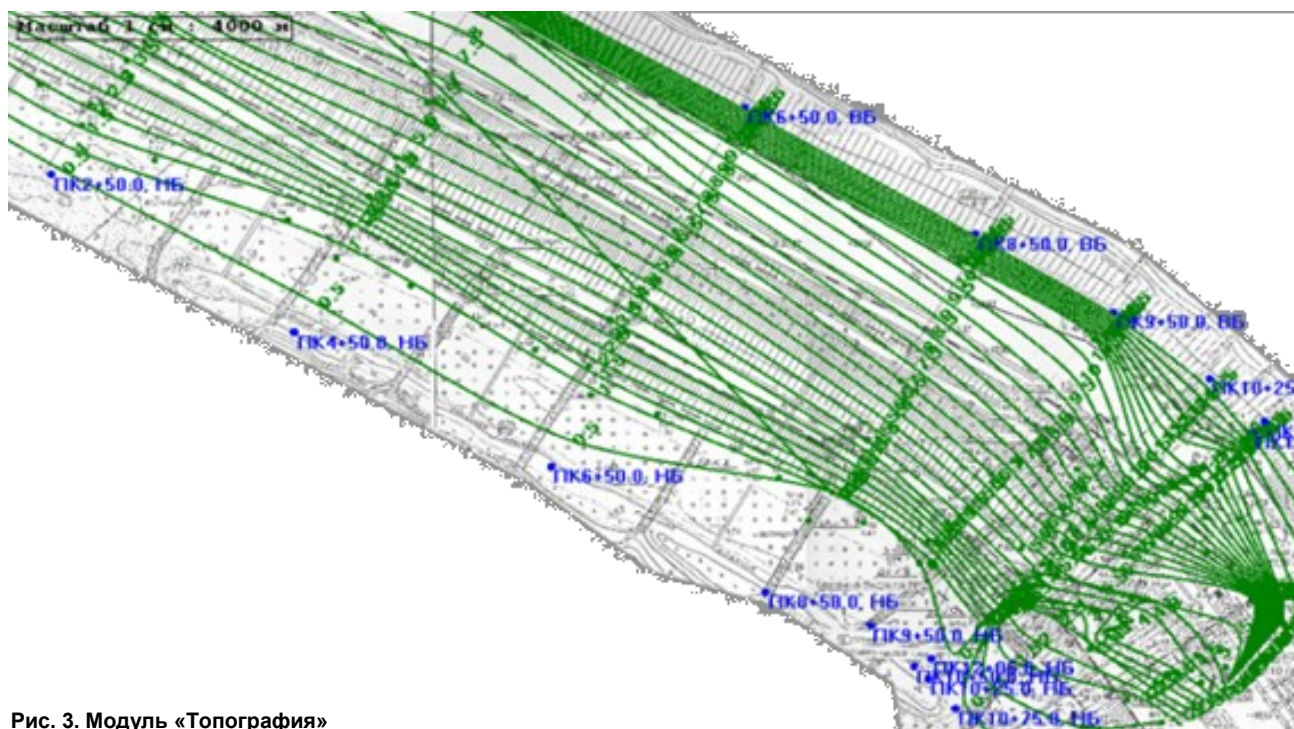


Рис. 3. Модуль «Топография»

Таблица 1

Комплект поддерживаемого оборудования

Тахеометры	Радиальные/ горизонтальные/ вертикальные деформации	Измерение углов и расстояний до контрольных точек
Приёмники GNSS	Абсолютные смещения	Измерение GNSS-векторов относительно фиксированных точек
Акселерографы / акселерометры	Колебания (включая сейсмические)	Измерение ускорений
Сейсмо-геодезические системы	Ускорения и смещения (включая сейсмические)	Измерение ускорений и координат

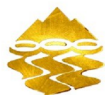
Технические средства четвертого уровня:

- серверы сбора данных;
- серверы базы данных.

Модуль «Топография» формирует изображение карты-схемы контролируемых сооружений. На схему наложена информационная сетка с показаниями датчиков, створов, уровня воды и пр. (рис. 3).

Данные по показаниям датчика или группы датчиков могут быть сформированы в сводную таблицу. Сортировки и фильтры отображения таблицы настраиваются на лету для удобства анализа данных.

В СПО «Титан» реализовано взаимодействие и импорт данных из геопозиционных систем производства компании TRIMBLE.



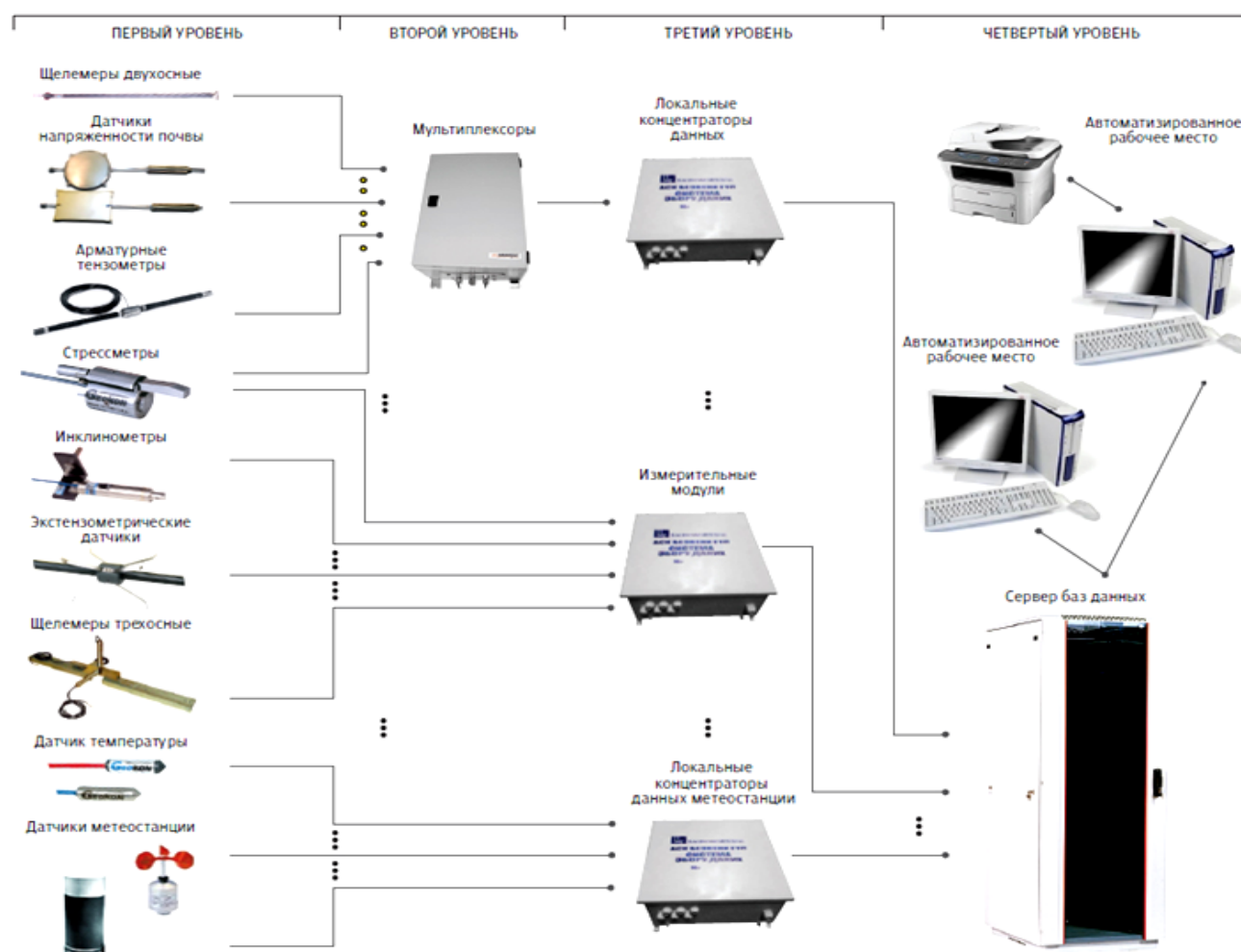
В комплект поддерживаемого оборудования входят роботизированные тахеометры, GNSS приемники (GPS\ГЛОНАСС\Galileo\Beidou), мультистанции (табл. 1).

Специальное программное обеспечение «Титан» предусматривает экспорт данных для последующей обработки и создания отчетов, визуализацию результатов обработки и отображения их с привязкой к топографической карте. Таким образом, может быть реализована единая корпоративная (национальная) диспетчерская точка мониторинга и контроля всех сооружений (центр управления каскада ГТС), что дает возможность отследить и спрогнозировать пове-

дение всех контролируемых комплексов сооружений под воздействием различных по своей природе сил.

Имеется опыт внедрения системы «Титан» в Каховской ГЭС, общая протяженность дамбы которой 4200 m, перепад высот между верхним и нижним бьефами—15 m. В составе автоматической системы контроля «Титан» на Каховской ГЭС установлено более 400 различных контрольно-измерительных приборов, серверное и компьютерное оборудование.

АО «Банкомсвязь» совместно с партнерами «Trimble Export Limited» (США) готовы реализовать данную систему контроля состояния сооружений в условиях Узбекистана.





ПРОЦЕСС ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ ПРИ ВЗРЫВЕ УДЛИНЕННОГО КОМБИНИРОВАННОГО ЗАРЯДА ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ



Камолов Ш.А.
начальник горного отдела
Центрального РУ НГМК,
к.т.н.



Равшанов А.Ф.
главный инженер
Центрального РУ НГМК



Исмаев Ж.Б.
зам. главного инженера
Центрального РУ НГМК

Qo'rg'oshin namunalarning deformatsiyasini eksperimental tadqiqotlar natijalari tahlili natijalari bo'yicha tahlil qilindi. O'z nuqtalarini ishga tushirish vaqtida cho'ziluvchan birikmalarning ma'lum bir qismida tog' jinslarining deformatsiyalanishi va yorilishi jarayonlari ushbu bo'linmalardagi portlash mahsulotlarining bosimi bilan butunlay aniqlanadi.

Tayanch iboralar: boshlanish nuqtasi, portlash to'lqini, o'ziga xos o'ziga o'xshash deflyatsiya to'lqinlari, bo'shliqning kengayishi, toshlarning yo'q qilinishi, portlovchi moddalar, zaryadlovchi bo'shliq.

The analysis of the results of experimental studies of the lead samples deformation by an explosion of combined charges of industrial explosives is given. It is shown that the processes of deformation and failure of rocks in a specific section of elongated explosive charges during their point initiation are completely determined by the pressure of the detonation products in this section of charges.

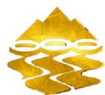
Key words: initiation point, detonation wave, explosives, special self-similar deflation wave, expansion time of the cavity, rock failure, detonation products, charging cavity.

Известно [1], что при взрывном дроблении горных пород зарядами промышленных взрывчатых веществ (ВВ), после точечного инициирования последнего по нему, с конечной скоростью распространяются детонационные волны. За детонационной волной в продуктах детонации формируется особая автомодельная волна, разряжение которой состоит на пополам из активной зоны и зоны молчания. В процессе распространения детонационной волны и особой автомодельной волны разряжения по заряду происходит быстрое химическое превращение промышленных взрывчатых веществ в газообразные продукты детонации с формированием высокого давления в зарядной полости. Под действием этого давления на породу имеет место бризантное и поршневое воздействие продуктов детонации на неё. Развитие радиальных трещин с формированием клиновидных секторов в породе происходит в результате бризантного воздействия продуктов детонации на последнюю. Формиро-

вание развала и разлеты кусков породы, дополнительное переизмельчение раздробленной горной массы происходит под поршневым воздействием продуктов детонации на последнюю.

При этом многие авторы считают, что окончательный процесс дробления породы при взрывном нагружении происходит в течение 3-15 мин. после детонации зарядов промышленных ВВ под воздействием некоего усреднённого давления продуктов детонации, образовавшегося после многочисленных интерференций ударных волн в зарядной полости, и частичного истечения из последней газообразных продуктов детонации.

Однако, при таком подходе трудно объяснить процессы деформирования и разрушения разнопрочных массивов взрывом в них комбинированных зарядов промышленных ВВ, поскольку в этом случае неизвестно, как оценивать величину предполагаемого усреднённого давления в зарядной полости осуществ-



ляющего предполагаемое дробление горных пород.

Процессы [1, 2] деформирования и разрушения пород происходят очень быстро, с момента достижения в последних напряжения критических значений, которое сформировалось под действием не усредненного давления, а локального давления в каждом сечении зарядной полости сразу же после детонации промышленных взрывчатых веществ. Для описания процессов деформирования породы при взрыве в ней комбинированного заряда промышленных ВВ рассмотрим результаты лабораторных экспериментальных исследований деформирования свинцовых образцов взрывом комбинированных зарядов, которые проводились в Московском государственном горном университете на кафедре «Взрывное дело» по известной методике [3], разработанной проф. Г.М. Крюковым с участием к.т.н. Ю.В. Глазкова и горным инженером В.В. Стадником.

Взрывы зарядов проводились в образцах из рафинированного свинца диаметром 40 mm в плотно закрывающейся стальной камере с внутренними размерами 300×300×200 mm при толщине стенок 10 mm. В образцах, в которых пробуривались шпуры диаметром 4 mm, в качестве ВВ использовался пиротехнический состав (ПС) со следующими параметрами: размеры зерен до 0,5 mm, предельный диаметр заряда $d_{np}=1$ mm, скорость детонации $D_{ПС}=2 \cdot 10^3$ m/s в шпурах диаметром $d_{шт} \geq 2$ mm при насыпной плотности $\rho_{ПС}=0,9$ g/cm³.

Максимальная теплота взрывчатого превращения ПС составляла $Q=5024$ J/g, а масса зарядов была равна 0,15 g. Значение параметра Q варьировалось в пределах от 837 J/g до максимального, путем добавления в пиротехнический состав порошкообразной поваренной соли. Применялось прямое инициирование зарядов ПС взрывом тонкой нихромовой проволоки под действием импульса электрического тока от бытовой электросети. Перед опытом с помощью мерной стеклянной трубки измерялся объем полости шпура $V_{шт}$, путём заполнения его водой. Забойка шпура осуществлялась сухим промытым кварцевым песком с частицами размером не более 0,25 mm. Образец размещался во взрывной камере, а его соединительные провода от инициатора подключались к клеммам источника тока. Стальная камера плотно закрывалась, и осуществлялся взрыв.

Проводилось измерение объема полости в образце – $V_{общ}$. Объем полости, образованной взрывом заряда пиротехнического состава, находился как разность

$$V_{взр} = V_{общ} - V_{шт}$$

где $V_{шт}$ - объем шпура;

Работоспособность зарядов ПС определялась так же как и в методе Трауцля, по объему полости, сформированной взрывом этих зарядов в образцах [4].

При этом было использовано новое понятие – удельная работоспособность, которая находилась как соотношение:

$$\gamma = \frac{V_{взр}}{\varepsilon}$$

В первой серии опытов была определена работоспособность зарядов ПС при деформировании взрывом рафинированных свинцовых образцов с параметрами: $d_{об}=40$ mm, $l_{об}=60$ mm, $d_{шт}=5$ mm.

Опыты проводились с шестью значениями теплоты взрывчатого превращения пиротехнического состава $Q_1=837$, $Q_2=1675$, $Q_3=2512$, $Q_4=3350$, $Q_5=4187$, $Q_6=5024$ J/g.

С каждым значением Q_i проводилось по 5 опытов. Объем формирующейся полости в каждом образце после взрыва заряда ПС измерялся не менее чем 5 раз. Последовательность опытов была рандомизирована.

Статистический анализ этих опытных данных показал высокую повторяемость результатов измерений $V_{взр}$ с коэффициентом вариации:

$$\bar{\gamma}^* \leq 0,04,$$

общие значения γ для всех зарядов пиротехнического состава при $Q \geq 1675$ J/g имели среднее значение $\gamma_{ср}$.

$$\gamma_{ср} = 2,279 \text{ mm}^3/\text{J при } \bar{\gamma} = 0,008,$$

тем самым была подтверждена зависимость объемов деформирования и разрушения материалов только от энергии зарядов при $d_{зр} \geq d_{np}$;

- достаточность проведения всего трех опытов по разработанной методике для того, чтобы с вероятностью $P=0,95$ определять $V_{взр}$ и γ .

Поскольку значения для пиротехнического состава с $Q=837$ J/g было значительно меньше значений γ для всех других Q , то заряды пиротехнического состава с Q_1 были исключены из применения во всех последующих опытах.

Вторая, основная, серия опытов проводилась со свинцовыми образцами, имеющими следующие параметры $l_{обр}=120$ mm, $d_{обр}=40$ mm, $l_{шт}=100$ mm, $d_{шт}=4$ mm, длиной $l_{зар}=80$ mm, с зарядами пиротехнического состава при теплоте взрывчатого превращения $Q_3=2512$ J/g и $Q_6=5024$ J/g, и при массе $m=1$ g, с плотностью заряжения $p=0,95$ g/cm³.

С каждым типом зарядов пиротехнического состава было проведено по три опыта в рандомизированной последовательности. Типы и конструкции заря-

Таблица 1

Типы зарядов пиротехнического состава

А- $Q_3(l_{зар})$; Б- $Q_6(l_{зар})$; В- $l_1(Q_6)+l_2(Q_3)$; Г- $l_1(Q_3)+l_2(Q_6)$; $l_1=l_2=40$ mm
Д- $l_1(Q_3)+l_2(Q_6)+l_3(Q_3)+l_4(Q_6)$; $l_1=l_2=l_3=l_4=20$ mm;
Е- $l_1(Q_3)+l_2(Q_6)+\dots+l_8(Q_6)$; $l_1=l_2=l_3=\dots=l_8=10$ mm;



дов представлены на рис. 1 и в табл. 1. Все образцы последней серии опытов после измерений объемов полости, формирующейся в них взрывом зарядов пиротехнического состава, были распилены вдоль образующих для оценки форм этих полостей (рис. 2).

По формам образованных полостей с учетом теоретических оценок [1] была дана следующая интерпретация опытных данных. При взрыве зарядов типа А и Б образованные полости имеют четыре четко выраженных участка: на первом участке длиной $l_1 = 5 \text{ mm}$ образец не деформировался продуктами детонации и диаметр полости на этом участке был равен диаметру шпура, а его объем - V_1 ; на втором участке длиной $l_2 = 15 \text{ mm}$ часть полости имела форму усеченного конуса, больший диаметр которого равен диаметру полости - d_1 , а меньший диаметр - диаметру шпура - $d_{шп}$, причем $l_1 + l_2 = 20 \text{ mm}$ соответствует части шпура, в котором размещалась забойка, её объем - V_2 ; - длина третьего участка полости составляла $l_3 = 80 \text{ mm}$. Этот участок полости имел практический постоянный диаметр d_1 , его объем - V_3 ; четвертый участок образовался в результате деформирования образца под действием детонационной волны на забой шпура и имеет форму эллипсоида вращения объемом - V_4 , длина этого участка для типа заряда А составляла $l_4 = 4 \text{ mm}$, для заряда типа Б - $l_4 = 6 \text{ mm}$. Объемы полостей в соответствующих участках рассчитывались по соответствующим геометрическим соотношениям, а полный объем образованной полости в образце после взрыва в нем зарядов пиротехнического состава типа А и Б равен:

$$V_{об}^T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \quad (2)$$

Диаметры основной части образованной полости по результатам расчета по (2) для случая А составляла $= 12,83 \text{ mm}$, а для случая Б - $= 17,81 \text{ mm}$.

Таким образом, истинный объем полости, образованной взрывом заряда пиротехнического состава, в образцах по соотношению (1) был равен соответственно $V^A = V_{об}^T - V_{ш} = 11,67 - 1,26 = 10,41, \text{ cm}^3$;

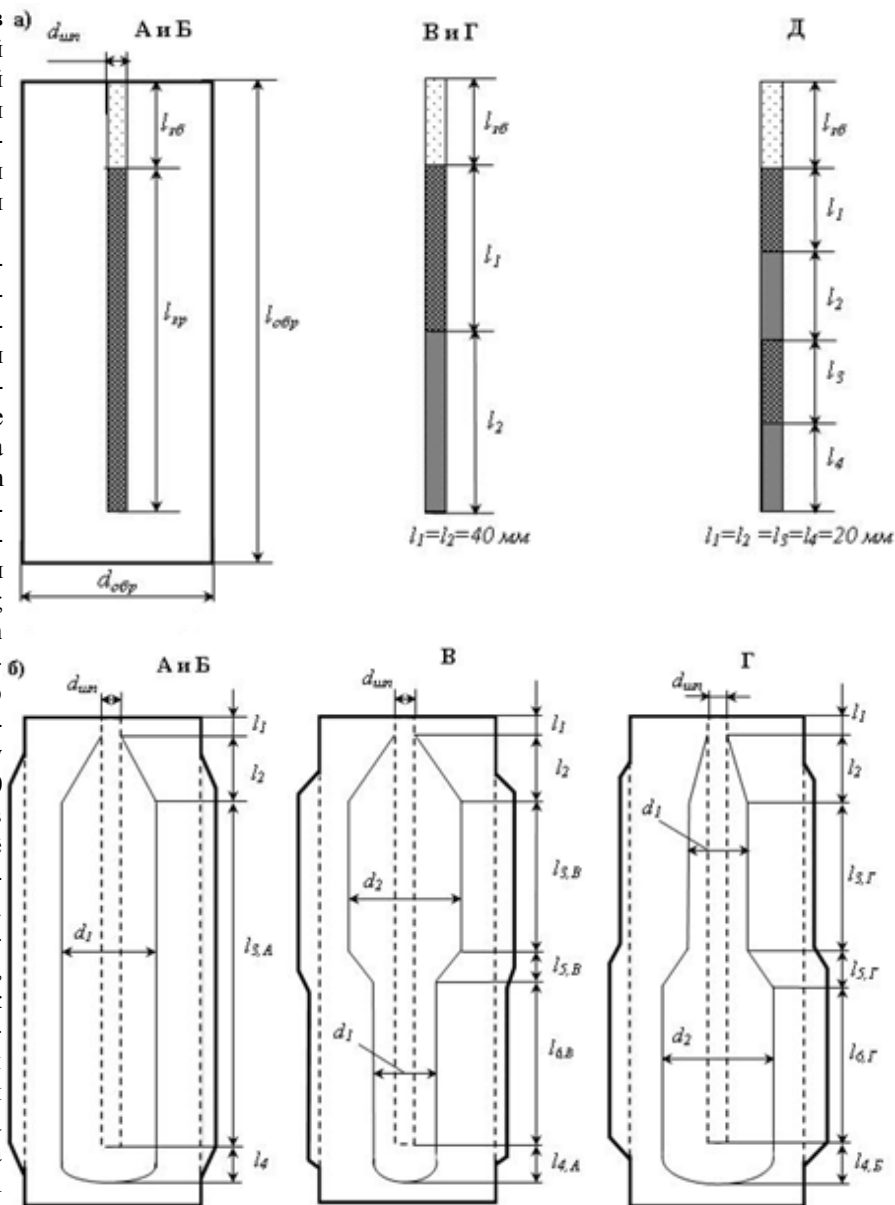


Рис. 1. Типы комбинированных зарядов и схемы форм полостей в образцах: а) испытательные образцы и типы зарядов; б) формы полостей в образце после взрыва зарядов. $l_1 - 5 \text{ mm}$; $l_2 - 15 \text{ mm}$; $l_{4,А} - 4 \text{ mm}$ (А, В); $l_{4,Б} - 6 \text{ mm}$ (Б, Г); $l_3 - 13-15 \text{ mm}$; $d_1 - 12,83 \text{ mm}$; $d_2 - 17,81 \text{ mm}$. ----- до взрыва; — после взрыва

$$V^B = V_{об}^T - V_{ш} = 22,58 - 1,26 = 21,32, \text{ cm}^3$$

По полученным значениям объемов деформирования образцов V^A и V^B видно, что объемы полостей, образованных при взрывах зарядов типа Б в два раза больше объемов полостей, образованных при взрывах зарядов типа А, и соответствуют двукратному повышению энергии зарядов в первом случае по сравнению с энергией зарядов во втором. Тем самым подтверждена зависимость объема деформирования и разрушения пород только от энергии зарядов [5].

Теперь дадим физическую интерпретацию этих опытов.

1. В рассматриваемых опытах А и Б цилиндриче-

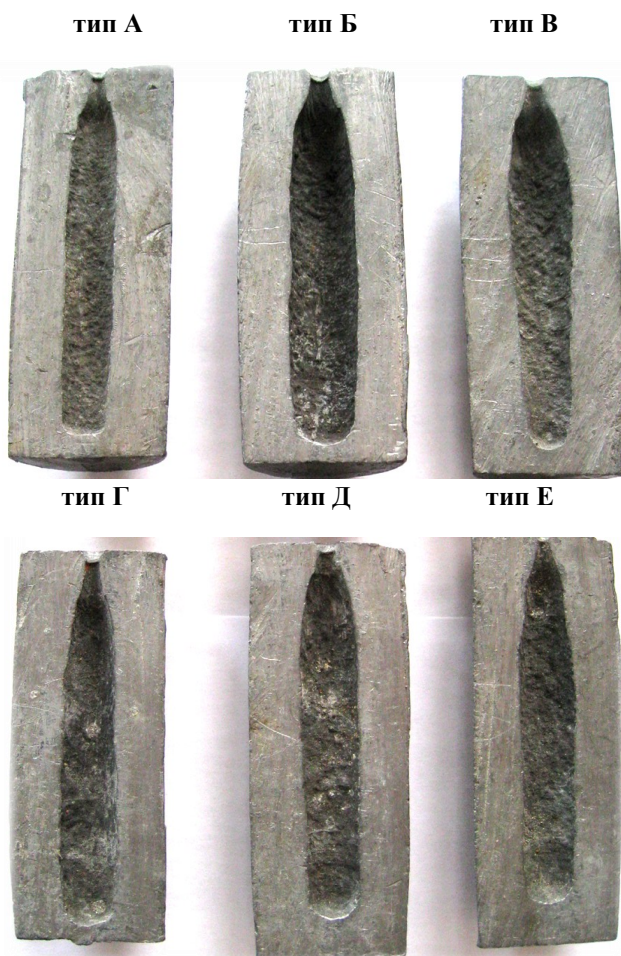


Рис. 2. Свинцовые образцы и полости образованных после взрыва в них комбинированных зарядов ПС

ские полости в свинцовых образцах формировались по всей длине зарядов, начиная с точки инициирования. Значит, практически сразу же после инициирования в этих зарядах формировался устойчивый режим детонации заряда пиротехнического состава с формированием детонационной волны и особой автомобильной волны разряжения.

2. Во всех опытах в верхней части свинцовых образцов там, где располагалась забойка, имело место линейное уменьшение диаметра полости от максимального в точке инициирования заряда до диаметра шпура. Этот участок имел длину порядка 15 мм. Этот факт свидетельствует о том, что имело место и существенное снижение амплитуды параметров напряженно-деформированного состояния в образцах с приближением к устью шпуров, то есть и в этой части не проявлялось воздействие некоего среднего давления в зарядной полости на деформируемый свинец.

При взрыве комбинированных зарядов пиротехнического состава типа В в свинцовых образцах образовалась полость с шестью разными участками, параметры которых имели следующие значения:

- длина первого участка - l_1 ,
- длина второго участка - l_2 ,
- длина третьего участка $l_{3,B}=40$ мм (при Q_6) с диаметром полости $d_{3,B}$, длина переходного участка $l_{5,B}=15$ мм, на котором имел место постепенный переход к формированию устойчивой детонационной волны во второй части заряда с Q_3 , длина шестого участка $l_{6,B}=25$ мм с диаметром $d_{6,B}$,
- длина четвертого участка $l_4=4$ мм.

Таким образом, длина переходного участка, соответствующего переходу детонации пиротехнического состава от более мощных частей зарядов (с Q_6) к детонации менее мощных зарядов (с Q_3), составляла порядка 15 мм ($3,75d_{зар}$). При этом выяснилось, что диаметр третьего участка полости - $d_{3,B}$ оказался близким к диаметру $d_2=17,81$ мм, как при установившемся режиме детонации заряда ПС типа Б.

Диаметр полости на шестом участке полости - $d_{6,B}$ оказался близким диаметру полости - d_1 как при установившемся режиме детонации заряда типа А. Четвертый участок получился точно таким же как четвертый участок при взрыве зарядов типа А. Переходный участок длиной $l_4=15$ мм представляя собой усеченный конус, имеющий большой диаметр, равный d_2 , а меньший - d_1 , и сформирован детонационной волной с линейно убывающей амплитудой хемпика.

Таким образом, объем полости, образованной при взрыве комбинированных зарядов типа В, приближенно может быть принят равным

$$V_{об} = V_1 + V_2 + 0,5V_3^B + V_{np} + 0,3125V_3^A + V_4^A \quad (3)$$

$$V_{np} = \frac{0,25\pi l_4 \left[(d_{nl}^A)^2 + d_{nl}^A \cdot d_{nl}^B + (d_{nl}^B)^2 \right]}{3} \quad (4)$$

где V_{np} - объем переходного участка мм^3 ;

V_3^B - объем V_3 при взрывах зарядов типа Б, мм^3 ;

V_3^A - объем V_3 при взрывах зарядов типа А, мм^3 ;

V_4^A - объем V_4 при взрывах зарядов типа А, мм^3 .

Объем полости, образованной в свинцовых образцах взрывом комбинированного зарядов пиротехнического состава типа В, рассчитанный по теоретическому соотношению (3), составляет 17982 мм^3 и превышает экспериментальное значение, равное 17200 мм^3 на 4,2 %. Это отличие находится в пределах точности эксперимента.

Следовательно, действительно, при взрывах комбинированного заряда типа В в свинцовых образцах имеют место соотношения:

$$d_{3,B}=d_2 \text{ и } d_{6,B}=d_1.$$

При взрыве в свинцовых образцах зарядов ПС типа Г объем образовавшейся полости $V_{об}$ составлял 16970 мм^3 . Полость содержит шесть участков, длина пятого (переходного) и шестого участков равны $l_5=13$ мм и $l_6=27$ мм соответственно.

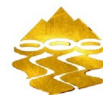


Таблица 2

Результаты и статистики опытных данных

Параметры	Ед. изм.	Типы зарядов						Примечание
		А	Б	В	Г	Д	Е	
Ξ ,	J	2512	5024	3768	3768	3768		
$V_{cp}^{\Phi\kappa}$,	mm ³	10407	21322	15991	15705	16489	13957	Без учета объема полости шпура
$\gamma_{cp,i}$	mm ³ /J	4,143	4,244	4,244	4,168	4,376	3,704	
$\gamma_{cp,i} / \bar{\gamma}_{cp}$		0,978	1,002	1,002	0,984	1,003	0,875	
D	mm ⁶ /J ²	0,00333	0,0008	0,0572	0,5000	0,0307	0,00361	
σ ,	mm ³ /J	0,0577	0,0283	0,239	0,244	0,175	0,0601	
ψ		0,013	0,0066	0,056	0,058	0,0399	0,0162	

Приближенно принято, что в верхней половине зарядной полости, где взорвалась часть заряда ПС с (Q_3), диаметр полости $d_{3,Г}$ равен диаметру полости $d_{3,А}$, при установившемся режиме детонации заряда типа А.

Кроме того, приближенно принято еще, что диаметр шестого участка полости $d_{6,Г}$, где взрывалась часть комбинированного заряда с (Q_6), был равен диаметру d_2 полости, сформировавшейся при взрыве заряда типа Б с (Q_6).

Таким образом, расчетное значение полного объема полости при взрыве в свинцовом образце комбинированного заряда типа Г будет равно

$$V_{об} = V_1 + V_2 + 0,5V_3^A + V_{np} + 0,3375V_3^B + V_4^B (5).$$

Численное значение $V_{об}$, рассчитанное по теоретическому соотношению (5) получилось равным $V_{об} = 16084 \text{ mm}^3$, и на 5,2 % меньше экспериментального, что убедительно свидетельствует о том, что при взрывах комбинированных зарядов типа Г в свинцовых образцах имеют место соотношения $d_{3,Г} = d_1$ и $d_{6,Г} = d_2$.

Таким образом, из результатов экспериментального определения объемов полостей, сформированных при взрыве комбинированных зарядов типа В и Г, следует, что процессы деформирования свинцовых образцов на участках 3 и 6 практически полностью определяются воздействием продуктов детонации в детонационных волнах и в особых автомоделных волнах разрежения, распространяющихся по этим участкам свинцового образца.

То есть, при взрыве комбинированных зарядов промышленных взрывчатых веществ процессы деформирования и разрушения пород определяются не

неким средним давлением по всей зарядной полости, а локальными давлениями продуктов детонации, формирующимися на соответствующих участках частей зарядов промышленных взрывчатых веществ. Причем, в этом случае обязательно формируются переходные зоны длиной порядка $3,75d_{зар}$, когда имеет место переход от части заряда с большей энергией к части заряда с меньшей энергией, и $l_{пер} = 3,25d_{зар}$ - при переходе детонационной волны от части заряда с меньшей энергией к части заряда с большей энергией.

Из этих опытов следует, что длины переходных участков, равные $3,25d_{зар}$ и $3,75d_{зар}$, существенно больше длины зоны формирования устойчивой детонации на начальных участках всех зарядов пиротехнического состава ($0,5 d_{зар}$) после точечного инициирования последних.

Значит: формирование переходных участков при взрывах комбинированных зарядов промышленных взрывчатых веществ обусловлено перестройкой детонационных волн и особыми автомоделными волнами разрежения при переходе детонационной волны от участков заряда с одной плотностью энергии к участкам – с другой.

Причем, результаты рассмотренных экспериментальных исследований подтверждают теоретическое предположение, принятое при развитии ФКСВ теории о локальности процессов деформирования и разрушения горных пород взрывом зарядов промышленных взрывчатых веществ в [2].

В серии опытов при взрывах в свинцовых образцах зарядов типа Д длины участков, имеющих разную энергию, составляли 20 mm. В этом случае удельная работоспособность составила:

$$\gamma_{cp}^D = 4,376,$$

и превышало всего на 4 % $\bar{\gamma}_{cp}$ среднее значение удельной работоспособности при описанных выше



опытах. То есть, и в этом случае имело место формирование устойчивой детонации зарядов промышленных взрывчатых веществ на части участках вне возможных переходных зон.

Так что в случае если значения длин участков заряда с разной энергией будут больше значений длин переходных участков, то соответствующие объемы деформирования и разрушения пород будут пропорциональны общей энергии зарядов. Такое положение получило полное подтверждение в процессе этих лабораторных экспериментальных исследований.

Среднее значение γ_{cp} при опытах со всеми типами зарядами составляло 4,235, отклонение от которого для отдельных типов зарядов не превышает 3,3 % (табл. 2).

Опыты на свинцовых образцах с зарядами пиротехнического состава типа Е были проведены с целью оценки эффективности деформирования свинцовых образцов взрывом комбинированных зарядов, в которых длины отдельных участков с разной плотностью энергии пиротехнического состава были меньше длин переходных участков и составляли 10 mm

где σ - среднеквадратическая погрешность, mm^3/J ;

D - дисперсия, mm^6/J^2 ;

Ψ - коэффициент вариации по Л.И. Барону.

Результаты взрыва зарядов ПС типа Е в свинцовых образцах показали, что отклонения полученного значения параметра $\gamma = 3,704$ от среднего $\bar{\gamma} = 4,235$ – соответствующего всем другим опытам, составляло 12 %. Такое отклонение превышало погрешность описываемых опытов и свидетельствовало о заметном снижении эффективности взрывного воздействия таких комбинированных зарядов на свинцовые образцы.

Таким образом, в случае применения заряда пиротехнического состава с длинами отдельных участков с разными мощностями энергии меньших значений длин переходных зон, режимы детонации и особых автомобильных волн разряжения на этих участках не успевают формироваться полностью, что приводит к

снижению эффективности взрывного воздействия на образцы.

Основные выводы.

По результатам лабораторных экспериментальных исследований деформирования свинцовых образцов взрывом зарядов пиротехнического состава, имеющими участки с разной плотностью энергии пиротехнического состава, позволили сформулировать следующие выводы:

При точечном инициировании удлиненного заряда промышленных взрывчатых веществ в каждом его сечении после прохода детонационной волны происходит очень быстрое (за время τ_{pcm}) расширение зарядной полости до конечного значения, так что за это время в этом сечении зарядной полости не успевают произойти процессы суперпозиции ударных волн в продуктах детонации, выравнивающие давление последних до некоторого среднего значения P_{cp} .

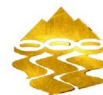
Исследованиями установлено, что процессы деформирования и разрушения пород при точечном инициировании удлиненных зарядов полностью определяются давлением продуктов детонации в конкретном сечении этих зарядов.

Установлено, что при точечном инициировании комбинированного заряда постоянного диаметра с участками, имеющими разную плотность энергии, в породе под действием продуктов детонации формируется полость, имеющая несколько участков - основные соответствующие детонации промышленных взрывчатых веществ со своими значениями плотности энергии и переходные участки, формирующиеся в последующих участках после прохода детонационной волной границы между двумя участками с разной плотностью энергии.

При применении удлиненных зарядов с участками, имеющими разные энергии, длины отдельных участков заряда должны быть больше значений длин переходных зон для обеспечения максимально возможного воздействия взрыва таких зарядов на деформируемую среду.

Библиографический список.

1. Крюков Г.М., Глазков Ю.В. Феноменологическая квазистатическо-волновая теория деформирования и разрушения материалов взрывом зарядов промышленных ВВ. Отдельные статьи горного Информационного бюллетеня 2003, № 11 – М.: МГГУ. С-67.
2. Крюков Г.М. Физика и момент разных видов разрушения горной породы при взрыве в ней удлиненного заряда ПВВ. Отдельные статьи ГИАБ, 2009, № 3-М., «Мир горной книги». С-48.
3. Глазков Ю.В. Экспериментальные исследования деформирования свинцовых образцов взрывом удлиненных зарядов разных конструкций. ГИАБ. отд. вып. 2007. №5. С. 183-192.
4. Суханов. А.Ф. Разрушение горных пород взрывом. – В сб.: Вопросы теории разрушения горных пород действием взрыва. М.: изд-во АН СССР, 1958, С. 61-77.
5. Дубнов Л.В., Бахревич Н.С., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. – М.: Недра, 1988, С.-358.

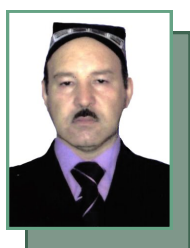


УДК 622.234.5 © Каримов Ё.Л., Якубов С.И., Аликулов Г.Н., Латипов З.Ё. 2018 г.

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АКТИВНЫЕ ЗОНЫ ТЮБЕГАТАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ



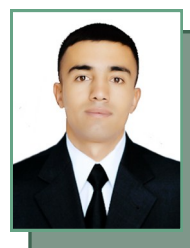
Каримов Ё.Л.
ст.преподаватель кафедр
«Горное дело и геодезия»
Каршинского инженерно-экономического
института



Якубов С.И.
и.о. доцента кафедры
«Горное дело и геодезия»
Каршинского инженерно-экономического институ-
та, к.т.н.



Аликулов Г.Н.
зав.кафедры «Горное дело
и геодезия» Каршинского
инженерно-экономического
института, к.с-х.н.



Латипов З.Е.
ассистент кафедры
«Горное дело и геодезия»
Каршинского инженерно-экономического институ-
та, магистр академ.наук

Ishda Tepaqo'ton kaliy tuzlari konining geodinamik faol zonasida dastlabki qazib olish ishlarining o'zaro muvofiqlik masalasi ko'rib chiqilgan. Dastlabki qazib olish ishlari konturi o'ta yuqori geodinamik aktiv xisoblangan Tuyashsoy (Tuyaboshsoy) zonasiga to'g'ri kelganligi aniqlangan.

Tayanch iboralar: *Silvinit, Tepaqo'ton koni, Tuyashsoy (Tuyaboshsoy), geodinamika, geodinamik faol zona, skvazina, rudnik, shaxta, kamera, kosmosyomka.*

In the article, the questions of the interconnection of the contour of the site of the primary development of the potassium salts of the Tabugatan deposit with a geodynamic active zone are considered. It was established that the outline of the primary potassium salt site is located on the Tuyashsai (Tuyabashsai) extreme high geodynamic zone.

Key words: *Silvinit, Tyubegatan deposit, Tuyashsai (Tuyabashsai), geodynamics, geodynamic active zone, well, mine pit, first-line mining contour, zoning, space survey.*

Известно [1], что Среднеазиатский калиеносный бассейн, в котором расположено Тюбегатанское месторождение, охватывает территории юго-восточной части Туркменистана, юга Узбекистана, юго-запада Таджикистана и северную часть Афганистана. Изучение строения месторождения (учеными Кудряшовым, Грибковой, Набиевым и Осичкиной) показало, что калиеносные пласты в его пределах являются невыдержанными. Данные геологической службы также подтверждали изменчивость содержания KCl в продуктивных пластах. Поэтому экономическая эффективность и безопасная эксплуатация месторождений зависит, в первую очередь, от природных условий залегания полезного ископаемого.

В тектоническом отношении территория Тюбегатанского месторождения приурочена к северо-западному крылу Тюбегатанской брахиантиклинали. Соляные отложения сложены каменной солью и сильвинитом и перекрыты верхнеюрскими, нижнемеловыми и четвертичными терригенными породами [1].

Калийные породы Тюбегатанского месторождения содержатся в составе трех горизонтов галитовой (соленосной) подсвиты гаурдакской свиты киммеридж-титонского возраста и относятся к верхнеюрской галогенной формации. Промышленные содержания KCl установлены во втором пласте (Нижний II)

нижнего горизонта, где его количество варьирует от 15,6 до 50,5 % (среднее – 34,3 %) при изменениях мощности 0,8 до 12,8 м (среднее – 5,65 м) [2].

Запасы калийных солей по категориям A+B+C₁ составляют порядка 400 млн т, а по категории C₂ – 286 млн т.

В принятом проекте [3] освоения месторождения выделена площадь участка первоочередной разработки сильвинитовой руды по скважинам №№ 48, 25 бис, 55, бзк 7, 40 бис, 35 и 89. (рис. 1.)

В исследованиях И.С. Копылова [4] отмечается, что за последние 150 лет в мире в результате недостаточного геодинамического обоснования или неправильного ведения горных работ было затоплено более 80 калийных рудников, из них в Германии – более 30, Канаде – 6, в России – 2.

В 1986 и 2006 гг. в результате аварий были затоплены 2 шахты на крупнейшем в мире Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей. Установлено, что подавляющее большинство аварий на рудниках происходит в условиях высокой геодинамической активности горных массивов, осложняющихся высокой трещиноватостью пород. Формирование участков с высокой степенью трещиноватости пород происходит под действием различных инженерно-геологических факторов, ведущими из которых явля-

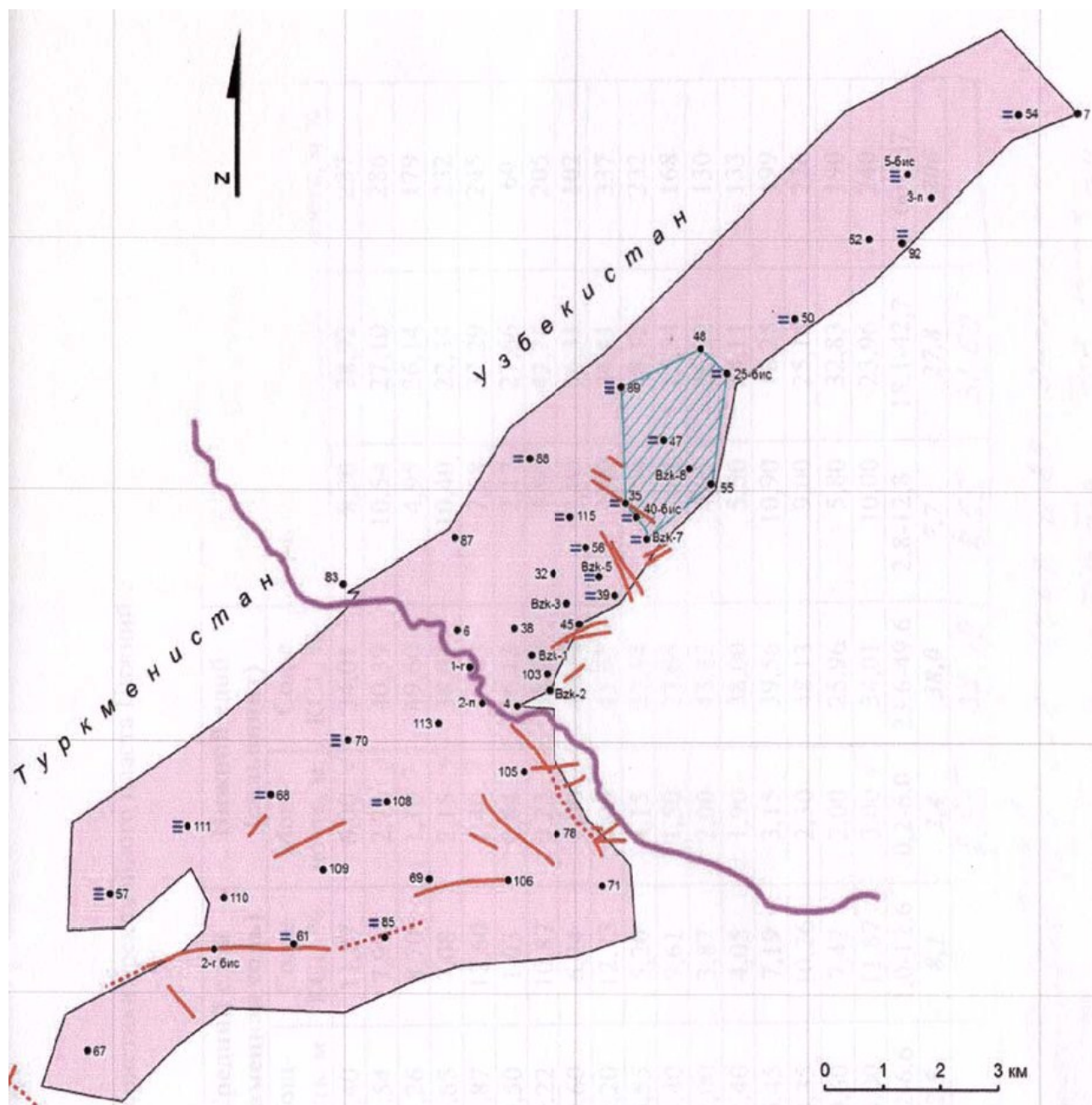
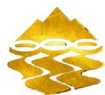


Рис. 1. Контуры участка первоочередного освоения Түбегатанского месторождения калийных солей

ются современная геодинамика и неотектоника. Кроме того, методика, результаты, обсуждение основной методологии оценки и прогнозирования геодинамической опасности районов действующих и проектируемых калийных рудников и выделение геодинамических активных зон возможно путём системного линейно-геодинамического анализа на основе дистанционных аэрокосмогеологических исследований в комплексе с геофизическими, структурно геоморфологическими, гидрогеологическими, геохимическими, геоэкологическими и биологическими методами.

Данная методика исследований успешно была отработана на крупнейшем в мире Верхнекамском калийно-магнелийном месторождении (Пермский край), Жиланском месторождении калийных и полигалитовых солей, а также Түбегатанском месторождении калийных солей, которое расположено в Дехканабадском районе Кашкадарьинской области Республики Узбекистан.

Протяжённость всего Түбегатанского месторождения с юго-запада на северо-восток составляет 24 km при ширине до 7 km (в пределах узбекской части соответственно – 14 и 1,5-3 km). В контуре подсчёта запасов его площадь составляет 69,6 km². По геодинамическим условиям район месторождения находится в сложных тектонических и сейсмических условиях, находясь на стыке планетарных (Евразийская и Индийская плиты) и субпланетарных (Туранская плита и Тянь-Шанский ороген) тектонических структур. Блоково-надвиговое взаимодействие этих крупных

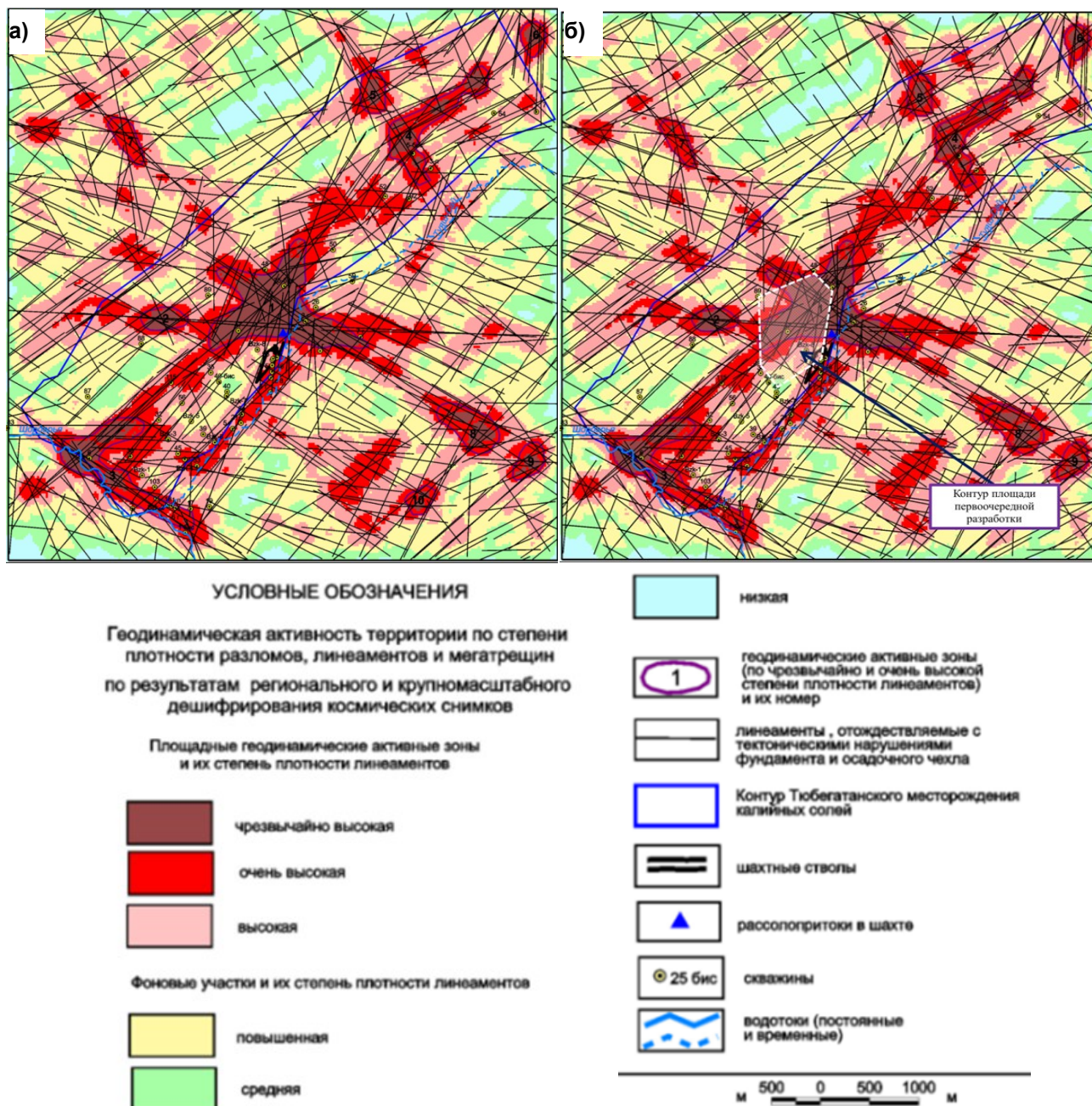


Рис. 2. Карта геодинамических активных зон Тюбегатанского месторождения: (а) калийных солей (Копылов И.С.); (б) с наложением контура площади первоочередной разработки

тектонических структур осложняется локальной сдвиговой и соляно-купольной тектоникой.

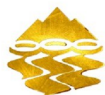
Основная геодинамическая активность, по-видимому, связана с системой северо-восточного тектонического нарушения, проходящего через всю Тюбегатанскую структуру с юга запада на северо-восток. Его пересекают многочисленные локальные субширотные и диагональные линеаменты, которые в свою очередь «оперяются» короткими линеаментами. Для разрабатываемого месторождения изучение новейшей тектоники и современной геодинамики является особенно важным, поскольку на руднике в конце 2012 г. произошел сильный аварийный приток рассо-

лов в шахтные стволы, который с большим трудом удалось ликвидировать.

В связи с этим необходимо было установить неблагоприятные и более благоприятные участки для проходки шахтных стволов.

Проведены аэрокосмогеологические исследования различной детальности; линеаментно-геодинамический, морфонеотектонический, линеаментно-блоковый анализы по методикам [4].

Дешифрирование цифровых космосъемок (КС), обработка данных, геоинформационное картографическое моделирование проводились с применением ГИС-технологий в arc GIS и arcView GIS. Дешифри-



рование КС проведено по 8 уровням изучения – от обзорного, в пределах всего Южного Узбекистана, до крупномасштабного, на площади Тубегатанского месторождения, и детального – на участке шахтных полей с анализом новейшей тектоники и современной геодинамики. По результатам региональных аэрокосмогеологических исследований выявлены крупные линеamentные зоны предполагаемых тектонических нарушений фундамента и осадочного чехла. По крупномасштабному дешифрированию КС масштабов в районе месторождения и прилегающей территории выделено более 2150 прямолинейных тектонических линеamentов различных рангов с преобладающими северо-восточным и северо-западным направлениями, а также дугообразные линеamentы и кольцевые структуры.

Неотектоническое районирование проведено на основе линеamentно-блокового анализа с выделением неотектонических блоковых структур, при этом, в центральной части месторождения выделены 2 мезоблока, 6 локальных блоков первого порядка и 22 локальных блока второго порядка, характеризующиеся различной степенью неотектонической активности. В районе месторождения выделены 10 геодинамических активных зон. Крупнейшая из них – Туяшсайская (Туябашсайская) геодинамические активные зоны в северной части центрального участка месторождения, изометричной формы площадью 4,3 км², при детализации дифференцируется на 11 зон с площадями 0,01-0,06 км². Эти участки имеют наибольшую плотность тектонической трещиноватости и представляют наибольшую опасность для ведения горных работ и промышленного освоения месторождения (рис. 2).

С учетом имеющегося геологического материала на территории шахтного поля рудника выполнен комплексный анализ геологических и аэрокосмогеологических материалов с построением карты комплексного анализа и сделаны методические рекомендации по проведению геолого-геофизических исследований в целях безопасного ведения горных работ и промышленного освоения.

Проведенные детальные дистанционные исследования на действующем руднике показывают на хорошую сходимость результатов различных методов аэрокосмогеологических исследований и геофизики. Это обеспечивает надежность прогнозирования участков повышенной трещиноватости пород и рас-

солопроявлений в горных выработках, знания о которых необходимы для принятия оперативных решений по проходке шахтных стволов. На этих участках прогнозируются наиболее активные геодинамические зоны, которые представляют наибольшую опасность для ведения горных работ. На участках шахтных полей они были подтверждены полевыми наблюдениями и данными геофизических исследований. Было рекомендовано исключить эти зоны из разработки месторождения, также были намечены более благоприятные участки для отработки залежи калийных солей.

Учитывая вышесказанное, нами наложены контуры площади участка первоочередной разработки (рис. 1) на контуры скважин карты геодинамических активных зон (рис. 2 а), и мы получили картину, отражающую положение, по которой получим возможность оценить то, насколько правильно выбрана площадь первоочередного освоения рудника и сооружения технологических стволов (рис. 2 б).

Как видно из карты, контур площади участка первоочередной отработки совпал с зоной чрезвычайной гидродинамической активности, т.е. с крупнейшей – Туяшсайской (Туябашсайской) геодинамической активной зоной. Проектом были предусмотрены охраняемые целики – т.е. гидроизолирующие целики, проходящие по скважинам №№ 48 и 25 бис на северо-востоке, а также по скважинам №№ 35 40 бис, 40 и bzk7 на юго-западе. Стволы пройдены в районе скважин 46 и 55.

В заключение можно отметить следующее:

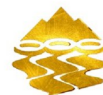
В результате аэрокосмогеологических исследований в Среднеазиатском, в частности Тубегатанском месторождении калийных солей, установлена высокая пространственная и корреляционная сходимость геодинамических активных зон с геофизическими, геохимическими и гидрогеологическими аномалиями.

Выделены участки с неблагоприятными геологическими процессами и явлениями, грунтовыми условиями. Принятое проектное решение по поводу площади первоочередного освоения запасов калийных солей находится в зоне чрезвычайной гидродинамической активности

Горно-технологические работы по добыче калийных руд ведутся в неблагоприятных условиях на крупнейшей – Туяшсайской (Туябашсай) геодинамической чрезвычайно высокой активной зоне.

Библиографический список

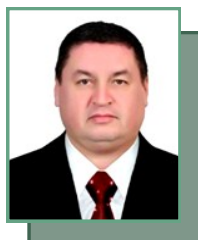
1. Высоцкий Э.И., Горещкий Р.Г., Кислик В.З. Калийные бассейны мира. Минск.: Наука и техника, 1988, 387 с.
2. Позднеев А.А., Земсков А.Н., Ибрагимов Г.И. Некоторые аспекты освоения Тубегатанского месторождения калийных солей // Рудник будущего, Пермь, 2010. Вып.1., с 6-10.
3. Рекомендации по корректировке параметров системы разработки Тубегатанского месторождения калийных солей. ОАО «Галургия», Березники, 2010, 135 стр.
4. Копылов И.С. Методы и технологии выявления геодинамических активных зон при разработке калийных месторождений для обоснования безопасного ведения горных работ. // Современные наукоемкие технологии. 2014, № 4, с.38-43.



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ УЗБЕКИСТАНА



Курбанов А.А.
доцент кафедры
«Металлургия» Навоийского
государственного горного
института, д.т.н.



Нурматов Ж.Т.
ст. преподаватель кафедры «Технология
машин и оборудования» Каршинского
инженерно-экономического института



Тошимов Б.Н.
магистр академ.наук
кафедры «Металлургия»
Навоийского государственного
горного института

Мақоллада respublikamizda 150 mln m³ dan ortiq zaxiraga ega bo'lgan bazal't tog' jinslari resurslaridan foydalanishdagi jahon tajribasi bayon etilgan. Erishilgan yutuqlar, basalt tabiiy resurslaridan foydalanish borasida ishlab chiqariladigan sanoat mahsulotlari, undan to'liqligicha foydalanish borasidagi agrim muammolar, haqida fikr yuritiladi. Mualliflar tomonidan olib borilgan kuzatuvlar, o'rganishlar, tajribalar, natijasida olingan ko'rsatkichlar, ulardan amalda foydalanish vazifalari, olingan qiymatlar misolida asoslab berilgan.

Shu bilan birga maqolada bazaltlarning kimyoviy, fizikaviy xossalari, ular asosida bazaltlarni qayta ishlashning zamonaviy texnologiyalarini yaratish asosida ishlab chiqariladigan canoat mahsulotlarining assortimentini yaratish dolzarb masala ekanligi yoritilgan va bu boradagi erishilgan natijalar to'g'risida to'xtab o'tilgan. Maqolada keltirilgan barcha ma'lumotlar otkazilgan tajribalar natijasi bo'lib kelgusida ulardan basalt tog' jinslarini tadqiq qilishda foydalanish mumkin.

Tayanch iboralar: bazal'tlar, zaxira, ishlab chiqarish, ularni o'zlashtirish, turli xil assortimentlar, import o'rnini bosuvchi maxsulot, tarkib, kimyoviy, qazilma boylik, texnologiya, tajriba, vazifa, sanoat.

This article provides information that our republic has more than 150 million m³ of basalt raw materials. The authors present information on the existing problems of processing basalts and the ways of their solution, the progress achieved, the study of the state of affairs and the experiments carried out, and it is recommended to fully involve the results of the study of the issue in the proceedings. The rationale and practical significance of the above recommendations are provided, which are proved by reliable facts and figures obtained in the research results.

In addition to those outlined in the article, information on the chemical and physical properties of basalt rock, the modern technologies for processing basalts, assortments of industrial products for various purposes that have actual and prospective values for our republic are reflected. The results of the research presented in the article are confirmed by data from experiments that have been published in scientific journals of Uzbekistan and foreign countries for several years.

Key words: basalts, stocks, production and their development, various assortments, import substituting products, composition, chemical, mineral composition, technology, experiment, task, industry.

Комплексное освоение природных минеральных сырьевых ресурсов, разработка рациональной технологии получения конкурентоспособной промышленной продукции остается одной из актуальных задач горно-металлургической промышленности мира. За последние 50 лет мировое потребление металлозаминителей и заменителей бумаг, получаемых из природных минеральных сырьевых ресурсов, увеличилось в 2-3 раза, а огнеупорных, композиционных и кислотоустойчивых материалов – в 2,5-3,8 раза. В настоящее время в развитых странах мира основными направлениями современной науки обогащения полезных ископа-

емых является изучение эффективных путей освоения минеральных ресурсов, их переработка и внедрение на практике достижений передовой технологии. В выполнении поставленной задачи особое место отводится переработке природных минеральных богатств металлургической промышленности.

В последние годы растет потребность Узбекистана в новой, дешевой, конкурентоспособной продукции из местного сырья, которая непосредственно связана с расширением и развитием возможностей металлургической и перерабатывающей отраслей, опирающихся, в основном, на широкое внедрение на



практике переработки и обогащения полезных ископаемых.

Для производства новой, альтернативной, экологически чистой и качественной продукции рекомендуются базальтовые породы. Руководствуясь информацией научно-технической литературы мира, отмечаем, что базальты Узбекистана после длительных природных явлений по сравнению с составом базальтов других стран не содержат ценные, дорогостоящие компоненты, а также радиоактивные элементы и являются (условно их можно принять так) самыми бедными. Основную часть базальтов составляет оксид кремния. Такие базальты построены на концентрации большого количества оксидов металлов, вкраплениями оливина, пироксена и плагиоклазы. Это нашло отражение в их химическом составе – в повышенных концентрациях оксидов: SiO_2 , CaO , TiO_2 , MgO , FeO и Fe_2O_3 , K_2O , Na_2O и Al_2O_3 и т.д.

Отмечено, что базальты интенсивно могут взаимодействовать с жидкой средой в гидротермальных условиях и обогатиться. Они активно взаимодействуют с водой, из них выносятся и оседают многие компоненты. Такой процесс имеет большое значение для геохимического баланса некоторых элементов. Взаимодействие с водой кардинальным образом меняет состав морских базальтов. При метаморфизме базальты превращаются в зелёные сланцы, амфиболиты и другие метаморфические породы. Часто природа естественным путем меняет свойства породы и помогает обогатиться базальтам, находящимся в жидкой среде.

Растущий спрос на базальтовую продукцию способствует усовершенствованию комплексной переработки базальтов и производству изделий различного назначения на основе заданных параметров химических и физико-механических свойств породы. В таких условиях решение вышеперечисленных задач является весьма актуальной проблемой и требует проведения комплексных исследований свойств и состава базальтов, направленных на дальнейшее повышение эффективности использования местных базальтовых сырьевых ресурсов, их обогащения и организации производства новой, качественной и экологически чистой продукции.

Особое внимание необходимо уделять комплексному исследованию химических и физико-механических свойств и состава пород, созданию технологии очистки базальтовой породы от шламов, гидрооксидов, солей, типизации и обогащению базальтов, а также на разработку современных технологий производства качественной продукции.

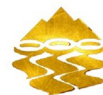
Очистка, типизация и обогащение базальтов являются весьма востребованными и позволяют создать новые технологии по организации производств, таких как электротехнические изоляторы различного потенциала; плитки, используемые в кислотных средах; базальтовые фильтры для обезвоживания пульпы с целью использования сточной воды в обороте водоснабжения и фильтров для очистки газов от пыли в

горно-металлургической промышленности. Это способствует повышению производственной мощности предприятия, созданию новых технологий в промышленности по выпуску экологически чистой продукции различного назначения и дополнительных рабочих мест.

Общеизвестный на сегодняшний день сырьевой запас базальтов Узбекистана составляет более 150 млн m^3 , которые расположены в основном на территориях Навоийской, Джизакской, Ташкентской и Наманганской областей. В Узбекистане добычей и переработкой базальтов занимаются более десяти негосударственных базальтоперерабатывающих предприятий, которые специализированы исключительно для изготовления теплоизоляционных и утеплительных материалов. предъявляемые к этим материалам требования по основным критериям качества, таким как огнеупорность и пожарная безопасность, температуроустойчивость, кислотоустойчивость, отсутствие газовыделения при нагреве, низкая плотность и долговечность в условиях переменных тепловых и климатических нагрузок и т.д. должны соответствовать современным стандартам [1-2 монограф. и автореф.].

Однако переработка базальтов в нашей стране сопровождается различными трудностями, связанными с недостаточной изученностью свойственных и вещественных показателей базальтов, а также высоким содержанием в почве, где расположены базальтовые месторождения, солей, таких как NaCl , KCl , CaCl , CaO_3 и т.д. (далее шламов). Содержание таких шламов создает дополнительные поры в «базальтовой вате», которые впоследствии вызывают высокую гигроскопичность, создают коррозию на рабочих поверхностях оборудования, сокращая их срок службы, и снижает качество продукции. Если базальтовые породы Среднеатлантического, Африкано-Антарктического хребтов, находясь в геодинамической обстановке образования, прошли естественный процесс обогащения, то базальты Средней Азии после океанических, вулканических извержений остались на суше, что повлияло на их состав и свойства [3-4 монограф и автореф сибир].

Проблема изучения вещественного состава и свойств базальтовой породы и использование их результатов в производстве для получения кондиционной продукции различного ассортимента представляет большой интерес и способствует созданию производств по выпуску импортозамещающих изделий. Производство базальтовой продукции по современным требованиям основывается на продолжении детального изучения химических, физико-механических свойств базальтов Узбекистана, исследовании методов очистки и магнитного обогащения базальтов, типизации породы базальтовых месторождений. Перечисленные работы должны сопровождаться разработкой научно обоснованных способов переработки базальтов и, тем самым, расширением ассортимента продукции, повышением эффективности работы базальтоперерабатывающих предприятий.



Актуальность решения этих задач обусловлена ростом потребности на базальтовую продукцию, имеющую устойчивый спрос не только в нашей стране, но и на международном рынке.

Анализ процессов добычи и транспортировки базальтовой породы по Узбекистану показал, что все базальтоперерабатывающие предприятия республики расположены далеко от месторождений. В некоторых случаях данное расстояние достигает до 600 km и больше, что повышает расходы на транспортировку сырья и влияет на повышение себестоимости конечной продукции.

Изучение современного состояния добычи и переработки базальтов базальтоперерабатывающими предприятиями Узбекистана показало, что исследованные химические свойства и состав базальтов применительны для организации производства базальтовых теплоизоляционных материалов. В настоящее время в Узбекистане действуют малочисленные базальтоперерабатывающие предприятия. Машинный парк этих предприятий в основном состоит из нестандартного – маломощного оборудования. Из-за отсутствия средств и дороговизны затруднено приобретение импортного оборудования. Вручную осуществляются погрузочно-разгрузочные работы. При этом объем переработки базальтов за день по республике в среднем составляет 25÷30 t и не удовлетворяет спрос внутреннего рынка.

Производимые теплоизоляционные материалы в разных погодных условиях быстро портятся. Из-за недостаточно проведенного исследования и нехватки информационной базы отсутствуют планы развития производства, периодическая экономическая оценка состояния предприятий, которые тормозят рост использования сырьевого потенциала базальтов и выпуск продукции различного назначения.

Одной из особенностей базальтов страны являются их специфические различия от других магматических пород, которые связаны с процессом плавления базальтовой породы и химико-минералогическим составом. Например, в современных источниках отмечено, что базальтовые породы до затвердевания не успевают полностью закристаллизоваться, поэтому имеют неполнокристаллическую и стекловатую структуру. Они относятся к эффузивным базальтовым магматическим горным породам, которые формировались ближе к поверхности земли и выделяются в виде отдельных кусков, средний размер которых колеблется в пределах 250-300 mm, и расположены они в основном не на большой глубине, так как базальты Узбекистана образуют поверхностную, твердую оболочку земли. Поэтому на Айдаркульском, Асмансайском и Гавасайском, а также других маломощных месторождениях базальты добывают открытым способом.

Для эффективного использования базальтовых месторождений и увеличения объема добычи и переработки базальтовых пород мы считаем возможным применение усовершенствованных методов перера-

ботки базальтов, которые повысят качество изделий, будут способствовать экономическому развитию базальтоперерабатывающих предприятий республики. С этой целью изучение и анализ информации технической литературы мира и нашей страны, патентных источников и современного состояния технологии базальтоперерабатывающих предприятий Узбекистана предполагает продолжать осуществление следующего ряда мероприятий:

- продолжать работу по научно-техническому обоснованию современного состояния технологии базальтоперерабатывающих предприятий Узбекистана, а также сравнить полученные результаты с передовым зарубежным опытом;
- организовать и проводить дополнительные исследования по практическому внедрению способов переработки базальтов на основе комплексного изучения их химических, физико-механических свойств и химико-минералогического состава с получением кондиционной продукции;
- разработка высокоэффективной технологии обогащения местных базальтов.

Для осуществления вышеизложенного были организованы и проводились следующие научно-исследовательские работы, целью которых являлись изучение:

- современного состояния вопроса теории и практики по переработке базальтов, существующих методов прогнозирования, обогащения и переработки базальтовой породы;
- химико-минералогического состава и свойств базальтов месторождений Узбекистана;
- процессов очистки базальтовой породы от шламов и различных примесей;
- выбора оптимальных и эффективных технологических параметров переработки базальтовой породы;
- технологии получения различного ассортимента конкурентоспособной продукции на основе качественных базальтов, которые имеют большой спрос как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Для решения вышеизложенных задач были взяты пробы базальтовой породы из месторождений Айдаркуль и Асмансай. Выполнены комплексные исследования химических, физико-механических свойств и химико-минералогического состава базальтовых проб. Осуществлен выбор перечисленных базальтовых месторождений, который аргументировался тем, что они сегодня являются основной сырьевой базой для базальтоперерабатывающих предприятий страны. В результате проведенных работ достигнуто получение качественной продукции путем типизации исходных базальтов с последующей селективной сортировкой их по геотехнологическим типам с использованием различных методов очистки, обогащения (промывка, грохочение, диффузионный обжиг и магнитная сепарация).

Проведенные исследования ряда лет показали, что:

- в составе базальта Айдаркульского месторож-



дения содержание SiO_2 на некоторых образцах достигает до 62 %, против – 53 % или 60 % в других базальтовых месторождениях мира, MgO до 10 % против – 20 % CaO против – 9 % или 11 %, $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 3,25 % против – 9,3 % или суммы Fe_2O_3 и FeO 1,59 % против 5,23 %;

- обнаружено заметно высокое содержание таких химических элементов как SiO_2 , CaO , Al_2O_3 в составе базальтовой породы месторождений Айдаркуль и Асмансай. Выявлено (в % соотношении) в меньшем количестве присутствие таких компонентов как MnO , Fe_2O_3 , FeO в базальтах месторождения Айдаркуль, чем у Асмансай. Помимо вышеизложенного в базальте месторождения Асмансай в отличие от Айдаркуля и Гавасай обнаружено P_2O_5 . При этом в отличие от химического состава базальтов месторождения Айдаркуль и Асмансай было выявлено отсутствие в составе базальтов месторождения Гавасай химического элемента MnO_2 ;

- базальты месторождения Айдаркуль в среднем содержат SiO_2 в пределах 43,7-59,9 %, в свою очередь базальты месторождения Асмансай 45,7-53,3 % и Гавасай 27,5-45,7 %. Тем самым подтверждено содержание SiO_2 , которое непосредственно влияет на температуру плавления. Выявлено, чтобы обеспечить высокое литейное свойство базальтов, в составе важно содержание SiO_2 , которое непосредственно влияет на температуру плавления. Выявлено, чтобы обеспечить высокое литейное свойство базальтов, в составе содержание SiO_2 не должно превышать 50 %, TiO_2 – 0,5 %-1,5 %, MgO – 12 %, ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) – более 8 %, CaO – до 16 % и ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) – 6 %. Такие базальтовые породы больше подходят для петругического производства, где можно производить детали изделий литейным способом;

- базальтовые породы со следующим содержанием химических элементов (% по весам): SiO_2 43-47 %, MgO до 7 %, Al_2O_3 до 20 %, CaO до 10 % и ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) не более 3,5 % могут быть использованы для изготовления теплоизоляционных материалов. Установлено, что содержание в составе базальта $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ и TiO_2 не влияет на качество теплопроводности базальтоволокнистых материалов. Эти показатели свойственны для базальтов всех трех рассматриваемых месторождений - Айдаркуль, Асмансай и Гавасай.

Помимо этого, в результате исследования выявлено, что влажность, гигроскопичность и влагоотдача могут являться важнейшими свойственными показателями базальтов, которые влияют на электропроводность, стойкость против коррозии, огнеупорность, температуру плавления, физико-химические и механические свойства, играющие немаловажную роль при определении назначения и расширения ассортимента выпускаемой продукции.

Экспериментально установлено, что высокое содержание в составе базальтов более 50 % SiO_2 способствует снижению вязкости, литейного свойства

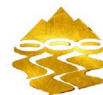
расплава и повышает электропроводимость, но при этом снижает твердость самой породы. Поэтому представляет практический интерес использование базальтов месторождения Айдаркуль для изготовления кислото-щелочных плиток для работы в агрессивных средах. Выявлено, что содержание SiO_2 в таких базальтах достигает до 60 %, а TiO_2 до 3 %, которые легко поддаются дроблению и измельчению.

Эксперименты показали, что одним из критериев, оценивающих химические свойства базальтов, является их кислотоустойчивость и устойчивость к агрессивным средам. Проведенные экспериментальные исследования по определению кислотоустойчивости базальтов показывают, что наблюдается заметное влияние на базальт серной кислоты. Чаще всего данное явление было обнаружено у базальтов Гавасайского месторождения. Во всех случаях на базальты оказывала сильное воздействие разбавленная кислота, чем концентрированная, которая возникает в результате воздействия излишних ионов на разбавленные кислоты, которые, стараясь создать дополнительные ионные соединения при растворении базальта, пытаются изменить структуру минерала.

В целом установлено, что процесс переработки и температура плавления базальтов должны основываться на следующих факторах: в химико-минералогическом составе, который в основном состоит из процентного содержания в породе оливина, пироксена и плагиоклаза, физико-механических и химических свойствах породы, а также условиях образования месторождения, связанного с засоленностью почвы. Исследования физико-химических свойств базальтов Узбекистана показали положительные критерии экономической эффективности использования базальтовой продукции на практике и хорошие перспективы, открывающие широкие возможности для создания новой, кислотощелочностойкой, диэлектрической, высокотемпературной, теплоизоляционной и дешевой продукции [5].

Таким образом, установлено, что, несмотря на низкое содержание ценных компонентов, базальты нашей страны представляют огромный сырьевой запас и практический интерес вовлечения их в производство. Освоение и вовлечение бедных базальтов в производство позволяет создать новую отрасль промышленности и организовать производство экологически чистой и импортозамещающей продукции различного ассортимента; создать основу для повышения производственной мощности базальтоперерабатывающих предприятий и дополнительные рабочие места.

Анализ технологических процессов базальтоперерабатывающих предприятий показывает отсутствие сортировки базальтовой породы. Не создана информационная база о влиянии различных факторов, таких как зерновой состав, форма зерен породы, содержание в базальте пылевидных и глинистых частиц на качество выпускаемых материалов. Не изучены воз-



возможности обогащения базальтов.

Селективная типизация базальтовой породы месторождений Асмансай, Гавасай и Айдаркуль, а также других маломощных месторождений базальтов.

Выявлено, что селективную типизацию следует провести на основе критерийного значения факторов, определяющих свойства базальтовых изделий. В данном случае представляет практический интерес изучение и, в первую очередь, удаление засоленной части базальтов, которая состоит из шламов.

В данном случае представляет интерес изучение засоленности почвы в местах расположения базальтов и её влияние на качество породы. По данным Госкомприроды Узбекистана степень засоленности тех земель, где расположены крупные запасы базальтовых месторождений, высокая. Для исследования влияния солей на качество работоспособности и долговечности базальтовых теплоизоляционных материалов были проведены наблюдения за состоянием базальтоперерабатывающего оборудования и трубопроводов г. Навои, на которые были намотаны «базальтовые ваты». Выбор теплоизоляционных материалов аргументировался их использованием в качестве утеплительных материалов на открытой местности, т.е. под влиянием различных климатических условий.

Наблюдения проводились в течение 15 лет. Каждые три года изучали величину слоя коррозии на поверхности исполнительных рабочих органов оборудования предприятия и магистральных труб. При этом учитывалась относительная влажность воздуха прилегающего района. В течение 12 лет толщина слоя коррозии на исполнительных рабочих органах оборудования повысилась от 0,33-0,4 мм до 1,5-2,3 мм (при 50 мм толщине теплоизоляционной «базальтовой ваты») на магистральных трубопроводах [6].

Таким образом, установлено, что под теплоизоляционным материалом появляется коррозия. Этому способствуют применение низкокачественного теплоизоляционного материала. Снижение качества теплоизоляционного материала-это вина шламов, для удаления которых не приняты никакие меры и не осуществлены никакие работы. Поэтому рекомендуется отдать предпочтение на включение в технологию переработки базальтов процесс очистки породы от шламов.

Достоверность такой рекомендации закрепляется результатами ряда проведенных исследований, связанных с процессом очистки базальтов от примесей. В этом плане выявлено преимущество механического метода очистки базальтов с наименьшими производственными затратами, и он защищает базальтоперерабатывающее оборудование от преждевременной коррозии и износа. Очистка базальтов от примесей и получение чистого базальта позволяют повысить его работоспособность. Таким образом, выявлено, что

качественный продукт можно получить из чистых базальтов.

В результате проведенных исследований разработаны следующие рекомендации:

- разработать оптимальную технологию получения чистой «базальтовой ваты»;
- выявить критерии типизации базальтовой породы, способствующие расширению ассортимента продукции, что явилось основой для комплексного исследования химических, физико-механических свойств базальтов, и продолжать исследования по изучению специфических особенностей базальтов Узбекистана;
- произвести выбор оптимальных технологических параметров обогащения и сортировки базальтов (измельчение, грохочение, термодиффузионный обжиг, магнитная сепарация) по их геотехнологическим типам, а также основным технологическим параметрам плавления и тягучести расплавленных базальтов;
- разработать рекомендации проведения в дальнейшем углубленных исследований для выявления приемлемости перспективных, новых методов обогащения базальтовой горной породы;
- установить возможность извлечения Fe из измельченной базальтовой породы путем диффузионного обжига, позволяющего понижать электрическую проницаемость и повысить изоляционные свойства изготавливаемых опорно-аппаратных изоляторов различного потенциала для электротехнической промышленности;
- разработать технологию получения кислотоустойчивой плитки для использования ее в высокоагрессивных средах;
- анализировать процессы гомогенизации пульпы и фильтрации газов через базальтовые фильтры, и на их основе разработать технологию изготовления фильтров для разделения фаз в горно-металлургической промышленности;
- разработать технологию получения изделий медицинского назначения из «базальтовой ваты» и оценить их лечебные свойства.

В целом выявлены новые технологии переработки базальтовой породы и найдены новые направления организации производства продукции различного назначения. Сопоставление их технологических и эксплуатационных показателей с подобными показателями других материалов аналогичного назначения показали превосходство характеристики продукции базальтов Узбекистана.

Становится очевидной конкурентоспособность базальтовой продукции с другими промышленными изделиями, такими как металлические трубы, искусственные и синтетических материалы, бумага, металлические опоры и т.д., где базальт намного и выгодно отличается своей стойкостью против коррозии и диэлектрическими свойствами, щелочностойкостью и кислотоустойчивостью, экологической чистотой, удобностью использования, долговечностью и про-



стотой переработки. Это открывает новые возможности для использования такого дара природы. Новые направления применения базальтов позволяют разработать технологии переработки базальтового сырья и организацию производства конкурентоспособной, валютосберегающей, качественной промышленной продукции.

Данный положительный эффект позволяет в будущем экономить валютные средства, повысить объем

выпускаемой продукции и организовать дополнительные рабочие места, что имеет важное государственное значение.

Следовательно, перспективным направлением по использованию базальтовых сырьевых ресурсов Узбекистана является дальнейшее исследование и расширение производственного потенциала данной отрасли на основе существующих базальтоперерабатывающих предприятий.

Библиографический список

1. Воробьев А.Е., Дребенштетт К., Чекушина Т.В. Инновационные технологии каменного литья. Учебное пособие. Москва. РУДН-2007.-200с.
2. Курбанов А.А. Специфические особенности базальтов Кызылкума. Монография. Ташкент: Фан. - 2009. -160 с.
3. Курбанов А.А. и Тураев А.С. Краткий обзор о базальте и о получаемых базальтовых материалах. Научно-технический и производственный журнал Горный вестник Узбекистана. Навои, 2007.- № 3.-С. 82-85.
4. Методика выполнения измерений по улавливанию вредных химических веществ с применением базальтоволокнистого фильтрующего материала. МВИ НГМК Ц-34. 20-106: Методика. – Навои, ЦНИЛ-НГМК и НГИ, 2011. – 8 с.
5. Курбанов А.А. О проблемах фильтрации газа, жидкости и о материалах фильтров. Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана».- Навои, 2010. № 1.-С. 75-78.
6. Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А. и Тураев А.С. Основы переработки базальтов Кызылкума. Ташкент: Фан. 2010.- 167с.

УДК 553.061.2: 669.21(575.144)

© Исходжаев Б.А., Тангиров А.И., Урунов Б.Н. 2018 г.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ГОР БУКАНТАУ И РАЗМЕЩЕНИЕ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ



Исходжаев Б.А.
профессор каф. «Геология полезных ископаемых и разведочные работы» ТашГТУ
им. И. Каримова, д.г-м.н.



Тангиров А.И.
ст. преп. каф. «Геология полезных ископаемых и разведочные работы» ТашГТУ
им. И. Каримова

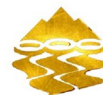


Урунов Б.Н.
ст. преп. каф. «Геология полезных ископаемых и разведочные работы» ТашГТУ
им. И. Каримова

Maqolada oksidlangan mis birikmalarini sulfidlash va mayda tomchilarini koalissensiyalash uchun Sharoitlarini yaratish yo'li bilan mis shlaklarini qayta ishlash masalalari ko'rib chiqilgan. Shlak tarkibidagi magnetitning tiklanishi tashlandiq mahsulotlardagi misning miqdori kamayishiga olib kelishi ko'rsatilgan, ammo oksidlangan birikmalar mavjudligi magnetit miqdori shlakda yuqori bo'ladi. Oksidlangan birikmalarining sulfidlanishi va mayda tomchilarni koalissensiyalash uchun sharoitlarni yaratish shlaklarni chuqur missizlantirish uchun imkon beradi.

Tayanch iboralar: shlak, qayta ishlash, pirit boyitmasi, dissosiyatsiya, oltingugurtli temir, oksidlarni sulfidlash, koalissensiya, tub fazaga o'tkazish, kam chiqindili texnologiya.

The article deals with the processing of copper slag by the sulfidation of their oxygenates and the creation of conditions for the coalescence of small droplets. It is shown that the reduction of slag magnetite significantly reduces the cop-



Sulfidation of oxygenates and the creation of conditions for the coalescence of small droplets creates conditions for deep desiccation of slags.

Key words: slag, processing, pyrite concentrate, dissociation, iron sulphide, atomic sulfur, oxides sulphidation, coagulation, transfer to the bottom phase, low-waste technology.

История изучения геологических особенностей и условий локализации эндогенного, в т.ч. золотого оруденения гор Букантау начинается с 30-х годов прошлого столетия.

В результате геологоразведочных работ, осуществленных во второй половине прошлого столетия здесь создана значительная ресурсная база окисленных и первичных золото-сульфидных руд в месторождениях центральной части гор Букантау – в пределах Кокпатасского рудного поля, послуживших сырьевой базой ГМЗ-3 НГМК. Оценка осуществлялась до глубин в среднем до 80-120 м от поверхности. Продолжаются широкомасштабные геологоразведочные работы в пределах Бозтауского и Окжетпесского рудных полей и прилегающих площадей. Здесь в последние годы начаты разведочные работы на глубоких горизонтах (до 350 м) отдельных месторождений.

Задачи дальнейшего развития и укрепления минерально-сырьевой базы, действующих в регионе добывающих предприятий обуславливают необходимость выработки и обоснования иных взглядов на рудоконтролирующие структуры, преследующих цель выделения новых площадей, перспективных на обнаружение месторождений благородных металлов, в первую очередь, золота.

Структурную основу рассматриваемой площади представляет цепочка вытянутых более чем на 80 km вдоль глубинного разлома брахиформных карбонатных построек девон-карбонного возраста - структурно-тектонические эрозионные окна среди отложений протерозойской флишовой формации, с контролируемой ими золоторудной минерализацией в Центральной части гор Букантау [10].

Известно, что Центральные Кызылкумы, в т.ч. и сооружения гор Букантау, представляют собой складчатую систему, сформированную в процессе многоциклического развития, протекавшего с позднего докембрия до перми [11].

Возможность существования в горах Букантау крупной региональной структуры, более диагональной по простиранию в отношении к общетяньшаньскому, подчеркивалась и ранее. Некоторые авторы представляли его как глубинный разлом с вытянутыми вдоль него брахиформными карбонатными постройками девон-каменноугольного возраста – структурно-тектонические эрозионные окна (Бозтау-Кокпатас-Окжетпес) среди отложений протерозойских кремнисто-карбонатных пород, с контролируемой ими благороднометалльной минерализацией [5]. Н.И. Оранским [7] в Кызылкумском секторе Южно-Тяньшаньской покровно-складчатой системы в пределах Южно-Букантауской структурно-формационной зоны выделен Бозтау-Окжетпесский

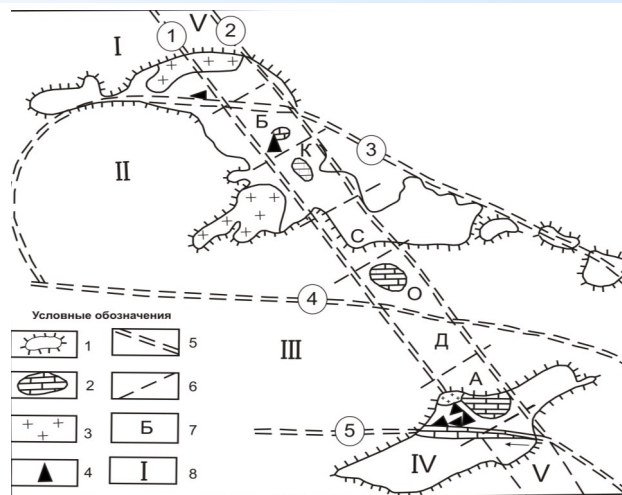


Рис. 1. Положение Бозтау-Окжетпесского грабена в региональных структурах Кызылкумов (по Оранскому Н.И., 1984): 1-обнажения палеозойского фундамента; 2-карбонатные формации; 3-гранитоиды; 4-серпентиниты; 5-глубинные разломы (цифры на рис.): 1-турткудукский; 2-саутбайский; 3-букантауский; 4-алтынтау-писталитауский; 5-бесапанский. 6-разломы, поперечные грабену, разломы других азимутов не показаны; 7-блоки в грабене с антиформами карбонатов: Б-бозтауский, К-кокпатасский, О-окжетпесский, Д-джаманкумский, А-актауский; 8-структурно-формационные зоны: I-северо-букантауская, II-южно-букантауская, III-тамдытауская, IV-ауминза-бельтауская, V-бозтау-окжетпесский грабен.

грабен позднеордовикского заложения, ограниченный Саутбайским и Турткудукским глубинными разломами с простиранием ССЗ 326^0 (рис. 1). В пределах его установлен характерный набор вулканогенных (карашахская толща), а также карбонатных образований среднедевонского и каменноугольного возраста в площадном залегании, обнажающихся в ядрах Бозтауской, Кокпатасской, Саутбайской и Окжетпесской антиформ. Внутреннюю структуру и морфологию Бозтау-Окжетпесского грабена следует рассматривать по морфоструктурным интервалам: 1) перекрытому просвечивающему (Северный Букантау); 2) надвиговому (Южный Букантау, Северный Тамдытау), 3) затухающему, в зоне повышенной проницаемости (Южный Тамдытау, Аристантау). Грабен представляет собой четко очерченную разрывными нарушениями складчато-разрывную структуру с развитием вулканогенных, карбонатных и интрузивных образований и широким спектром рудной минерализации в первую очередь благороднометалльного характера.

Авторами статьи при изучении региональных закономерностей размещения эндогенного оруденения региона использованы возможности тренд-анализа, который в геологии используется для выявления региональных и локальных компонентов исследуемых характеристик. Этот подход достаточно широко применяется в мировой практике. Так, крупные золото-



рудные месторождения группы Карлин в штате Невада (Провинция Бассейнов и Хребтов) приурочены к близмеридиональному поясу протяженностью около 1000 km, где золото-арсенидные месторождения размещаются в поднадвиговой зоне.

Аналогичные ситуации имеют и другие зарубежные месторождения. Так, например, углеродсодержащие алевролитовые и филлитовые сланцы позднего протерозоя на месторождении Сухой Лог (Россия) сматы в антиклинальную складку. Оруденение приурочено к трещинам кливажа мощной зоны расщепления (до 150 m), которая сформирована вдоль шарнира опрокинутой складки (Буряк и др., 1997). В пределах этой региональной зоны расщепления локализованы два однотипных месторождения и многочисленные пункты минерализации. Васильковское месторождение (Казахстан) приурочено также к мощной зоне расщепления северо-восточного простирания. Она вытягивается на многие десятки километров и на ее продолжении расположен ряд значимых золоторудных проявлений (Пивенштейн и др., 1969; Диаров и др., 1984).

Формирование месторождения Кумтор (Кыргызстан) связано со сложной и полигенной комбинацией осадочных и вулканогенно-гидротермальных процессов в условиях рифтообразования, а в последующем в субдукционно-коллизийный этап формируется промышленная минерализация. Такой тип месторождений по генезису в свое время А.Д. Щеглов предлагал назвать как осадочно-вулканогенно-гидротермально-метаморфический [9].

Комплексные исследования и анализ материалов геолого-съемочных работ (Бухарин А.К. и др. 1990), размещения месторождений полезных ископаемых (Михайлов В.В. [6]), дешифрирования космоснимков (Глух А.К. [3]), геолого-геодинамические построения (Миркамалов Р.Х. по работам 2012 г.) и др. позволили достаточно уверенно подчеркнуть возможность существования крупной региональной структуры - тренда, прослеживающегося по простиранию от гор Бозтау через Кокпатас до Окжетпеских возвышенностей шириной 6-8 km и простиранием в среднем на 320° с обнажением карбонатных пород в антиформных структурах - Бозтауской, Кокпатаасской и Окжетпесской. Каждая структура, включая ее обрамления, составляет основу одноименных рудных полей.

Выделяемая региональная структура достаточно четко отмечается по следующим элементам:

- наличие протяженных разрывных нарушений и тектонических дислокаций различного порядка и вида, но главным образом в породах среднепалеозойского аккреционного комплекса;

- наличие вдоль этой зоны цепочек брахиформных карбонатных построек девон-карбонового возраста, представляющих собой структурно-тектонические эрозионные окна среди отложений протерозойской кокпатаасской свиты и флиш-олистостромовой кара-

шахской толщи;

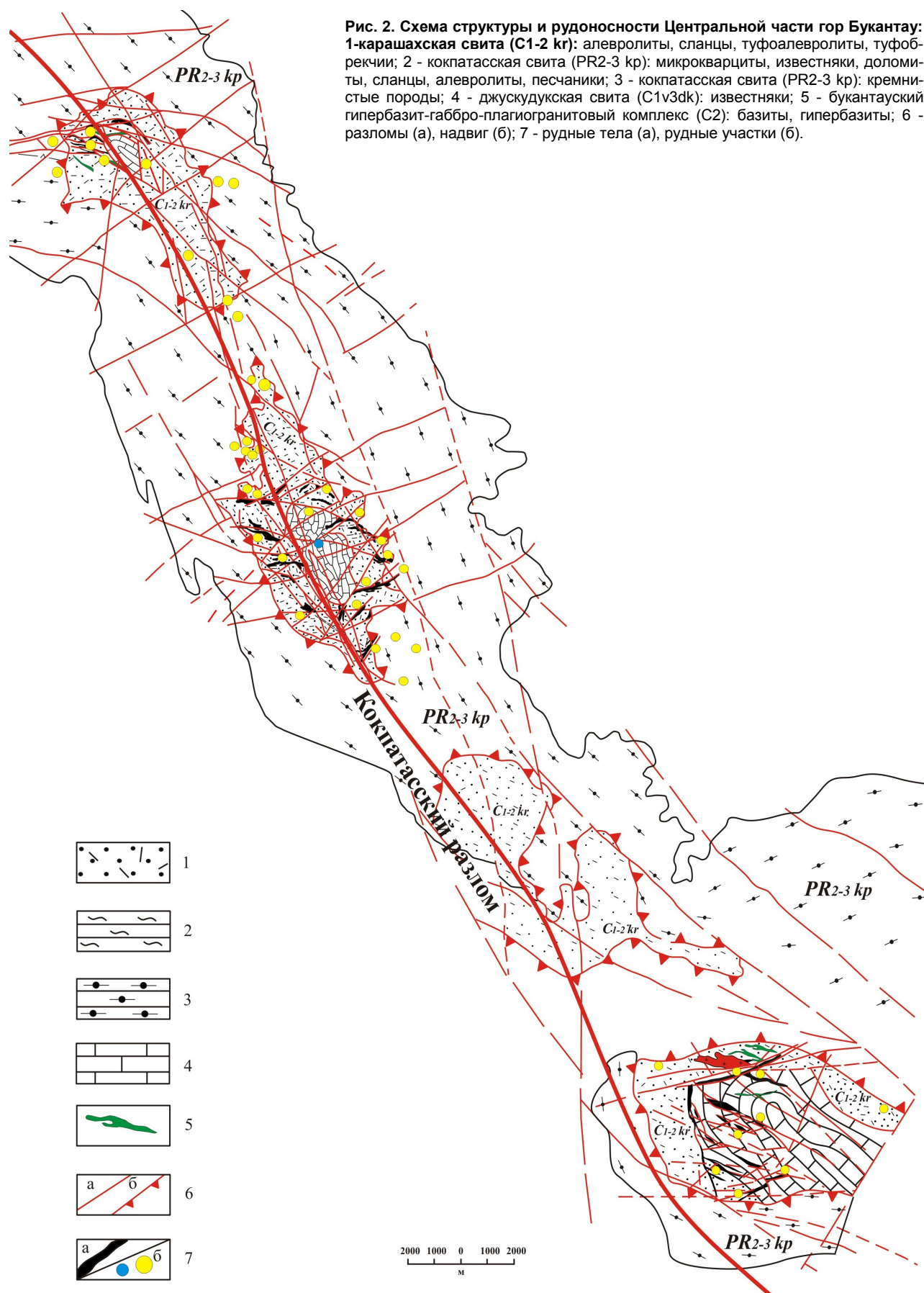
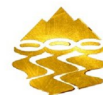
- приуроченность к этой структуре значительного большинства известных здесь рудных объектов. Ширина тренда условно принята в пределах 6-8 km, при общей протяженности по простиранию более 70 km и может иметь продолжение далее на юго-восток. Так, в зоне данного тренда локализованы 70 из 86 известных в Южном Букантау месторождений и значимых рудопоявлений золота, серебра и сурьмы, что составляет более 80 % известных здесь коренных проявлений. Здесь же размещена карашахинская диатрема, несущая минерализацию алмазов.

Особенности пространственного размещения месторождений в зоне БКОТ.

В геологическом строении описываемой площади по данным различных авторов (Абдуазимов З.М., Миркамалов Р.Х. 2012) участвуют терригенные и кремнисто-терригенно-карбонатные толщи кокпатаасской свиты, карбонатные отложения окжетпесской, бозтауской и восточно-сардарской свит и вулканогенно-осадочные образования, составляющие основу среднепалеозойского аккреционного комплекса островодужных образований карашахской толщи. Из магматических образований принимают участие известные кокпатаасский монзонит-гранодиоритовый и сарытауский трондьемит-адамеллитовый комплексы.

Бозтауское, Кокпатаасское и Окжетпесское рудные поля представляют собой антиформы, прослеживающиеся цепочкой в центральной части гор Букантау. Строение названных структур схожее между собой. В ядре обнажается карбонатная формация девона-карбона СВК Окжетпес. Крылья слагает вулканогенно-терригенная формация СВК Карашахо. Названные образования находятся в автохтонном залегании и выходят на дневную поверхность из-под кремнисто-карбонатно-терригенной формации СВК Кокпатас. Последний надвинут на два первых. В пределах ядер антиформных структур интенсивное развитие имеют дайковые образования (рис. 2, 3).

Описанные структуры вытянуты в запад-северо-западном направлении и трассируют зону развития Кокпатаасского глубинного разлома. Выделяя здесь Бозтау-Кокпатас-Окжетпесскую антиформу подчеркнем, что она вмещает наиболее крупные месторождения золота и серебра региона. Структурный облик этой диагональной зоны и прилегающих площадей характеризуется ее приуроченностью к зоне крупного надвига отложений кокпатаасской (O₁₋₂) свиты на карбонатные отложения девона и карбона, обнажающихся в ядре антиформ. В плане это - полоса метатерригенных и кремнистых интенсивно перемятых пород [3]. В ее составе выделяются сильно ожелезненные и окварцованные разности, представленные аргиллитами, алевролитами и песчаниками. Зона надвига осложнена многочисленными разломами, имеет в плане неровную, извилистую форму, часто скрытой под наносами и осложненной многочисленными разрывными нарушениями продольной и ортогональной



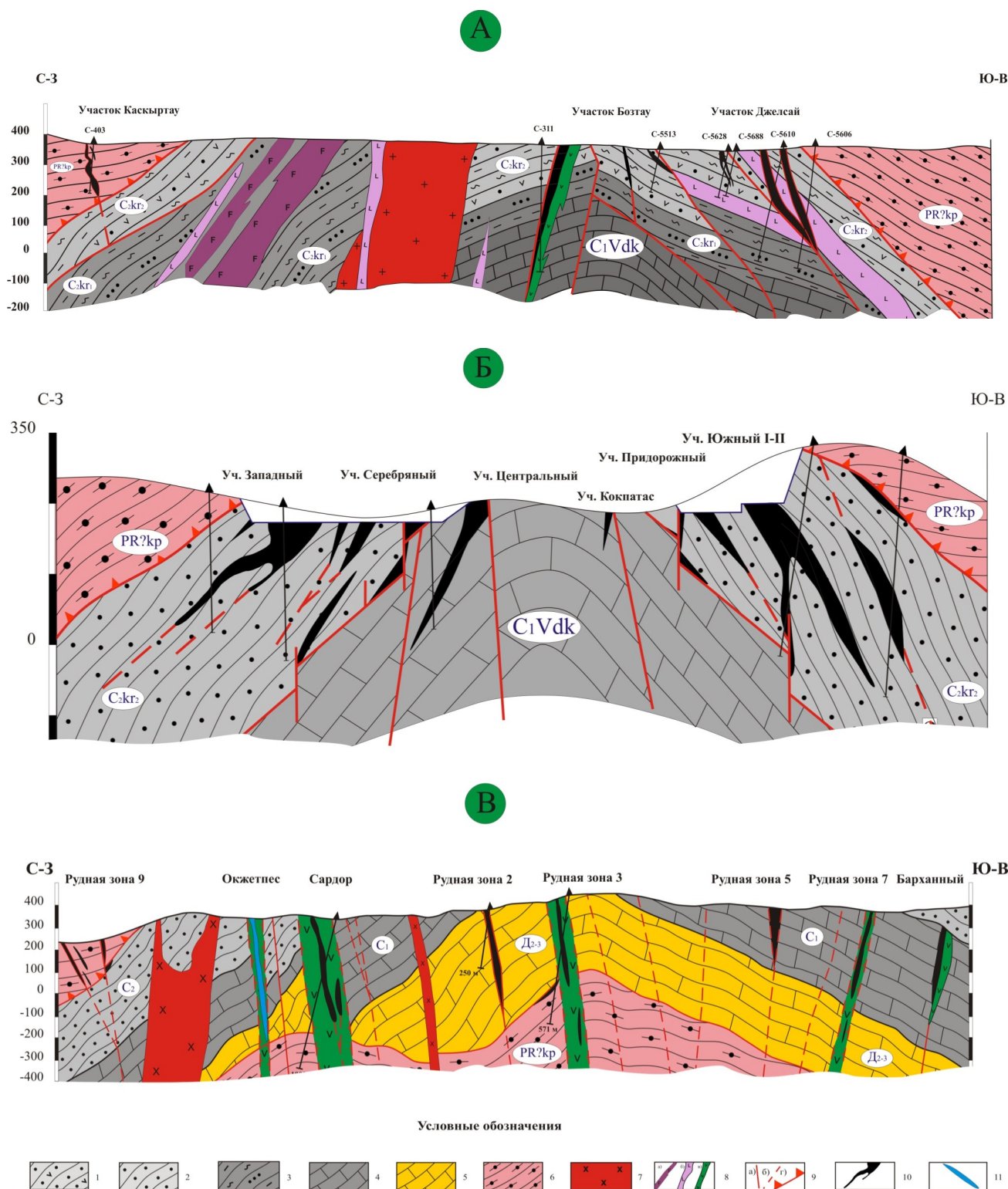
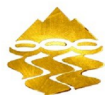
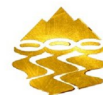


Рис. 4. Схематические геологические разрезы Бозтауского (А), Кокпатаасского (Б) и Окжетпесского (В) рудных полей: 1- Песчаники, алевролиты, туфопесчаники, альбит-эпидот-хлоритовые сланцы; 2- Песчаники, конгломераты, гравелиты, прослои кремнистых пород, известняков; 3- Песчаники, алевролиты, сланцы и туфопесчаники; 4- Известняки; 5- Девонская система. Средний-верхний отделы нерасчлененные среднеслоистые мелкокристаллические известняки с прослоями мраморов и доломитизированных известняков; 6- Верхний протерозой. Кокпатаасская свита. Кремнистые породы и микрокварциты, песчаники, алевролиты, углеродисто-кварцевые, серицит-хлорит-кварцевые сланцы, доломиты; 7- Гранодиорит-порфиры; 8-а) Серпентиниты; б) дайки керсантитов; в) диориты; 8- Разрывные нарушения: а) прослеженные; б) предполагаемые; г) надвиги; 9-золоторудные тела; 10-серебряные рудные тела



ориентировки, в связи с чем отмечаются довольно крутые углы падения, колеблющиеся от 50^0 до 80^0 .

Основные элементы складок и ее параметры определяются по элементам залегания пород, реже фиксируются на местности по замковым и ядерным частям структур, определяемых по положению интенсивно раскливажированных песчаников, реже пород кварцево-кремнистого состава. Погружение шарниров в СЗ направлении под достаточно пологими углами 10^0 – 30^0 . Золоторудные месторождения и проявления Букантау относятся к четырем формациям: золото-сульфидной прожилково-вкрапленных руд, золото-(сульфидно)-кварцевой, золото-серебряной и золото-скарновой. Месторождения золото-(сульфидно)-кварцевой формации могут быть разделены на две подформации: малосульфидных жильно-прожилковых зон и штокерков и убогосульфидных жил, линейных прожилковых зон и брекчий.

Все месторождения и проявления золота гор Букантау размещаются в пределах протяженных внутриблоковых зон смятия и дробления, обычно субсогласных с вмещающими толщами. Эти зоны, таким образом, играют роль рудоконтролирующих структур и могут быть сопоставимы с рудоподводящими разломами. Кроме смятия и дробления, для зон характерны мелкие штоки и дайки формации малых тел пестрого состава, образующие часто пояса и пучки, иногда отмечается повышенное количество кварцевых жил и прожилков. Роль рудоконтролирующих структур играют поперечные и диагональные разрывы и зоны разрывов разного порядка: от мелких, влияющих на локализацию рудных тел и столбов на месторождениях, до региональных трансблоковых, вблизи и на пересечении которых с продольными зонами локализуются рудные поля.

Рудная минерализация пространственно связана:

- с основным структурным элементом площади – зоной надвига (Бозтау, Карашахо, Восточное, Южный, Окжетпес и мн.др.);

- со структурами генерального северо-западного (290 – 310^0) направления, зонами их влияния – более 35% месторождений и рудопоявлений.

- с зонами разломов северо-восточного (70 – 80^0) простирания или клиньев, которые они образуют со структурами субмеридионального и диагонального СЗ простираний.

При этом основными структурными факторами локализации золотого оруденения являются:

1. Зона пересечений разломов в сводовой части антиклинали (рис. 5. Позиция-I)

2. Клиновидные структуры (рис. 5. Позиция-II)

3. Поднадвиговые позиции, осложненные разломами (рис. 5. Позиция-III)

4. Зоны сопряжений и пересечений разломов среди монотонных терригенных отложений (рис. 5. Позиция-IV)

5. Зона искривления (изгиб) разломов (рис. 5. Позиция-V).

Изучение фоновых материалов по результатам

геологоразведочных работ (глубинные поиски, разведка, доразведка, эксплуатационная разведка) и выборочные полевые наблюдения авторов позволяют высказать заключение о недооцененности глубоких горизонтов ряда эксплуатируемых месторождений центральной части гор Букантау, где в силу различных факторов оценка и генеральный подсчет запасов осуществлены до глубин 80–120 м. В результате, вне поля зрения остались данные десятков скважин, вскрывших промышленные содержания золота на более глубоких горизонтах (200–250 м местами до 350 м), по большинству из которых глубины развития рудной минерализации не околтырены.

Все вышеизложенное дает основание подчеркнуть, что ресурсный потенциал глубоких горизонтов и флангов золоторудных месторождений Кокпатавского рудного поля и, в целом. Центральной части гор Букантау далеко не исчерпаны и требуют дальнейших исследований.

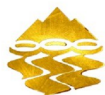
Дальнейшие исследования региона должны развиваться в увязке их с зоной проявления БКОТ и активизацией работ по оценке перспектив погребенных его частей.

№ п/п	Геолого-структурные позиции месторождений и рудопоявлений	Морфология рудных тел	Примеры объектов
I	Зона пересечений разломов в сводовой части антиклинали	Пластообразные, Линзообразные	Приконтактовый, Южный, Северное-1, 2, Коскум, Кушбан, Северо-восточный, Жускудук.
II	Клиновидные структуры	Пластообразные, Линзообразные	Серебряный, Рудная зона-8, 12.
III	Поднадвиговые позиции, осложненные разломами	Пластообразные, Линзообразные, Грибообразные, Жилообразные, Стабдообразные	Западный-1, 2, Сульфидный, Бозтау-1, 2, Жулъбет, Боздала, Водараздельный, Рудная зона-3, 5, 7, Орельный-2, 5.
IV	Зоны сопряжений и пересечений разломов среди монотонных терригенных отложений	Пластообразные, Линзообразные	Барханный, Рудная зона 4, Рудная зона 6
V	Зона искривления (изгиб) разломов	Пластообразные, Линзовидные и неправильную форму пологопадающие	Окжетпес, Джелсай, Джелсай-2, Бозтау, Каскыртау, Каскыртау-2, Сардор, Рудная зона 2, 7, 9.

Условные обозначения



Рис. 5. Ведущие геолого-структурные позиции месторождений и рудопоявлений центральной части гор Букантау: 1- карашахская свита (C_2): песчаники, алевролиты, сланцы, туфоалевролиты, туфобрекчии; 2-джускудукская свита (C_1): известняки; 2-кокпатавская свита (R_{2-3}): кремнистые породы; 4- надвиги; 5-разломы; 6-рудные участки



Библиографический список

1. Абдуазимова З.М. Глобальные и региональные события в домезазойской истории Кызылкумо-Нуратинского региона и их влияние на формирование залежей благородных металлов. //Ж. Геология и минеральные ресурсы. №2, 2012, С.3-11
2. Буряк В.А. Хмелевская Н.М. Сухой Лог – одно из самых крупнейших золоторудных месторождений мира (Генезис, закономерности размещения, критерии прогнозирования). – Владивосток: Дальнаука, 1997.-156 с.
3. Глух А.К. Дистанционная основа гор Букантау. //Геология и минеральные ресурсы, №1, 2008. С.10-19.
4. Джечкураева Р.Д. «Геодинамика, металлогения и рудогенез (на примере Тянь-Шаня и прилегающих территорий)». Монография, Бишкек-Илим, 2010 г. с. 152-154.
5. Исаходжаев Б.А. и др. Геолого-структурные условия размещения сурьмяного оруденения в районе западного Узбекистана. - //Экспресс информация ВИЭМСа, М., вып.19,1981. С. 31-42.
6. Михайлов В.В. и др. Карта полезных ископаемых Республики Узбекистан. м-б 1:500000. Ташкент, 2004.
7. Оранский Н.И. Положение Бозтау-Окжетпесского грабена в региональных структурах Кызылкумов. //Узб. геол. журн. №4, 1984. С.73-75.
8. Пивенштейн Ю.Д. Васильковское золоторудное месторождение в Кокчетавском районе // Геология и геохимия месторождений благородных металлов Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1969.- С. 44-45.
9. Щеглов А.Д. Основные проблемы современной металлогении: вопросы теории и практики. – Л.: Недра, 1987. – 231с.
10. Исаходжаев Б.А., Тангиров А.И., Урунов Б.Н. Бозтау-Кокпатас - Окжетпесский тренд // Научно-практический журнал Геология и минеральные ресурсы – Т.; 2013. № 6 С. 23-30.
11. Щербань И.П., Цой Р.В. и др. «Околорудные метасоматиты Западного Узбекистана». Москва-1990. 188 стр.

УДК [556.3+624.131.1:622.3]575.15

© Абдурахманов Б.М. 2018 г.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХАНДИЗА



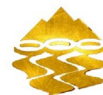
Абдурахманов Б.М.
старший научный сотрудник ГП
«Институт ГИДРОИНГЕО»

Qattiq turdagi foydali qazilma konlarini yopiq usuldaqazib olish (o'zlashtirish) jarayonida hosil bo'ladigan gidrogeologik va injener-geologik jarayonlarni keng tahlil etilgan havsiz qazib olishni tashkil etish maqsadida foydali qazilma konning geologik tuzilishi va tektonik yoriqliklari va tog' jinslarining qazib olish jarayonida o'zgarishni ya'ni o'zgarilish va qulamalarni hosil bo'lish va tarqalishining asosiy sabablari aniqlanib oldini olish choralari yoritilgan.

Tayanch iboralari: kon-tog'sa'noati, tog' jinsi, suvlik buzilmalar, nurash, yorug'lik, sath balandligi, tektonika, ag'darilma, suvn bosish, birdaniga, oldini olish.

For the purpose of organization of uncovered mining operations in a wide range of hydrogeological and engineering-geological processes occurring during the extraction of solid type of mineral deposits, the geological structure and geological structure of the mineral deposits and the process of mining of tectonic faults and mountainous faults the main causes of the change and decline and the spread of the fractures were identified..

Key words: mining, mountain sex, irrigation, lighting, light, level of tectonics, overflow, water suppression, suddenly.



На территории Республики разведаны и разрабатываются различные типы месторождений твердых полезных ископаемых, расположенных в своеобразных геоморфолого-климатических, геолого-тектонических, гидрогеолого-инженерно-геологических условиях. Большинство месторождений, особенно в горных и предгорных районах, разведываются и эксплуатируются штольнями и шахтным способами. Протяженность отдельных выработок иногда достигает более 5000 м, расположенных на глубинах до 600 м. По инженерно-геологическим условиям они относятся к сложному типу, а по гидрологическим условиям - к простым и средне-сложным [1].

В перспективе разработка месторождения твердых полезных ископаемых Хандиза будет осуществляться открытым способом до глубины 700-900 м и подземным до 1500 м. В связи с этим, требования к комплексному изучению гидрогеологических и инженерно-геологических процессов горных выработок месторождений твердых полезных ископаемых возрастают.

Во всех горизонтальных и наклонных горных выработках формируются различные типы деформаций, с различными объемами и частотой. Среди разведанных и разрабатываемых месторождений Южно-Узбекистанского горнорудного района самым уникальным по геологическому строению является Хандизинское рудное поле, его месторождения расположены в центральной части горы Сурхантау (юго-восточной ветви Юго-Западных отрогов Гиссарского хребта), в высокогорных, сложных геоморфологических условиях со своеобразными гидрогеолого-инженерно-геологическими условиями. Месторождения представляет высокогорную, сильно расчлененную местность, абсолютные отметки которых колеблются от 1300 до 2800 м. Относительные превышения гор над долинами и руслами саев достигают 500-600 м. Горы имеют крутые, обрывистые склоны, долины рек и саев узкие, V-образной формы, местами каньонообразные.

Сильную расчлененность рельефа предопределяет развитие различных экзогенно-геологических процессов, что способствует неравномерному распределению поверхностных и подземных вод.

Гидрогеологические условия территории можно характеризовать как благоприятные для формирования подземных вод, создающие сложную обстановку при разведке и разработке месторождений. Это обусловлено тем, что в геологическом разрезе имеются хорошо проницаемые известняки, песчаники, гравелиты, галечники, пески, относящиеся к мезокайнозойской группе пород; широкой распространенности выветренных, трещиноватых осадочных и магматических пород протерозоя и палеозоя; множеством водоносных горизонтов и комплексов; наличием гидравлической связи, происходящей по стратиграфическим и тектоническим контактам, а также

трещиноватым и нарушенным зонам. Исходя из вышеизложенного, рассмотрим водоносные горизонты и комплексы, которые существенно влияют на разработку месторождения.

По условиям залегания и распространения Хандизинского месторождения А.Т. Рахимовым выделяются водоносные горизонты и комплексы:

- Водоносные горизонты современных отложений четвертичного возраста, слагающие поймы и террасы р.Хандиза и Сангардак, сложены галечниками и валунами с гравийно-песчаным заполнителем, песками с включениями гравия и гальки, перекрытыми сверху маломощным (0,2-0,3 м) чехлом супесей и суглинками. Общая мощность отложений достигает до 30-40 м, подземные воды относятся к грунтовым водам, циркулирующим в галечниках, валунах и песках. Глубина залегания грунтовых вод наименьшее значение имеет в поймах рек (0,2-0,3 м). Мощность водоносного горизонта и комплекса 25-30 м. Характер формирования их, как в других регионах, связан с геолого-структурными, геоморфологическими и климатическими условиями изучаемого района. В долине рек Сангардак и Хандиза современные рыхлые отложения содержат пресные воды, с минерализацией до 0,5 г/л, воды по классификации О.А. Алекина относятся к гидрокарбонатным, кальциевым, магниевым второго типа. Они существенно влияют на формирование экзогенных геологических процессов на поверхности террас и поймах рек. Грунтовые воды образуются за счет подземного стока по долинам с верховий, притока подземных вод со стороны бортов долин, инфильтрации поверхностных вод.

- Водоносный горизонт аллювиально-пролювиальных отложений развит в бассейне р. Малянд. Представлен галечниками, песками, лессовидными суглинками мощностью до 15,0-20,0 м. Коэффициент фильтрации лессовидных суглинков 0,22 м/д. Глубина залегания подземных вод наименьшая в поймах ручьев - до 1,0 м, минерализация вод 0,3-0,5 г/л, воды $\text{HCO}_3\text{-Ca-SO}_4\text{CaII}$ типа.

- Водоносный комплекс ниже-среднеюрских отложений (J1-2) представлен песчаниками, конгломератами, гравелитами, алевролитами, аргиллитами. Прослои этих пород не выдержаны по мощности и простираю, породы трещиноватые. Родники довольно многочисленные, наклонное залегание пород способствует инфильтрации атмосферных осадков. Водообильность комплекса средняя, преобладают расходы родников, равные десятым долям л/с, реже имеются родники с расходами от 1,0-17,0 л/с. Воды пресные, с минерализацией 0,2-0,5 г/л, $\text{HCO}_3\text{-CaII}$ типа.

- Водоносная зона трещиноватых отложений карбона обнажается в ядрах антиклинальных структур Байсунтау и Сурхантау, слагая незначительные по площади участки, представленные известняками, кварцевыми порфирами, туфами, конгломератами и сланцами, с прослоями конгломератов и песчаников.



Общая мощность 1600 м. Воды пресные, с минерализацией 0,2-0,5 г/л, по химическому составу $\text{HCO}_3\text{-CaI}$ и II типа. Водообильность пород высокая - от 0,5 до 13,0 л/с.

- Водоносная зона трещиноватых отложений кембрия. Породы представлены кварцитами, кристаллическими сланцами, гнейсами, общей мощностью до 1200 м. Породы осложнены тектоническими нарушениями, в обнажениях развиты трещины выветривания. Подземные воды выклиниваются в виде родников с расходами от 0,1 до 7,0 л/с. Минерализация подземных вод 0,1 до 0,5 г/л, по химическому составу $\text{HCO}_3\text{-CaII}$ типа.

- Водоносная зона трещиноватых пород протерозоя представлена гнейсами, сланцами, кварцитами, мраморами. Обнажается в ядрах антиклинальных структур. Породы сильно трещиноватые, особенно в приповерхностной части, и обводнены. Подземные воды развиты выше базиса эрозии. В местах пересечения массивов протерозойских пород гидрографической сетью выклиниваются в виде редких родников расходами от 0,3 до 0,4 г/л, по химическому составу $\text{HCO}_3\text{-CaII}$ типа.

- Водоносная зона трещиноватых пород палеозойских интрузивных комплексов и дайковых образований. Интрузивные породы развиты в ядрах антиклинальных структур

Байсунтау и Сурхантау представлены трещиноватыми-гранито-гнейсами, гранитами, кварцевыми порфирами, диабазам. Подземные воды выклиниваются в пониженных участках с расходами от 0,4 до 10,0 л/с. Минерализация равна 0,1-0,3 г/л, что объясняется чрезвычайной устойчивостью пород магматических образований к растворению и близостью областей питания к местам разгрузки подземных вод. Воды по химическому составу $\text{HCO}_3\text{-CaI}$ и II типов.

В подземных водах Хандизинского рудного поля аномального содержания тяжелых, радиоактивных элементов нет. При спектральном анализе сухого остатка проб воды р. Чинарсай и Майдансай обнаружено незначительное содержание свинца, стронция, серебра, титана, лития (по А.Т. Рахимову и О.М. Чиркину).

Водоносные горизонты современных аллювиально-пролювиальных отложений прямого влияния на формирование инженерно-геологических процессов в горных выработках не оказывают. Они пополняют и расширяют площади обводненных зон нижних горизонтов. Другие водоносные комплексы и зоны оказывают влияние на интенсивность развития различных видов деформации и, в целом, на устойчивость горных выработок.

В рассматриваемом рудном поле условия формирования подземных вод тесно взаимосвязаны с атмосферными осадками. Резких скачков по повышению водопритока в горных выработках не наблюдается. Основное увеличение водопритока отмечается в весенний период (март-апрель), и осеннее время

(ноябрь месяц). Максимальные водопритоки в горные выработки совпадают с обильными атмосферными осадками.

В 2012 г. выпало 540 мм и, соответственно, увеличился среднегодовой водоприток в горные выработки, который достиг 40 л/с.

Хандизинское рудное поле находится в прямой зависимости от литологического состава пород, геоморфологии местности, тектонического строения, речного стока и атмосферных осадков. По условиям залегания и питания, циркуляции и разгрузки подземных вод выделяются грунтовые и пластово-трещинные воды палеозойских пород. Трещинные воды в отложениях палеозоя являются доминирующими на месторождении, приурочены к породам различного литологического состава в зонах интенсивной трещиноватости и тектонических нарушений, по которым происходит питание подземных вод за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод. В формировании подземных вод месторождения основную роль играют воды инфильтрационного происхождения.

Водопритоки в горные выработки образуются, в основном, из трещинных вод толщи палеозоя, и по горизонту +1020 м составляют 40-50 л/с при длине горных выработок около 3,0 км. По горизонту +1954 м при длине горных выработок 420 м водоприток составляет 20-25 л/с. Удельный линейный водоприток по горизонтам составляет:

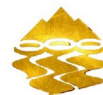
$$q_{\text{л}} = (40-50):3 = 13,3-16,7 \text{ л/спог.км, горизонт } +1020 \text{ м} \\ q_{\text{л}} = 47,6 - 52,5 \text{ л/спог. км, горизонт } +1954 \text{ м}$$

По химическому составу трещинные воды гидрокарбонатно-натриевые, магниевые, кальциевые первого и второго типов, минерализация до 1 г/л. Водопритоки в горные выработки образуются в основном, за счет дренажа трещинных, вскрытых горными выработками (штреки, штольни) и вод самоизлившимся скважин, ранее пробуренными. Подземные воды непосредственно оказывают существенное влияние на состояние устойчивости горных выработок, за счет увлажнения литологических разностей горных пород. Прочностные показатели сланцев и мергелей различного состава и свойств в водонасыщенном состоянии снижаются. Притоки к горным выработкам на проектные отметки 1170 м и 800 м увеличивается на 3-5 л/с. При этом производительность водоотлива для горизонта 800 м составляет 38 л/с.

Поверхностные и подземные воды существенно влияют на состояние устойчивости горных выработок:

- поверхностные воды постоянно влияют на уровеньный режим подземных вод в пределах максимального и минимального уровня, в этих условиях происходит изменение показателей микротрещин рудоносных пород, вследствие чего падает прочность пород до 30 %.

- подземные воды оказывают двойное влияние на состояние устойчивости горных выработок, за счет



увлажнения прочностные показатели уменьшаются, а физические свойства (объемный вес, влажность и др.) увеличиваются, на этих зонах формируются обрушения, вывалы и др. процессы; обрушение горных пород.

По приуроченности к горным выработкам и по условиям формирования разделяются:

а) Обрушения образовавшейся в забое кровли горных выработок. Они образуются в горных выработках, проходящих в зонах разломов, полностью охватывающих кровли горных выработок, где породы сильно трещиноватые, неустойчивые, обводненные;

б) Обрушения кровли и стенок горных выработок. Здесь также эти процессы происходят в зонах и сильно трещиноватых породах, охватывающих разломы по всему периметру горных выработок;

в) Обрушения кровли и стенок горных выработок. Они образуются на тех участках, где горные выработки пересекают крутопадающие (60-70°) разломы или крупные (несколько) трещины, расположенные параллельно или диагонально горным выработкам;

г) Обрушения и вывалы формируются в крупно-глыбовых нарушенных зонах, где простирание разломов пересекает горные выработки под прямым углом, а угол падения (более 20°) направлен в сторону выработки. Эти два вида деформаций взаимообусловленные-сначала обрушение, а затем вывалы, или наоборот.

Во всех четырех группах обрушений условиями формирования являются тектонические нарушенные и сильно трещиноватые участки, а также контакты литологических разностей пород. Их объем и места приуроченности зависят от элементов залегания и мощности зоны дробления, а также горнотехнических параметров: размеров горных выработок и системы взрывных работ.

В зонах напорных вод образуется гидростатическое (взвешивающее) давление, которое является причиной деформаций. Закономерности и зональности формирования и распространения инженерно-геологических процессов на Хандизинском рудном поле характеризуются следующим образом: наиболее распространенным типом деформации являются обрушения и вывалы горных пород, которые происходят на участках, где имеются пересекающиеся разрывные, а так же на местах более двух крупных зияющих трещин, диагонально расположенных по плоскости горных выработок.

Главная особенность гидрогеологических условий -неравномерное распределение по глубине и площади рудного поля и различные притоки воды в горных выработках, а также местами напорные и субнапорные воды, влияющие на интенсивность развития инженерно-геологических процессов. Видно, что главной особенностью геолого-тектонического строения месторождения является сложно-складчатая структура, благоприятная для локализации оруденения и неблагоприятная для гидрогеологической и инженерно-

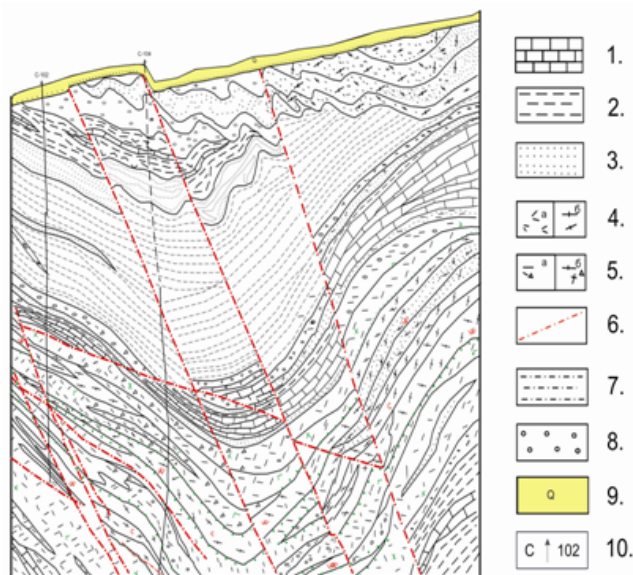


Рис. 1. Структурно-тектонические условия месторождения Хандиза (по Хандизинской ПОП): 1— известняки; 2 - алевриты; 3 - песчаники; 4 - лавы а) реолит-дацитовые, б) реолитовые; 5 - туфы а) реолит-дацитовые, б) реолитовые; 6 - разрывные нарушения; 7 - переслаивание алевритов и песчаников; 8—гравелиты, конгломераты; 9—четвертичные отложения; 10—скважина

геологической обстановки при освоении месторождения. Предопределяют многоступенчатость структуры, разнотипность надвигов, сложность морфологии контактов, межформационных, внутриформационных срывов многообразие флексурных складок, а так же разнотипные, разновозрастные породы предопределили сложность и особенность геолого-тектонического строения рудного поля. Кроме того, геологами установлены параллельно и перпендикулярно (пересекающиеся между собой) крупные разломы и наличие ряда антиклиналей и синклиналей, которые создали блочное строение родного массива (рис. 1).

Складчатость с наличием флексурных и разрывных складчатых нарушений, неблагоприятных для горнотехнических условий эксплуатации месторождения. На площади и глубине геологами выделяется более 20 тектонических блоков, амплитуда перемещения которых по отдельным блокам достигает 500 м по горизонтали и до 100-150 обводненности по структурным блокам по площади и глубине.

В этих зонах породы перетерты, разбиты на крупные и мелкие обломки, прочностные показатели их на порядок ниже. Самыми неблагоприятными для устойчивости горных выработок являются нарушенные зоны, расположенные параллельно и вдоль горных выработок.

Эти особенности отрицательно влияют на инженерно-геологические и гидрогеологические условия разведки и разработки месторождений, и способствуют формированию различных типов инженерно-геологических процессов (рис. 2).

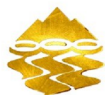


Рис 2. Провальные воронки над подземными выработками (фото А.Анорбаева)

При отработке круто залегающих рудных зон в некоторых случаях формируются провальные воронки, в последующем мульды оседания, а в полого залегающих рудных зонах просадка кровли горных пород. В обоих случаях на склонах, сложениях лессовых пород, может формироваться оползень (Ниязов Р.А., Мирасланов М.М.). Таким образом, подземные горные выработки вызывают развитие на поверхности склона провальных воронок, сдвигения пород, которые провоцируют оползневые явления, как Агата – Чибаргата. Внутри горизонтальных и наклонных горных выработок часто формируются различные виды деформаций с различными объемами, приуроченные к наиболее уязвимой части массива горных пород. В эксплуатационных выработках разрабатываются соответствующие мероприятия по их ликвидации. Как отмечено в работах М.М. Мирасланова (2011), рудные месторождения, в основном, сконцентрированы в горных районах. Их инженерно-геологические условия между собой отличаются. Поэтому сбор, анализ по инженерно-геологическим процессам, развитым при подземном способе разработки, проведен по горнорудным районам Республики Узбекистана для использования их в типизации ИГП, развитых на Хандизинском рудном поле. Обобщение собранных материалов позволило нам выделить типы инженерно-геологических процессов, формирующихся в подземных горных выработках на разведанных и эксплуатируемых месторождениях Узбекистана по горнорудным районам.

Инженерно-геологические процессы на отмеченных месторождениях Южно-Узбекистанского горнорудного района. В этом горнорудном районе нет полноценные информации об инженерно-геологических процессах, рудное месторождение, кроме Хандизы, находится стадии разведки и освоения. Что касается месторождения Хандизи, ИГП в горных выработках не изучено, образовавшиеся типы деформации, условия их формирования требуют доизучения. В упомянутых типах ИГП в Ангрен-Алмалыкском горнорудном районе, кроме мульды сдвигения и выдавливания горных пород, имеются все остальные процессы как на месторождении Хандизи. Отметим, что каж-

дый тип во всех упомянутых горнорудных районах проявляется в различных видах (упорном, полуупорном, безупорном), формах (конусообразной, клинообразной, неправильной) и объемах ($0,6-9,0$ и более m^3), иногда перекрывают выработанное пространство до невозможности восстановления. Исходя из вышеизложенного, объектом исследований выбрано месторождение Южно-Узбекистанского горнорудного района. Оно расположено в высокогорных, сложных геоморфологических площадях со своеобразными геолого-тектоническими и инженерно-геологическими условиями. Таким образом, из анализа образовавшихся инженерно-геологических процессов на месторождениях Узбекистана вытекает необходимость в изучении инженерно-геологических процессов, развитых на месторождении Хандиза. Выявленные факторы и причины их образования; типизация образовавшихся деформаций; раскрытие условий формирования и механизм развития; установление оценочных параметров каждого типа и вида ИГП; необходимость разработки диагностической прогнозной модели зон формирования инженерно-геологических процессов с анкетом освоения глубоких горизонтов месторождения Хандиза. Исходя из особенностей геологического строения (в данном районе залегают породы, не выдержанные по мощности и простираению, которые разбиты на различные блоки), определяются условия формирования (ИГП) и состояние устойчивости горных выработок. Геологические особенности предопределены блочным строением горнорудного района (поля) и оказывают влияние на степень обводненности структурных блоков. На горном склоне крутизной $25-30^\circ$ на поверхности рудного поля проявились две провальные воронки.

На поверхности месторождения четвертичный покров перекрывает юрские отложения, которые представлены углистыми сланцами, гравелитами, углями. Коренные породы сильно рассечены трещинами, ориентированными перпендикулярно напластованию.

Первая воронка расположена на абс. отметке 1490–1495 m, диаметр равен 13×20 m и видимая глубина составляет 6–8 m, имеет прямоугольную форму.

Вторая расположена на абс. отметке 1545 m, диаметр варьирует в пределах 12×13 m, имеет овальную форму, уходя на глубину 155 m до шахтного горизонта. Суффозионные провалы удалены друг от друга на расстоянии 250–260 m. За 8 дней вторая воронка расширилась в среднем на 40 m. Это связано с тем, что участок провала воронки непосредственно расположен в зоне тектонических нарушений, которые залегают почти вертикально.

Параметры первой мульды провала воронки почти остались без изменений, так как процесс отмечен вне зоны разрывных нарушений, по площади и глубине залегает в однородных отложениях.

Причина формирования провальных воронок, отработка подземных горных выработок. На данном



участке нет крепления выработанного пространства по отработке межблоковых целиков по горизонту, вследствие чего нарушилось равновесие, усилилось напряженно деформированное состояние массива, которое вызвало деформацию, начиная с глубины 200 м, обрушение кровли выработок и вываливающихся горных пород, масса сопровождения раздробленности зон, протягивая их вверх, частично произошедшего циклического обрушения дошло до поверхности земли. Образовался мутьды провал (оседание).

В этих условиях в горных выработках, проходя-

щих по большим зонам блокового строения, возможно приостановление горно-проходческих работ в шахтном горизонте.

Следует констатировать, что место формирования и развития инженерно-геологических и гидрогеологических процессов тесно связано, в первую очередь, с тектоническими нарушениями, блочностью массива горных пород, нарушенностью и трещиноватостью, раздробленностью, и их расположением относительно горных выработок и технологией ведения подземных горных разработок.

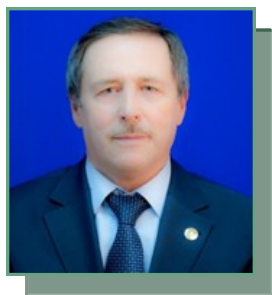
Библиографический список

1. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л: Недра, 1977.
2. Хоменко В.Д. Закономерности прогноз суффозионных процессов. М: Гоес, 2003.
3. Кузмин В.Н. Сдвигение горных пород на рудных месторождениях М. Недра 1971г.
4. Мирасланов.М.М. Инженерная- геология, гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых Узбекистана.-2011г.
5. Мирасланов.М.М., Закиров М.М. Инженерно-геологические процессы, развитые на месторождениях твердых полезных ископаемых Узбекистана. 2015.
6. Иванов И. П. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых. М: Недра, 1990г.
7. Абдурахманов Б.М. Влияние нарушенности и трещиноватости горных пород на физико-механические свойства, устойчивости и гидрогеологические условия. Респуб. науч. техни. конф. Т2013г..

УДК 550.8

© Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Долгоносов В.Н. 2018 г.

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИБОРТОВЫХ МАССИВОВ НА КАРЬЕРАХ



Низаметдинов Ф.К.,
проф. кафедры «Маркшейдерское дело и
геодезия» Карагандинского ГТУ,
д.т.н



Ожигин С.Г.,
проректор по научной работе
Карагандинского ГТУ, д.т.н.,
профессор



Долгоносов В.Н.,
доцент кафедры «Маркшейдерское дело и
геодезия» Карагандинского ГТУ,
д.т.н

Maqolada O'zog'iston Respublikasidagi ochiq usulda qazib olinayotgan bir qator konlardagi geomexanik muammolarning echimi keltirilgan. Kar'er bortlarining ustuvorligini ta'minlash bilan bog'liq muammolarni echishning kompleks usuli taklif qilinib, bu amallar innovatsion texnologiyalar vositasida instrumental o'lchashlar usuli va tog' jinslari mas-sivining tuzilish jihatlari hamda mustahkamlik ko'rsatkichlarini tadqiq qilish orqali amalga oshirilgan. Kar'ernlardagi geomexanik sharoitlarning monitoringi natijalari OAJ SSGPO" OAJ Zhairam," Kazakhmys korporatsiyasi" OAJ Shubarkolkomir"korxonalaridagi ishlab chiqarishlarda joriy etilgan..

Tayanch iboralar: geomexanika, geomexanik holat, tog' jinsi massivi, kar'er, deformatsiya, Leica Geosystems, georadar, skaner, kuchlanganlik holati, ustuvorlik, monitoring.



The scope of open mining in the Republic of Kazakhstan and the solution of geomechanical issues in quarries are considered for safe and rational mining. A comprehensive approach to solving the problems of ensuring the stability of the sides of quarries is proposed, which ends in the constant study of the initial data on the strength properties of rocks, their structural features and methods for assessing the state of the instrumental massifs using innovative measurement technologies. The results of monitoring the condition of the quarries of large mining: AO «SGPO», AO «Zhayremsky GOK», «Kazakhmys Corporation», «Shubarkolkomir» and others.

Key words: geomechanical, geomechanical profile, rock mass, quaternary, deformation, Leica Geosystems, georadar, scanner, strength condition, priority, monitoring.

Современный этап развития горнодобывающей промышленности в Республике Казахстан характеризуется увеличением мощностей предприятий, более сложными горно-геологическими условиями эксплуатации месторождений, внедрением новой техники и инновационных технологий. В маркшейдерском деле за последние десятилетия также произошли глобальные перемены, связанные с внедрением информационных технологий, новейшего электронного и сканирующего лазерного оборудования, спутниковых технологий. С другой стороны, расширяется круг маркшейдерских вопросов за счет задач геомеханики, которые являются неотъемлемой частью маркшейдерского дела.

В настоящее время в Казахстане интенсивно ведется разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом: меднорудные – Жезказганское, Итауз, Коунрадское, Николаевское, Актогайское, Бозшакольское, Акбастау, Космурун, Нурказган и др.; полиметаллические – Карагайлинское, Коктенкольское, Акжалское и др., золоторудные – Васильковское, Абыз, Варваринское, Комаровское, Пустынное, Загадка, Бақырчик, железорудные – Сарбайское, Соколовское, Канарское, Куржункульское, Ломоносовское, Кентобе, Каражал, угольные – Экибастузский, Майкубенский, Тургайский, Тениз-Коржанкульский бассейны, Шубаркольское, Жалын, Каражыра, Борлинское, Куу-Чекинское и др., марганцевые Ушкатын-Ш, Тур, Богач, Восточный и Западный Камыс, Жомарт и нерудные – Топарское известняковое, Алексеевское доломитовое и др. В целом, в Республике Казахстан интенсивно ведутся открытые горные работы на более чем 50 крупных месторождениях [1].

Масштабы современного горнодобывающего производства требуют углубленного изучения и постоян-

ного контроля за происходящими в горном массиве геомеханическими процессами, вызванными нарушением равновесия в земной коре. Увеличение глубины и объемов, открытых горных работ, усложнение инженерно-геологических условий разработки месторождений определяют качественно новый подход к обеспечению устойчивости бортов карьеров (рис. 1).

Комплекс вопросов обеспечения устойчивости карьерных откосов, оценка несущей способности оснований, прогноз деформаций прибортовых и отвальных массивов, направленный на изменение и контроль геомеханического состояния карьерных откосов, являются актуальной научной и практической проблемой, решение которой позволяет управлять состоянием прибортовых массивов на карьерах. Этим целям наиболее полно соответствует концепция геомеханического мониторинга состояния карьерных откосов [2], которая предусматривает системный подход к решению всех составляющих задач и вопросов, комплексный учет и анализ всех природных и техногенных факторов.

Система мониторинга бортов карьеров и отвалов включает в себя периодические маркшейдерские и инженерно-геологические наблюдения за состоянием массивов; исследования прочностных характеристик, состава и свойств горных пород; изучение структурных особенностей прибортовых массивов; оценку и прогноз геомеханических процессов; определение параметров устойчивых откосов; разработку рекомендаций по управлению параметрами карьерных откосов (рис. 2) [2].

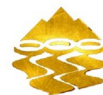
При решении вопросов обеспечения устойчивости карьерных откосов исходной информацией являются физико-механические характеристики горных пород, которые определяются в лабораторных и натурных условиях, методом обратных расчетов оползней и обрушений, а также косвенным методом [3].

Наиболее надежным и достоверным способом определения прочностных характеристик прибортовых и отвальных массивов горных пород является метод обратных расчетов оползней, который учитывает все факторы, повлекшие нарушение устойчивого состояния массива. Разработана усовершенствованная методика расчета показателей сопротивления пород сдвигу по результатам съемок оползней с использованием численно-аналитического метода, основанного на интегрировании элементарных сил по поверхности скольжения.

Для сложно структурных месторождений целесоо-



Рис. 1. Общий вид карьера «Соколовский»



бразно проводить комплексные исследования физико-механических свойств пород, включающие лабораторные, натурные испытания пород (рис. 2) и обратные расчеты оползней с дифференцированным выбором расчетных показателей свойств пород [4].

Породный массив является физически дискретной, неоднородной, анизотропной средой, механические процессы деформирования которой носят нелинейный, переменный во времени характер. Для создания горно-геометрической модели прибортового массива предлагается кусочно-непрерывная интерполяция полиномами малой степени, что позволяет при моделировании горно-геологических контуров разработать достаточно простой и надежный алгоритм, позволяющий по исходной дискретной модели объекта получить адекватную непрерывную интерполяционную модель. Разработанный алгоритм обеспечивает возможность математического описания практически любой геологической ситуации, контуров борта карьера, поверхности скольжения, уровня грунтовых вод, тектонических нарушений, отраженных на геологическом разрезе в крест простира-

ния борта карьера. Положение поверхности скольжения устанавливается на основе решения задачи теории предельного равновесия по минимальному коэффициенту запаса устойчивости. На основе изложенного алгоритма разработан программный комплекс «Устойчивость карьерных откосов», с использованием которого решен ряд задач по обоснованию рациональных параметров карьерных и отвальных откосов и оценке состояния их устойчивости в различных горно-геологических условиях (рис. 3).

Системы геомеханического мониторинга состояния карьерных откосов созданы специалистами маркшейдерского дела Карагандинского ГТУ на более чем 30 карьерах Казахстана: «Ушкатын-Ш», «Западный», «Жомарт», «Тур», «Восточный камыс», «Николаевский», «Соколовский», «Сарбайский», «Качарский», «Конырат», «Варваринский Центральный», «Аппыс», «Абыз», «Космурун», «Акчий Спасский», «Малый Спасский», «Акжалский», на Чиганакских карьерах № 1 и № 2, на Дальнезападных карьерах № 1 и № 2; на угольных разрезах «Богатырь», «Молодежный», «Куу-Чекинский», «Каражыра», на Шубаркольских разрезах «Центральный» и «Западный»; дамбе золоотвала ГРЭС (Топар) и т.д.

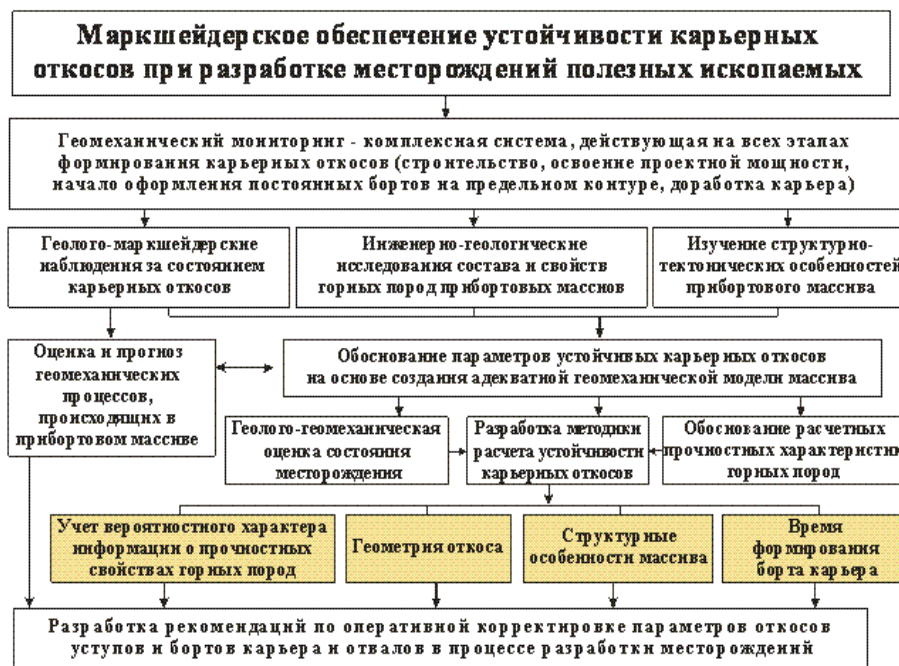


Рис. 2. Структурная схема геомеханического обеспечения устойчивости бортов карьера

Опыт инструментальных наблюдений за состоянием прибортовых массивов карьеров в Казахстане (150 наблюдательных станций) позволил разработать и внедрить методику высокоточных наблюдений с использованием современного электронного оборудования.

Использование при инструментальных наблюдениях электронного тахеометра позволяет определять положение рабочих реперов и построить картину векторного смещения реперов в пространстве и во времени. В рамках проведенных исследований разработаны различные схемы наблюдательных станций, учитывающие максимальное удаление рабочего репера от опорного, для обеспечения необходимой точности измерений.

Инновационный подход к проводимым кафедрой научным исследованиям осуществляется на Василь-

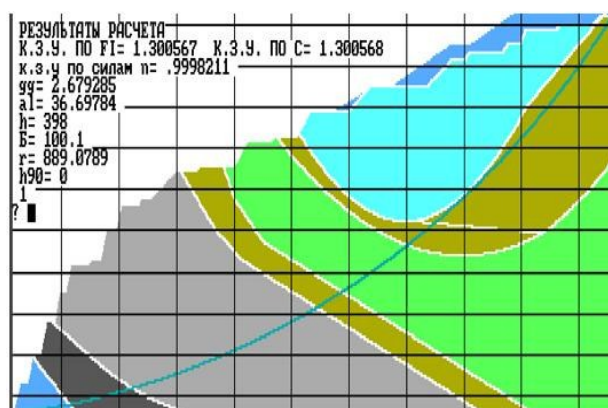


Рис. 3. Геологический разрез южного борта карьера «Николаевский»



Рис. 4. Пункт наблюдения на автоматизированной станции

ковском карьере ТОО «Алтынтау Кокчетау», где была внедрена автоматизированная система GEOMOS для мониторинга состояния откосов в режиме реального времени. По двум профильным линиям, заложенным в южном борту карьера, установлено 14 точек мониторинга.

На западном борту были заложены 2 профильные

линии с 14 точками (8 точек по линии 3, 6 точек по линии 4). На всех точках установлены отражатели для автоматического снятия отчетов системой GEOMOS (рис. 4).

Для исследования структуры прибортовых массивов применяются новейшие технологии изучения структуры горного массива с помощью 3D-сканера фирмы «Leica Geosystems» (Швейцария) и георадара «Mala» (Швеция).

На крупных горнодобывающих предприятиях Республики Казахстан: ТОО «Корпорация «Казахмыс», АО «ССГПО», АО «АрселорМиттал Темиртау», ТОО «Алтынтау Кокчетау» и др. созданы геомеханические службы, которые осуществляют модернизацию за счет внедрения инновационных технологий и таких приборов, как электронные тахеометры, 3D-сканеры, глобальные навигационные спутниковые системы, георадары для геомеханического мониторинга откосов карьеров, а на Жезказганской площадке предложена радарная интерферометрия.

Библиографический список

1. Низаметдинов Ф.К., Низаметдинов Р.Ф. Состояние и перспективы развития геомеханического обеспечения ведения открытых разработок Казахстана // *Материалы Международной конференции «Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами»*. - Алматы, 2012. - 346 с.
2. Ожигин С.Г. Маркшейдерско-геологический мониторинг состояния устойчивости карьерных откосов // *Новости науки Казахстана*. - Алматы: НЦНТИ, 2007. - С. 12-16.
3. Попов И.И., Низаметдинов Ф.К., Окатов Р.П., Долгоносое В.Н. Природные и техногенные основы управления устойчивостью уступов и бортов карьеров. - Алматы, «Былым», 1997. - 215 с.
4. Долгоносое В.Н., Шпаков П.С., Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Старостина О.В. Аналитические способы расчета устойчивости карьерных откосов, - Караганда: «Санат - Полиграфия», 2009. - 332 с.

УДК 622.26

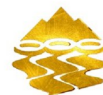
© Низамова А.Т. 2018 г.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАРМИТАНСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ЗОНЫ



Низамова А.Т.

соискатель кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» ТашГТУ им. И. Каримова



Maqola uzoq muddatli geodezik kuzatishlar natijalari bo'yicha kon sohasida yer yuzasi deformatsiya rivojlan-tirish tahlil qilish natijalarini taqdim etiladi. Vaqt va makon ichida deformatsiyalar rivojlanish dinamikasi ko'rsatilgan. Nazorat kuzatuvlarida tosh massasi notekis taqsimlanishi bo'lgan sedimentation bo'ysunadi, deb ko'rsatildi.

Tayanch iboralar: tosh massasi, tushish, kibirli, gorizontal va vertical dislokatsiya, monitoring stansiyasi, ge-omonitor.

The article presents the results of the analysis of the development of deformations of the earth's surface in the area of mining according to the results of long-term surveying observations. The dynamics of deformations development in space and time is shown. Surveying observations found that the rock mass is subject to sedimentation, which are uneven distribution.

Key words: geomechanical conditions, rock mass, subsidence, deformation, horizontal and vertical dislocation, ob-servational station, geomonitoring.

В связи с тенденцией развития добычи полезных ископаемых подземным способом на большой глубине, необходимостью обеспечения эффективности и повышения добычи объемов полезного ископаемого, а также обеспечения безопасных условий работы людей и оборудования в подземных условиях проведение наблюдений за устойчивостью и поддержанием очистного пространства становятся актуальной задачей.

Исследования геомеханического состояния подработанного массива горных пород и земной поверхности на месторождении Чармитан были выполнены кафедрой «Маркшейдерское дело и геодезия» в районе поселка «Геолог» и шахты «Вспомогательной». Ранее геолого-маркшейдерской службой рудника на исследуемом участке уже велись подобные наблюдения и были зафиксированы значения оседаний равные 22-38 mm.

В связи с тем, что инструментальные наблюдения велись не систематически, полученные значения были приняты как ориентировочные.

С целью получения более ясной картины процесса сдвижения инструментальные наблюдения были продолжены в комплексе с геомеханическими исследованиями. В отмеченных условиях был организован геомониторинг сдвижения и деформаций массива горных пород и степени нарушенности земной поверхности [1].

В соответствии с задачами геомониторинга в первую очередь было изучено геомеханическое состояние массива горных пород, которое оценивалось на базе структурно-тектонического анализа условий района месторождения, изучении ориентировок систем трещин и зон ослабления, физико-механических свойств горных пород, проявления различных геодинамических процессов.

Геомеханическими исследованиями было установлено, что форма и величина оседания земной поверхности при подземной разработке месторождений в значительной степени зависит от параметров начального поля напряжений района дислокации месторождения.

Следовательно, для прогнозирования величины и формы оседания земной поверхности было необходимо определить параметры начального поля напря-

жений. Для его определения был применен метод геодинамического районирования, по результатам которого на территории месторождения Чармитан была оценена геомеханическая характеристика блоков, несущих информацию о напряженно-деформированном состоянии массива горных пород.

Было установлено, что напряжения, создаваемые разломами и различным взаимодействием блоков, приводят к существенному изменению закономерности протекания процесса сдвижения по сравнению с ненарушенными массивами, что подтверждают визуальные обследования поверхности над выработками. Массив горных пород в районе месторождений находится в напряженно-деформированном состоянии, которое зависит от закономерности развития и взаимодействия перечисленных выше глубинных структур [2].

Для установления закономерностей проявления процесса сдвижения на руднике были обновлены существующие и заложены новые наблюдательные станции, выполнены периодические наблюдения. Новая наблюдательная станция состояла из двух профильных линий, заложенных на расстоянии 150 m друг от друга, и пяти поперечников, расположенных перпендикулярно направлению профилей.

При проектировании наблюдательных станций, проведении наблюдений, анализе и обобщении результатов учитывалось, что характер и параметры процесса сдвижения горных пород и земной поверхности существенно зависят от следующих горно-геологических и горнотехнических факторов:

- структурных особенностей массива горных пород;
- формы, размеров и глубины залегания рудных тел, соотношения размеров выработанного пространства и глубины разработки;
- физико-механических свойств руды и вмещающих пород;
- углов падения рудных тел и вмещающих пород;
- способа управления кровлей.

Было проведено 3 серии маркшейдерских наблюдений (табл. 1) [3].

На рис. 1 приведен график изменения деформаций отдельных реперов наблюдательных станций.

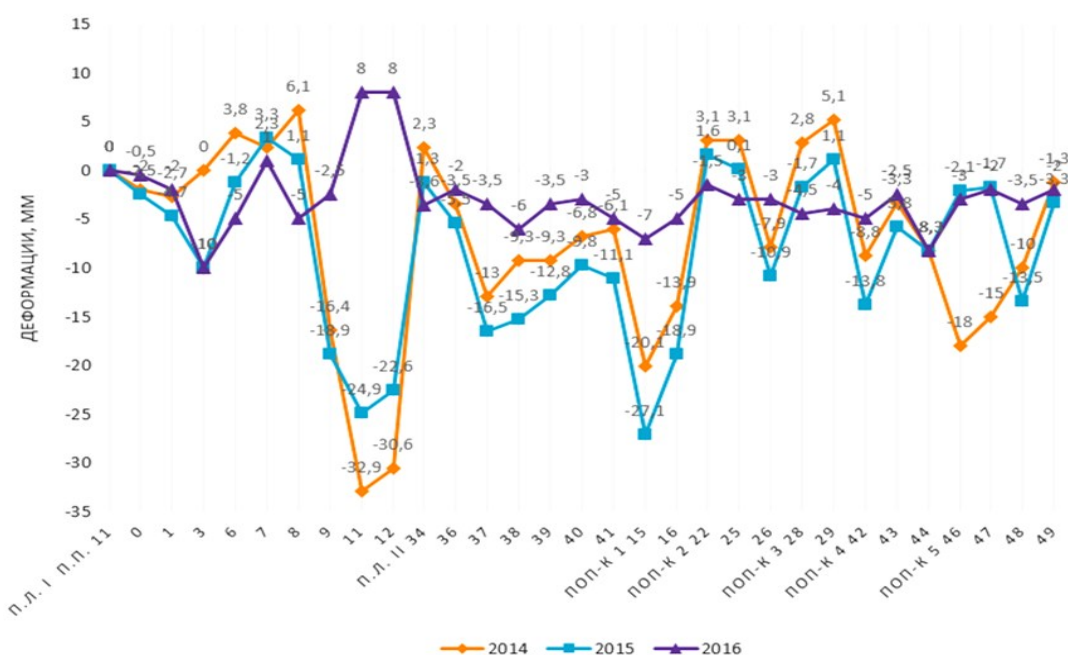
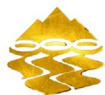


Рис. 1. График изменения деформаций отдельных реперов наблюдательных станций за 2014-2016 гг

Таблица 1

Результаты наблюдений
вертикальных деформаций

№ПК	2014	2015	2016
ПЛ I: п.п.11	0	0	0
0	-2,0	-2,5	-0,5
1	-2,7	-4,7	-2,0
3	0	-10,0	-10,0
6	+3,8	-1,2	-5,0
7	+2,3	+3,3	+1,0
8	+6,1	+1,1	-5,0
9	-16,4	-18,9	-2,5
11	-32,9	-24,9	+8,0
12	-30,6	-22,6	+8,0
ПЛ II: 34	+2,3	-1,3	-3,6
36	-3,5	-5,5	-2,0
37	-13,0	-16,5	-3,5
38	-9,3	-15,3	-6,0
39	-9,3	-12,8	-3,5
40	-6,8	-9,8	-3,0
41	-6,1	-11,1	-5,0
П.к: 1 15	-20,1	-27,1	-7,0
16	-13,9	-18,9	-5,0
П.к: 2 22	+3,1	+1,6	-1,5
25	+3,1	+0,1	-3,0
26	-7,9	-10,9	-3,0
П.к: 3 28	+2,8	-1,7	-4,5
29	+5,1	+1,1	-4,0
П.к: 4 42	-8,8	-13,8	-5,0
43	-3,3	-5,8	-2,5
44	-8,3	-8,3	-8,3
П.к: 5 46	-18,0	-2,1	-3,0
47	-15,0	-1,7	-2,0
48	-10,0	-13,5	-3,5
49	-1,3	-3,3	-2,0

Выполненный анализ инструментальных наблюдений, при котором сравнивались превышения между реперами в различных сериях измерений показал, что наибольшее смещение за период с 2014 по 2016 гг. произошло на пункте 11, величина которого составила -32,9 *mm*. Также зафиксированы значительные смещения по пунктам №№ 9, 12 и 20, которые составляют соответственно -18,9 *mm*, 30,6 *mm* и -35,6 *mm*.

Маркшейдерские наблюдения подтвердили, что сдвигения и деформации проявляются на земной поверхности локально в виде отдельных провалов, трещин и плавных оседаний. Локальные проявления деформаций приурочены к участкам над горными выработками верхних горизонтов, пройденными в зоне выветренных пород, а также к районам выхода на поверхность тектонических нарушений (разломов).

Рекомендовано реконструировать имеющиеся наблюдательные станции на территории месторождений Зармитанской золоторудной зоны и желательно проводить регулярные определения координат с использованием GPS измерений, а инструментальные наблюдения - в капитальных горных выработках на вышерасположенных горизонтах разрабатываемых рудных тел.

Библиографический список

1. Рахимов В.Р., Хасанов А.Р., Низимова А.Т. Методика изучения развития деформаций вокруг выработанного пространства на земной поверхности при подземной разработке месторождения Чармитан / Журнал «Вестник ТашГУ», №4.-2013. – С. 171-177.
2. Низимова А.Т. Аналитическое исследование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при отработке рудного тела, находящегося под охранными объектами с целью предупреждения их обрушения / Журнал



«Горный вестник Узбекистана», №2. -2016. -С. 35-40.

З. Орлов Г.В. Сдвигение горных пород и земной поверхности под влиянием подземной разработки.-М.: Изд. «Горная книга» МГТУ, 2010. -198 с.

УДК 620.193.665.6

© Турабджанов С.М., Кадиоров Б.М., Кадиоров Х.И. 2018 г.

ИЗУЧЕНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АМИНОКРОТОНОЛА И ОРГАНОФОСФОНАТОВ ПРИ ИНГИБИРОВАНИИ КОРРОЗИИ



Турабджанов С.М.
ректор Ташкентского ГТУ
имени И.Каримова, д.х.н.,
профессор



Кадиоров Б.М.
магистрант Ташкентского химико-
технологического института



Кадиоров Х.И.
доцент Ташкентского химико-
технологического института, д.т.н

Kroton fraksiyasini ammiak bilan erituvchi ishtirokida kondensatlanishidan hosil bo'luvchi aminokrotolning Eltekov qoidasiga zid, barqarori komillar asoslandi. Olingan mahsulot sof holda organofosfonalarning ruh komplekslari bilan kompozitsiyalarda korroziyaga qarshi ingibitorlar sifatida sinab ko'rildi va himoyalash samarasi 90% dan kam bo'lmasligi aniqlandi. Bu kompozitsiyaning yuqori samarali ekanligi tarkibidagi aminli markazlarning ko'pligi, S – N barqaror bog'larning mavjudligi va shu tufayli metal yuzasida mustahkam qatlamlarning hosil bo'lishi bilan izohlandi.

Tayanch iboralar: kroton fraksiyasi, kondensatlanish, aminokrotonol, Eltekov qoidasi, oksietildendifosfon kislota, tsinkatlar, sinergizm, ingibirlash samaradorligi, ingibirlash mexanizmi, uglerod-azot mustahkam bog'.

Factors of stability against Iltekova's rule of aminocrotonol, which was formed from condensation of the croton fraction and ammonia in the presence of solvents, were studied. The obtained products are tested for the corrosion inhibitor in pure form and as compositions with zincate complexes of organophosphates, and in this case the protection efficiency is not less than 90%. The high effectiveness of this composition has been explained by the presence of a large number of amine centers, the presence of C – N stable bonds, and the formation of solid layers on the metal surface.

Key words: Crotone fraction, condensation, aminocrotonol, Eltekov's rules, oxyethylidene diphosphonic acid, zincates, synergism, corrosion, inhibition efficiency, inhibition mechanism, carbon-nitrogen strong bond

Эффективность мер борьбы с коррозией и солеотложением при добыче нефти зависит от комплексного подхода к решению данной проблемы. В этой связи необходимо знание физико-химических процессов в различных условиях залегания нефти и разработки нефтеносных пластов, умение заранее прогнозировать, надежно контролировать возможное появление коррозии и солевых осадков в процессе эксплуатации скважин. Особое внимание должно уделяться правильному выбору методов борьбы с коррозией и отложением солей, позволяющих добиться наибольшей их эффективности в конкретных промышленных условиях с учетом экономической целесообразности.

Для предупреждения коррозии и отложений минеральных солей при водоподготовке успешное применение нашли ингибиторы. Они тормозят, а в ряде случаев практически полностью позволяют прервать процесс разрушения металлов в агрессивных средах, действуя как защитное покрытие и нейтрализатор.

В качестве ингибиторов коррозии и отложений минеральных солей при добыче нефти, а также в энергетике, водоподготовке и др. широко используются водорастворимые полимеры, неорганические и органические фосфонаты, полиамины, аминоспирты и др., выпускающиеся под названиями «Додикор» (Германия), «Данокс» (Испания), «Викор», «Нефтехим-3», «В-2»,

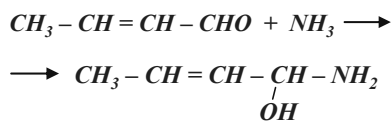


«В-3», «ОЭДФ», «НТФ», «ПАФ-13», «ИОМС» и их цинковые соли (Россия). Из-за отсутствия производства ингибиторов коррозии и солеотложения их привозят из других стран за валюту.

В мире по получению ингибиторов отложения минеральных солей и коррозии по ряду приоритетных направлений проводятся исследования, в том числе: получение гидрокси-, карбокси- и сульфоксипроизводных, а также аминспиртов с реакцией конденсации аминов и амидов с аммиаком и альдегидами [1, 2], а также получение цинкатных комплексонов с взаимодействием цинката натрия с водным раствором ортофосфонатов [3, 4].

Исследованы ингибиторы коррозии на основе 1-амино-1-кротонол, продукта конденсации кротонового альдегида и аммиака:

Как известно, реакция идёт с выделением тепла, расчётная теплота образования 1-амино-1-кротонола составляет 41,92 ккал (1175,2 кДж). Кинетическими исследованиями было установлено, что при взаимодействии кротонового альдегида с аммиаком вначале температура реакции повышается до 80-85 °С (со скоростью 3°C/min), затем, по мере насыщения, она плавно снижается до 35-40 °С, что позволяет



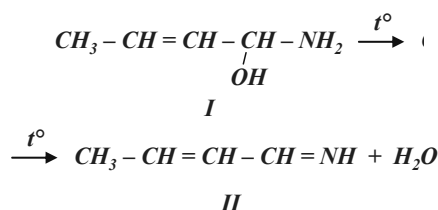
управлять данной реакцией. Образующаяся смола в естественных условиях в течение 4-х д превращается в твёрдый, легкоизмельчаемый продукт с количественным выходом.

При нагревании аминокротонола (I) до температуры (120 °С) он теряет воду с образованием ненасыщенного имина (II) по схеме:

Расчётным путём установлено, что образование соединения II протекает с поглощением тепла 35,47 ккал/моль (148,26 кДж/моль).

Соединения I и II могут полимеризоваться с образованием разветвленных III, IV и линейных V олигомеров:

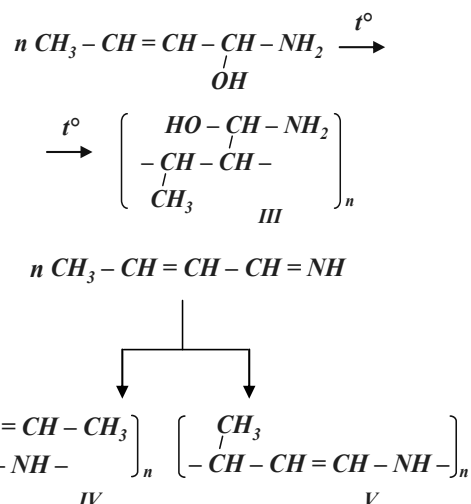
Образование продуктов III-V было подтверждено ИК-, ЯМР - спектроскопией и данными элементного



анализа.

Продукты конденсации кротонового альдегида с аммиаком хорошо растворимы в спиртах и растворах минеральных кислот, и были испытаны в качестве

ингибитора кислотной коррозии в солянокислой и сероводородной средах. Установлено, что их защит-



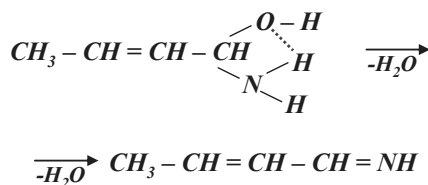
ный эффект в среде 15 % -ной соляной кислоты при $t = 60^\circ\text{C}$ и времени 4 часа достигает 99,0 %.

Доказано, что при проведении конденсации кротоновой фракции в присутствии растворителей при пониженных температурах 30-50 °С, реакцию конденсации аммиака с кротоновым альдегидом можно остановить при образовании аминспирта, продукта, растворимого в углеводородах.

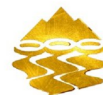
При этом стабильность образовавшегося аминспирта, отрицание правила Эльтекова, можно объяснить следующим образом:

При содержании в одном атоме углерода гидроксильных и аминогрупп, образуется сильная водородная связь, энергия связи достигает энергии донорно-акцепторной, катион водорода при аминогруппе сильно притягивается к кислородному атому гидроксидной группы, в результате отщепляется вода, молекула становится стабильной:

При проведении реакции конденсации в присутствии растворителя, вокруг молекулы растворителя скапливаются молекулы растворенного вещества с образованием межмолекулярных взаимодействующих сил, тем самым увеличивая межмолекулярные связи и уменьшая внутримолекулярную связь. В результате уменьшается энергия связи и молекула остается стабильной:

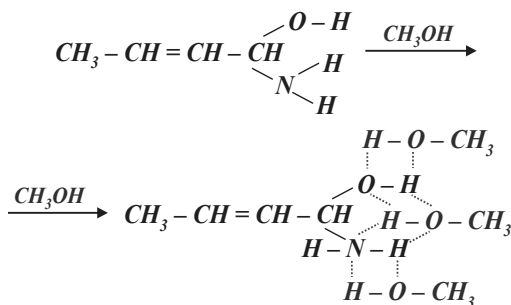


Удовлетворительные результаты были получены при использовании в качестве растворителя – метанола. Кроме того, он применим в углекислотной среде,



среде сильноминерализованной воды, для солянокислой промывки котлов, солянокислотной обработки нефтяных и газовых месторождений и т.д. (табл. 1).

С целью получения ингибиторов солеотложения с более высокой эффективностью, нами продолжены исследования по разработке композиций



многоцелевого назначения на основе продукта конденсации кротоновой фракции (ПКИ-3) в присутствии растворителя с добавлением органофосфонатов и их цинковых комплексов.

Приготовлены композиции ОДЭФ: цинкат-ОЭДФ: ПКИ-3 в мольных соотношениях 2:1:1-3:1:3. Эффективность полученных композиций в качестве ингибиторов коррозии проверяли на технической воде Гидрометаллургического завода № 3 (ГМЗ-3) и в цехе по производству серной кислоты (ЦПСК) Северного рудоуправления в г.Учкудук ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат», жесткостью 12,9 **мг-экв/л**, с остаточными минеральными солями ($\text{Ca}^{2+}=149,0$; $\text{Mg}^{2+}=66,2$, $\text{Cl}^-=354,5$; $\text{SO}_4^{2-}=1161,4$ **мг/л**). Данные представлены в табл.2 и 3.

Данные табл. 2 и 3 показывают, что приготовленные композиции способны эффективно подавлять процессы коррозии в средах с различной начальной коррозионной активностью, достигая

Таблица 1

Результаты ингибирующего действия аминокротонола.
Концентрация ингибитора 1 % масс

Условия опыта	Средняя потеря массы, g.	Средняя скорость коррозии $\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$	Степень защиты, %
Без ингибитора	0,0255	0,03310	
Солевой раствор, содержащий, H_2S + 70 ml газоконденсат	0,004	0,00519	84,3
Без ингибитора	0,012	0,01557	-
Солевой раствор, содержащий, H_2S + 70 ml нефти	0,0013	0,00143	89,2
Без ингибитора	0,0107	0,13889	-
Солевой раствор, содержащий, H_2S	0,00115	0,01493	89,3

Таблица 2

Влияние композиции на основе ПКИ-3 и Zn-ОЭДФ на скорость коррозии стали марки Ст3

Компоненты ингибитора	Концентрация ингибитора, g/l	Средняя потеря массы, g	Скорость коррозии, $\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$	Защитный эффект, %
Без ингибитора	-	0,0390	0,750	-
ПКИ-3:	2,0	0,0087	0,169	77,6
ОДЭФ:	4,0	0,0086	0,169	77,5
Zn-	6,0	0,0068	0,130	82,6
ОЭДФ	8,0	0,0019	0,036	95,1
(1 : 2 : 1)	10,0	0,0008	0,015	97,9
ПКИ-3:	2,0	0,0101	0,194	74,1
ОДЭФ:	4,0	0,0095	0,182	75,7
Zn-	6,0	0,0089	0,171	77,2
ОЭДФ	8,0	0,0045	0,086	88,5
(1 : 3 : 1)	10,0	0,0036	0,070	90,6
ПКИ-3:	2,0	0,0083	0,160	78,7
ОДЭФ:	4,0	0,0082	0,157	79,1
Zn-	6,0	0,0064	0,124	83,4
ОЭДФ	8,0	0,0020	0,038	94,8
(2 : 2 : 1)	10,0	0,0010	0,020	97,4
ПКИ-3:	2,0	0,0081	0,156	79,2
ОДЭФ:	4,0	0,0077	0,148	80,3
Zn-	6,0	0,0058	0,112	85,1
ОЭДФ	8,0	0,0018	0,034	95,5
(3 : 2 : 1)	10,0	0,0009	0,017	97,7

максимального защитного эффекта – 97,9 %, что обусловлено увеличением аммониевых центров, прочностью комплексонов на основе ОЭДФ и присутствием прочной связи метил-азот в ПКИ-3, в результате чего образуются прочные защитные слои на поверхности металла, подвергаемого коррозии.

Ингибирующие свойства полученной композиции ингибиторов коррозии исследованы в водах ППД

Таблица 3

Ингибирующие свойства композиции на основе ПКИ-3 и Zn-ОЭДФ

Время опыта, d	Ингибитор	Доза ингибитора, g/l	Средняя потеря массы образца, g	Скорость коррозии, $\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$	Степень защиты, %
1	Без ингибитора	-	0,0368	0,866	-
	ПКИ-3:ОДЭФ	1,0	0,0023	0,054	93,8
	Zn-ОЭДФ (2 : 1 : 2)	2,0	0,0017	0,040	95,4
2	Без ингибитора	-	0,0611	0,890	-
	ПКИ-3:ОДЭФ	0,5	0,0041	0,061	92,9
	Zn-ОЭДФ	1,0	0,0040	0,060	93,1
	(3 : 1 : 2)	2,0	0,0030	0,044	94,9

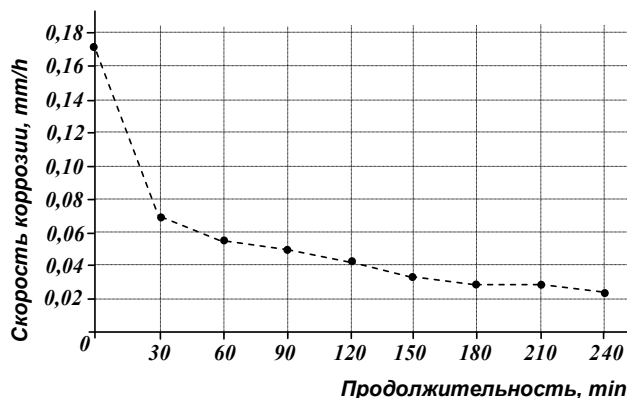
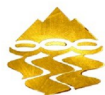


Рис. 1. Зависимость величины скорости коррозии от продолжительности процесса

Северный Уртабулок, отличающихся особой жёсткостью 505,0 mg-экв/l, с содержанием механических примесей и сульфида водорода: скорость коррозии определяли на низкоуглеродистой стали марки прочности Д при комнатной температуре, результаты которой приведены в табл. 3. Полученный продукт – ПКИ-3:ОДЭФ:Zn-ОЭДФ (2:1:2) эффективно защищает сталь от сероводород-

ной коррозии при минерализации воды 0,5-2,0 g/l. Исследуемые композиции эффективно ингибируют не только общую, но и точечную коррозию, которая возникает, главным образом, в защитном слое по местам различных дефектов (трещин от внутренних напряжений, пор, микровключений, выхода на поверхность границ зёрен, дислокаций и т. п.).

Подтверждение механизма ингибирования коррозии за счёт создания защитной плёнки на поверхности металла обосновано результатами, представленными на рис. 1. При добавлении композиции на основе ПКИ-3 и Zn-ОЭДФ снижение величины коррозии происходит постепенно и достигает минимального значения после экспозиции в течение 2...4 h.

Таким образом, исследована реакция конденсации кротонового альдегида (кротоновой фракции) с аммиаком в присутствии растворителя (метанол, сивушное масло и др.), изучены закономерности стабильности полученного аминспирта, установлены синергитические преимущества композиции аминокротонола с органофосфонатами при использовании полученных продуктов в качестве ингибиторов коррозии.

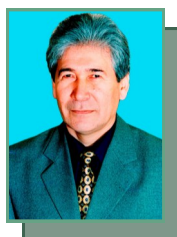
Библиографический список:

1. Кадилов Х.И. Синтез и технология производства ингибиторов солеотложения и коррозии // Дисс...док.техн.наук. - Ташкент. 2017. -191 с.
2. Fayzullayev N.I., Turabdjano S.M. Catalytic aromatization of methane. International journal of chemical and physical sciences, Vol.4, No.-4, Jul-Aug 2015, P.23-29.
3. Патент 6162391 США, МПК⁷ CO₂F5/10, 09K 3/00. Kuritf Water Ind, Kowata Ken Ji, Limura Akira, Sato Shideru, Usui Urara, Sanaduchi Aya. Scale inhidition adentand method for usind some: № 09/083007; Заявл. 21.05.1998; опубл. 19.12.2000.
4. Чаусов.Ф.Ф. Сравнительные испытания фосфонатцинкатных ингибиторов солеотложений и коррозии. // Сантехника. Отопление. Конденсирование. № 5. 2008. С.16-25.

УДК 622.765:533.7

© Артиков А.А., Носирова Ш.Н., Холиков М.М. 2018 г.

НОВШЕСТВО В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ И РАСЧЕТЕ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД



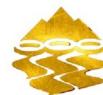
Артиков А.А.
проф. кафедры
«Информатика, автоматизация и управление»
Ташкентского химико-технологического института, д.т.н.



Носирова Ш.Н.
доцент кафедры
«Преподавание методики информатики»,
Навонийского государственного педагогического института, к.т.н.



Холиков М.М.
магистрант
Ташкентского технического университета
И. Каримова



Ushbu maqolada matematik modellashirishning oltintarkib rudali flotatsiya jarayonida yangi hisoblashi tavsiya etiladi. Flotatsiya jarayonini matematik modelni tuzishda flotatsiyalanayotgan suyuq modda ichidan o'tib borayotgan gaz fazasining pufakchalariga kerakli komponentni yaxshiroq o'tirishi uchun massa almashinish jarayoniga o'xshagan hisoblash usuli taklif qilindi. Bu usulda suyuqlikdagi mahsulotning konsentratsiyasiga mos keladigan gaz pufakchalaridagi yopishib qolgan komponentning konsentratsiyasini muvozanat usuli va usulga mos muvozanat ko'rsatkichlarini belgilash mumkin bo'ldi. Shu orqali massa almashinish tenglamasi tuzildi. Qilingan ish flotatsiya jarayonini matematik modeli asosida amaliy dasturiy paketlari orqali kompyuter modelini tuzish imkonini berdi. Tajribalarning o'tkazilishi natijasida identifikatsiyalashgan kompyuter modeli orqali flotatsiya jarayonining barcha kirish va chiqish parametrlarini topilib, o'tish chizig'i topildi.

Tayanch iboralar: flotatsiya, apparat, kompyuter, model, parametr, jarayon, analitik – eksperimental, adekvatlik, modellashirish, konsentratsiya, dastur, paket.

In this article, an innovation in mathematical modeling and calculation of the flotation process of gold-bearing ores is considered. In mathematical modeling of the flotation process, a new approach is used, which consists in the fact that the process between the liquid and gas phases is considered as a mass-exchange process. To determine the nature of the interphase effect, we introduce the concept of the mass transfer coefficient and the concept of the equilibrium concentration of valuable components. It is determined on the basis of the actual value of valuable components in the gas phase. The coefficient of mass transfer depends on the hydrodynamics of the bubbling layer, the properties of binders, the nature of the gas phase, the physico-chemical phases, etc. The sequence of construction of a computer model of the flotation process and the determination of an adequate mass-transfer coefficient are given.

Key word: flotation, apparatus, computer, model, parameter, process, analytical-experimental, adequacy, modeling, program, package.

Практически во всех отраслях науки построение и использование моделей является мощным орудием исследований. При математическом моделировании процесса флотации использован новый подход, заключающийся в том, что процесс между жидкой и газовой фазами рассмотрен как бы массообменным процессом [1].

Для определения характера межфазного воздействия нами вводится понятие о коэффициенте массоотдачи. Здесь можно ввести понятие о равновесной концентрации ценных компонентов. Она определяется на основе действительного значения ценных компонентов в газовой фазе. Коэффициент массоотдачи зависит от гидродинамики барботажного слоя, свойств связующих веществ, характера газовой фазы, физико-химических фаз и др.

Тогда, при расчете процесса флотации, можно воспользоваться классическим математическим описанием массоотдачи. Он рассчитывается через коэффициент массоотдачи ценного компонента (Av) пульпы в газовую фазу, в виде:

$$\frac{dM}{d\tau} = Av * V * (x - x^*) \quad (1)$$

Здесь:

M – масса ценного компонента, переходящего из пульпы в газовую фазу,

V – объем барботажной зоны флотационного аппарата,

x, x^* – показатели массовой действительной и равновесной концентрации ценного компонента в пульпе.

При построении компьютерной модели барботажного куба флотационного аппарата осуществлен многоступенчатый системный анализ [1]. Барботажный куб принят за основную систему. На базе компьютерной модели он представлен в следующем виде неизвестного ящика (Рис. 1), который на основе системного анализа раскрывается.

При протекании основного процесса флотации в барботажный куб снизу вводятся

пузырьки воздуха, которые по мере передвижения вверх забирают частицы ценного компонента. Вверх количество пузырьков воздуха с ценным компонентом увеличивается; насыщенный воздух выходит из барботажного куба через пенный слой. Степень насыщения воздуха также зависит от свойств компонентов и качества реагентов: чем меньше диаметр пузырька воздуха, тем лучше он используется, с точки зрения гидродинамики жидкая фаза подвергается достаточно полному перемешиванию и из барботажного куба выходит с определенной конечной концентрацией.

Входными параметрами объекта – барботажного куба – на выбранном основном уровне иерархии считаются:

- расход суспензии, который включает в себя материал (измельченная руда), связующие вещества, воду;
- температура воды (как правило, процесс проводится в обычных условиях, когда изменение температуры не оказывает существенного влияния);
- концентрация воды;
- размеры и форма куба;
- расход воздуха;
- температура воздуха, процесс также проводится в обычных условиях, когда изменение температуры

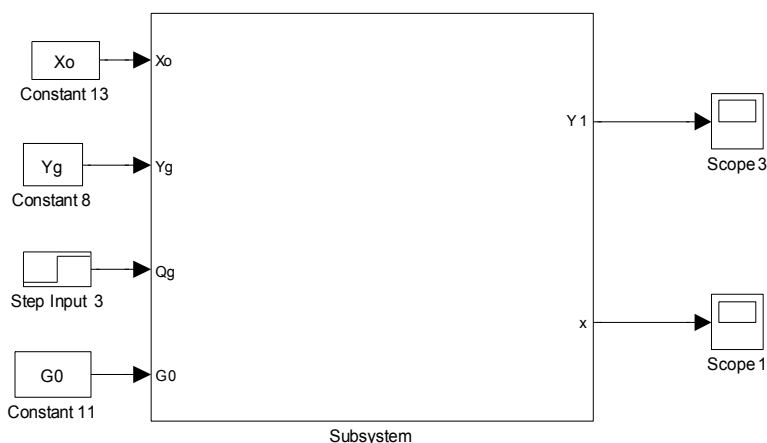


Рис. 1. Основные входные и выходные параметры барботажного куба флотационного аппарата

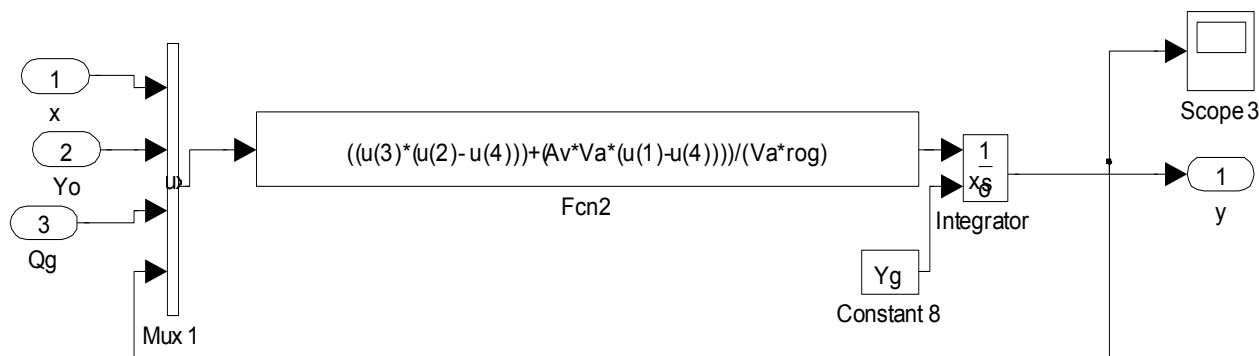
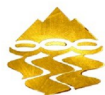


Рис. 2. Компьютерная модель процесса в квазислой газовой фазы объекта одноступенчатой флотации

воздуха не оказывает существенного влияния;

– концентрация веществ в воздухе.

Исследуемый барботажный куб обладает следующими выходными параметрами:

– масса оставшейся жидкости из объекта или расход переработанной жидкости при непрерывном режиме;

– расход воздуха из барботажного куба;

– концентрация полезных веществ в барботажном воздухе, поступающих в слои пены.

Определяя входные и выходные параметры основного объекта, можно проанализировать систему и процесс, улучшить ее работу и создать условия для лучшей работы барботажного куба.

Проанализируем взаимосвязь параметров барботажного куба с использованием метода многоступенчатого системного анализа. Определим квазислой в этом элементе. На самом деле, слоев как таковых нет, но можно принять, что барботажный куб состоит из множества мысленных слоев, каждый из которых имеет свои входные и выходные параметры. Следует заметить, что гидродинамическая структура потоков жидкой фазы в флотационном аппарате имеет структуру, близкую модели идеального перемешивания. Определяем входные параметры (расход жидкости, концентрация полезных компонентов в жидкости, расход воздуха и концентрация полезных компонентов в воздухе; температура воздуха) и выходные параметры для каждого квазислоя.

Каждый квазислой состоит из двух элементов: жидкая и газовая фаза.

Входные параметры жидкой фазы: начальная концентрация материала, масса и расход жидкой фазы в данном слое. Выходные параметры жидкой фазы – это масса жидкости, содержание полезных компонентов в жидкой фазе.

Входными параметрами газовой фазы являются: расход газа, содержание компонентов в газе. Выходными переменными выступают: расход газа и содержание компонентов в выходящем из барботажного слоя газа.

Для газовой фазы, учитывая, что переходной процесс, т.е. массообмен между жидкой и газовой фазами характеризуется уравнением массопередачи (1), со-

ставлено уравнение материального баланса в таком виде:

$$\frac{((Q_g * u(3) * (u(2) - u(4))) + (A_v * V_a * (u(1) - u(2))))}{(V_a * \text{rog} * u(3))} \quad (2)$$

Тогда процесс в газовой фазе в выбранном квазислое имеет компьютерную модель в виде изображенного на рис. 2.

Как видно из рис. 2, в компьютерную модель входят: расход воздуха, содержание или концентрация веществ в жидкой фазе, концентрация веществ в газовой фазе, коэффициенты массообмена и начальная концентрация газовой фазы.

Объединив компьютерные модели отдельных квазиобъектов барботажного куба, т.е. математических моделей квазислоев, получим компьютерную модель по газовой фазе барботажного куба флотационного аппарата.

Компьютерная модель состоит из блока функционального изменения параметров в математическом описании по жидкой фазе. В компьютерную модель, собранную из элементов прикладной программы Matlab, поступает сигнал о значениях концентрации ценных компонентов в газовой фазе, начальной концентрации ценных компонентов в газовой фазе, начальной концентрации ценных компонентов, входящих в жидкую фазу, и о концентрации ценных компонентов в жидкой фазе барботажного куба. Сюда же поступает сигнал о расходе жидкой фазы. В функциональном блоке на основе значений входных параметров компонентов вычисляются значения концентрации ценных компонентов в жидкой фазе.

Жидкая фаза в каждом квазислое имеет общие показатели. В кубе флотационного аппарата происходит почти идеальное перемешивание жидкости, при котором концентрация ценного компонента во всех точках аппарата будет одинаково.

Поэтому для жидкой фазы из уравнения массообмена определено уравнение концентрации ценных компонентов в жидкой фазе.

$$G_o X_o - G_g X = G_g y - G_g y_o \quad (4)$$

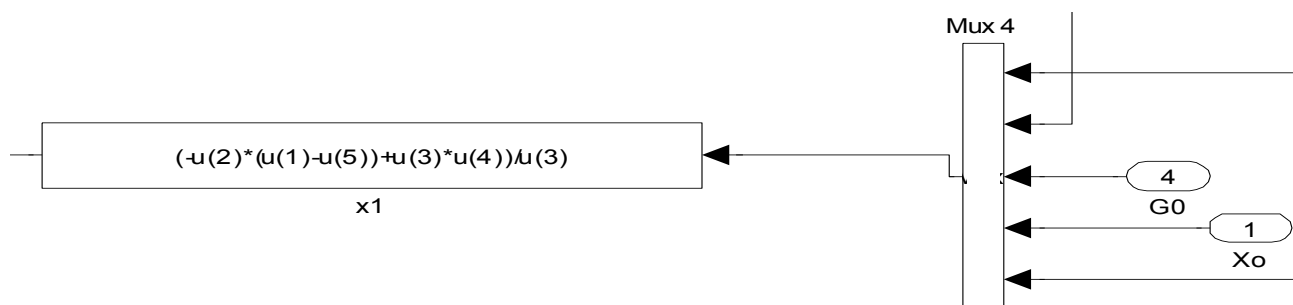
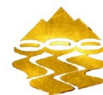


Рис. 3. Компьютерная модель процесса в жидкой фазе объекта одноступенчатой флотации

$$X = \frac{1}{G_o(-G_g y + G_g y_o + G_g X_o)} \quad (5)$$

Разработан блок, рассчитывающий концентрацию ценных компонентов в жидкой фазе в барботажном кубе (рис. 3)

В эту модель подаются сигналы о параметрах: расход воздуха в аппарат, концентрация ценных компонентов во входящем воздухе, расход суспензии или пульпы в барботажном кубе, начальная концентрация ценных компонентов в жидкой фазе. Из модели определяются значения выходной концентрации ценного компонента в жидкой фазе.

На основе моделей газовой и жидкой фаз получена компьютерная модель барботажного куба флотационного аппарата (рис. 4).

В эту компьютерную модель подаются сигналы о входных параметрах: расход воздуха в аппарате, концентрация ценных компонентов в поступающем воздухе, расход пульпы в барботажном кубе, начальная

концентрация ценных компонентов в жидкой фазе. Для расчета процесса на компьютерной модели формализовано компьютерное представление начальных условий.

По модели расчетным путем определяются значения концентрации компонентов в жидкой фазе. В блоках модели рассчитываются изменения выходной концентрации ценных компонентов как в жидкой, так и газовой фазах. Также на основе аналитической модели с нанесением возмущения определены изменения выходного параметра в виде кривой переходного процесса.

На графике (рис. 4) показаны кривые переходного процесса по жидкой и газовой фазам. Как видно, концентрация в жидкой фазе будет уменьшаться от своего начального значения до определенной установившейся величины, приближаясь к увеличивающейся равновесной концентрации.

Аналитически полученная компьютерная модель также покажет вероятность перехода объекта от

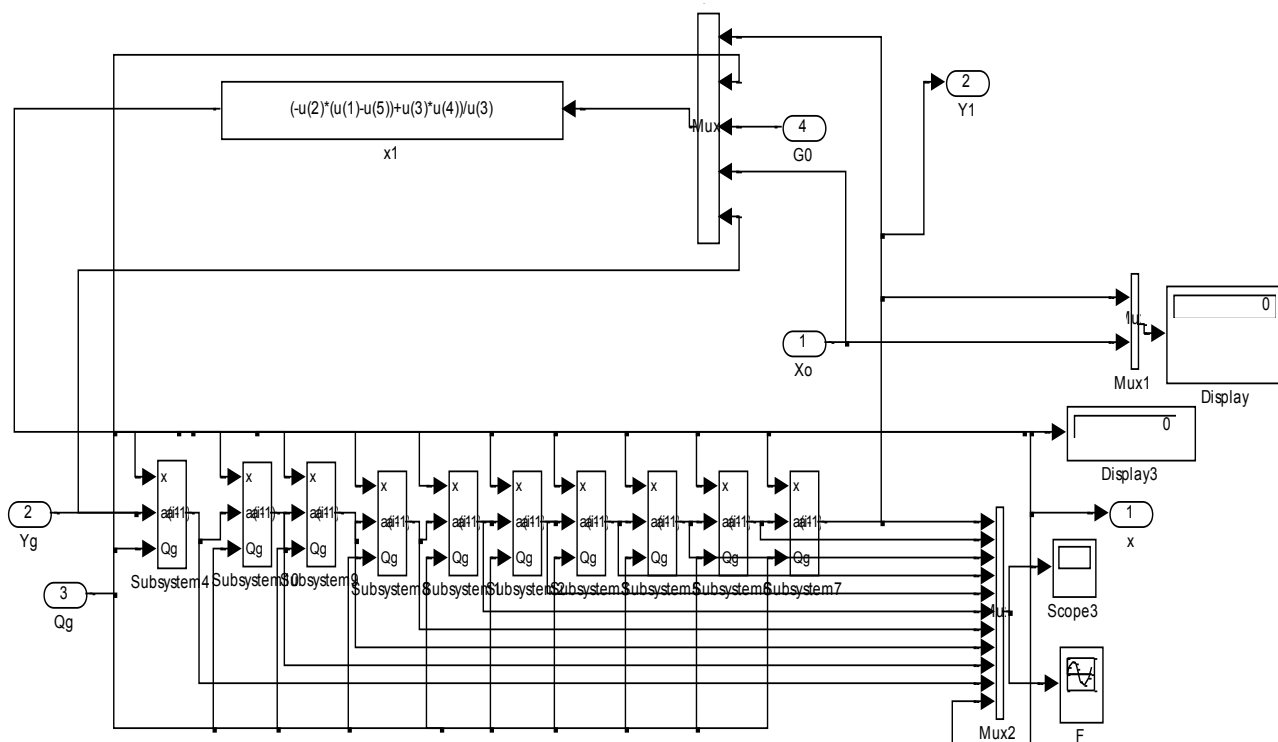


Рис. 4. Компьютерная модель одноступенчатого процесса флотации на основе прикладной программы MATLAB

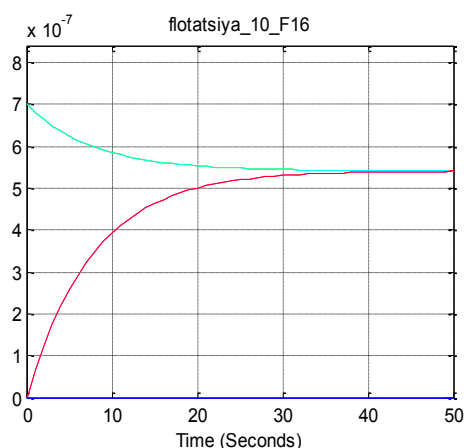
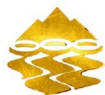


Рис. 5. Кривые переходного процесса по жидкой и газовой фазам

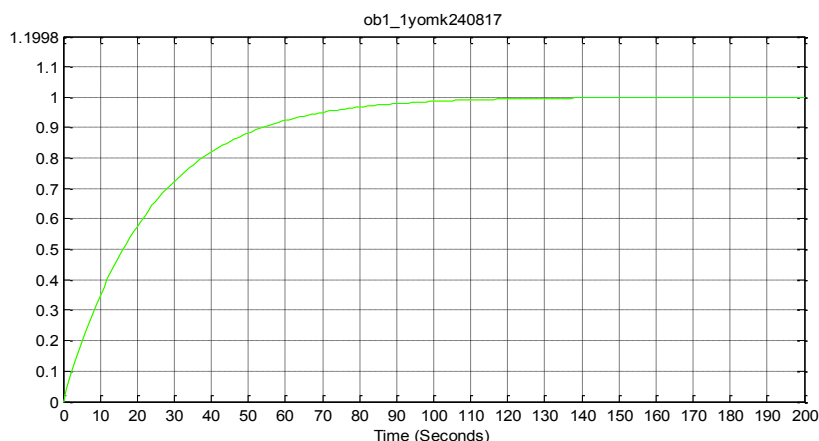


Рис. 6. Переходной процесс флотации руды на идентифицированной модели действующего аппарата флотации

начального состояния к конечному стабильному состоянию. В результате исследования появилась возможность выполнить математические расчеты пусковых характеристик, и осуществить сравнение распределения вероятности переходного процесса на идентифицированной модели процесса действующего аппарата флотации. Соответствующие вероятности его перехода из одного состояния в другое и распределение вероятности по времени определены экспериментально и на идентифицированной физической модели объекта (рис. 6).

Адекватность модели определялась сравнением распределений вероятности перехода флотационного процесса от одного состояния к другому по времени. Согласованность результатов рассмотрена на основе результатов исследований Колмогорова и его критериев.

Исходя из этого, и сравнивая распределение вероятности перехода от начального значения процесса к значению стабилизации концентрации ценного ком-

понента полученного посредством экспериментов на аналитической компьютерной модели и на идентифицированной модели, определена согласованность результатов. Для этого в аналитической компьютерной модели проводились эксперименты на разных величинах значения коэффициента массоотдачи (рис. 7), и их результаты сравнивались со значениями идентифицированной модели (рис. 6).

Результаты приведены на рис. 8.

На рис. 7 приведены результаты сравнения среднеквадратичного отклонения расчетов распределения вероятности по времени переходного процесса, выполненные по аналитической компьютерной модели, с экспериментальными данными, полученными на идентичной физической модели процесса флотации золотосодержащих руд в барботажном кубе флотационной машины.

Результаты показали, что наиболее приемлемую степень адекватности обеспечивает компьютерная модель с коэффициентом массопередачи 0,03.

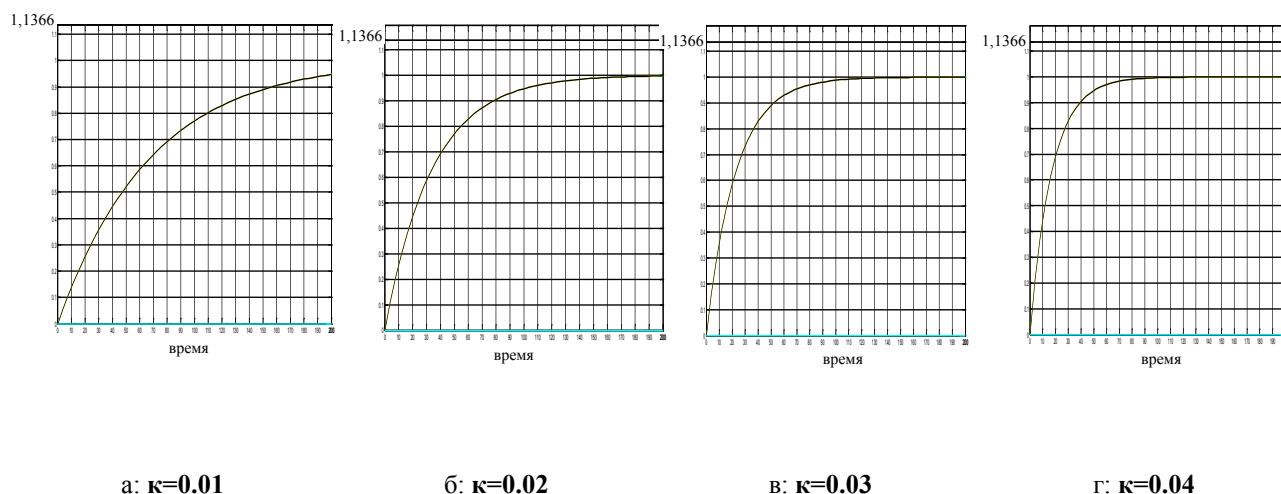


Рис. 7. Переходные процессы флотации руды по аналитической модели при коэффициентах массоотдачи: а) $\kappa=0.01$; б) $\kappa=0.02$; в) $\kappa=0.03$; д) $\kappa=0.04$;

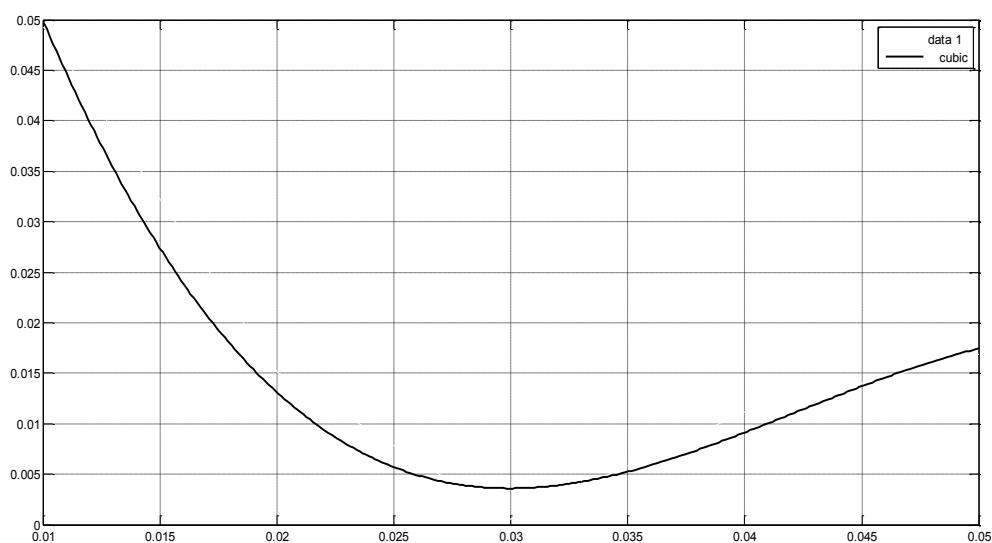
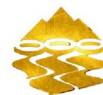


Рис. 8. Среднеквадратичные отклонения распределения вероятностей переходного процесса в зависимости от коэффициента массообмена в барботажном кубе

Библиографический список:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. 14 стер. Изд. М.: Альянс. 2008, 751 с., Тизимли тахлилга кириш.
2. Артиков .А. Свидетельство о депонировании объектов авторского права № 000300. Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. 10.11.2016.

УДК 620.193:665.6

© Абдуазизов Н.А. Шукуров А.Р. 2018 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИНЫ ИЗНОСА ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА



Абдуазизов Н.А.,
проректор по учебной
работе Навоийского
государственного горного
института, к.т.н.



Шукуров А.Р.,
магистр Навоийского
государственного
горного института

Maqola chuqur nasoslar foydalanish masalasi ko'rilgan, uran hamda er osti tanlab eritmaga o'tkazish, ularning ish sharoitlarini tahlil qilingan. Chuqur nasoslar ishga samaradorligini oshirish va modernizatsiya qilish uchun istiqbol-larini oshirish taklif qilingan.

Tayanch iboralar: *ishchi g'ildirak, ESN, chuqur nasosi, suv osti nasosi, ishchi kisimlarinig emirilishi, polimer, zanglamaydigan po'lat.*

The article deals with the problem of the exploitation of deep submersible pumps, the conditions of their operation for underground uranium leaching are analyzed. A method of increasing the efficiency of operation is proposed, and prospects for the modernization of submersible deep pumps are indicated.

Key words: *Working wheel (impeller), electric submersible pump, borehole pump, submersible pump, wear of working parts, polymeric, stainless (rustproof, rustless, rust-resistant).*



Рис. 1. Износ вала при трении на рабочее колесо

В последние десятилетия в мировой практике, в том числе и в Узбекистане, получили широкое распространение геотехнологические способы добычи полезных ископаемых, имеющих ряд серьезных преимуществ перед традиционным и дорогостоящим горным способом. Среди них особое место занимает геотехнология (подземное выщелачивание) металлов (урана, меди, никеля, железа, цинка, молибдена, алюминия, золота и др.) из руд на месте их залегания в недрах с помощью химических реагентов с последующей переработкой на поверхности полученных продуктивных растворов.

По сравнению с обычным горным способом добычи руды подземное выщелачивание имеет следующие преимущества:

- значительное сокращение объемов горных выработок, транспортирования руды, её обогащения, дробления, измельчения;
- отсутствие необходимости в строительстве и эксплуатации хвостохранилищ;
- сохранение в ненарушенном состоянии земной поверхности;
- возможность полной автоматизации процесса;

- коренное улучшение санитарно-гигиенических условий труда;
- резкое сокращение объемов промышленного и гражданского строительства, значительное сокращение сроков ввода в эксплуатацию и освоение промышленных мощностей;
- существенное уменьшение загрязнения окружающей среды;
- снижение себестоимости получения металлов и повышение производительности труда.

Отбор проб растворов на содержание механических примесей (твердых взвесей) производится с целью: контроля качества очистки растворов, подаваемых в закачные скважины, контроля технического состояния откачных скважин, контроля условий эксплуатации погружных насосов.

Пробы отбираются в откачных скважинах и в коллекторе закачных растворов (после отстойника). Периодичность опробования в скважинах определяется типом раствороподъемных средств. Результаты опробования помещаются. В случае, если содержание твердых взвесей в откачиваемом из насосной скважины растворе превышает нормативное содержание (более 100 mg/l), скважина должна быть остановлена, насос извлечен, выяснена причина повышенного содержания твердых взвесей; спуск насоса в скважину допускается после ликвидации причин повышения механических примесей в растворе. Категорически запрещается подача в скважины раствора с содержанием твердых взвесей более 20-25 mg/l. Если отстойник или другие фильтрующие устройства после сорбции не обеспечивают очистку возвратных растворов до указанного содержания, они должны быть подвергнуты ремонту или реконструкции [1].

Режимно – балансовые наблюдения, обработка их результатов, учет объемов технологических растворов по скважинам, блокам и участкам ПВ, а также поблочный учет извлечения металла в раствор и затрат выщелачивающего реагента осуществляются гидрогеологической службой цеха.

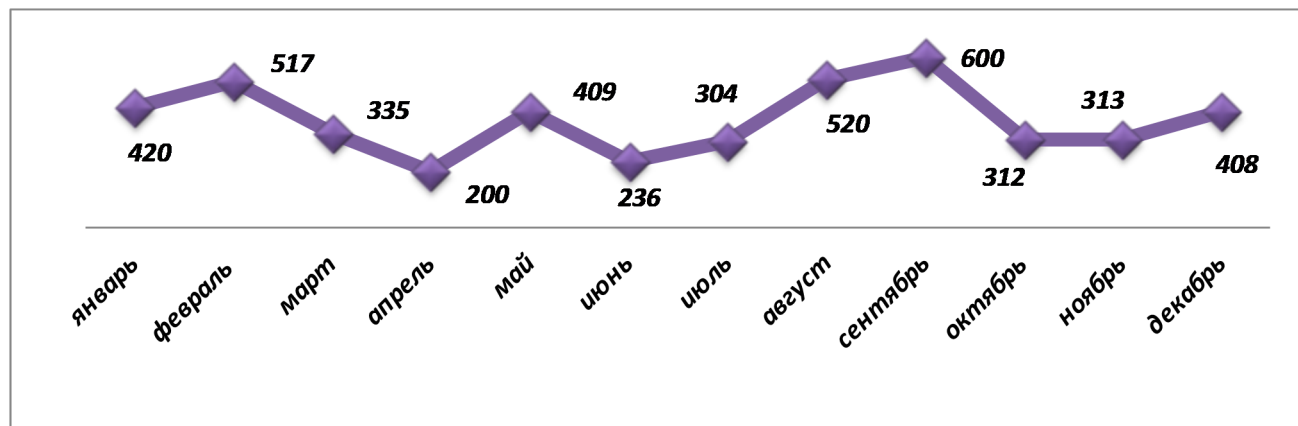
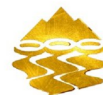


Рис. 2. Диаграмма количества расходуемых рабочих колес для замены или поврежденных



Периодичность гидрогеологических и гидрохимических наблюдений на различных фазах ПВ устанавливается, исходя из минимальной продолжительности этих фаз для сети скважин 50×25 м при мощности продуктивного горизонта 20-30 м, коэффициенте фильтрации около 5 м/д. и кислотности закисляющего раствора около 3 %, выщелачивающего около 1,5 %, с учетом требований оперативного контроля, отчетности и планирования.

Погружные насосы используются в основном при подземном выщелачивании урана. Основными видами погружных насосов применяемых на водозаборных скважинах это глубинные насосы немецкого, итальянского, турецкого и отечественного производства, с общей особенностью конструкции изготовленного из нержавеющей стали. Выбор таких насосов применяемых на добыче в основном обосновывается химической агрессивностью среды в которой насос и эксплуатируется. Кроме того опыт показывает, что сильному механическому износу подвергаются динамические узлы глубинных погружных насосов, причиной которых является достаточное большое количество абразивных мелкодисперсных примесей в откачиваемом растворе (около 40 % эксплуатируемых скважин превышают норму содержания твердых взвесей). В следствии чего происходят такие разрушения как износ рабочего колеса, уплотнительных подшипников, сальников, вала гидравлической части, шлицов и других.

Существует ряд множества причин преждевременного отказа погружных насосов из-за повреждения рабочих органов, узлов, конструктивных элементов и т.д. Частые отказы погружных насосов уже стали причинами многочисленных потерь в производительности и повышении себестоимости добычи полезных ископаемых геотехнологическим способом по причине затратной эксплуатации на дорогостоящие узлы и комплектующие насосов, и в за частую на новые насосы в замен испорченных. В следствии чего и увеличились повременные затраты на обслуживание и ремонт погружных насосов.

Для повышения эффективности и эксплуатационных параметров погружных насосов используемых при геотехнологической разработке месторождения полезного ископаемого, прежде всего требуется, си-

стематизация причин отказов и выявление видов изнашивания и поломки рабочих элементов.

Таким образом, повышения эффективности и эксплуатационных параметров погружных насосов используемых при геотехнологической разработке месторождения полезного ископаемого является актуальной задачей.

Многолетний эксплуатационный опыт показал, что в насосах с полимерными рабочими колесами износ вала из-за трения рабочего колеса на вал практически не происходит. Что существенно сказывается в первую очередь на экономии расходов на замену валов глубинных насосов или их ремонте. Кроме того стоимость полимерных рабочих колес на много дешевле чем рабочие колеса выполненные из нержавеющей стали.

По реальным средним – статистическим показателям одного из участков геотехнологической добычи урана методом подземного выщелачивания из эксплуатируемых насосов около 10 % находятся в ремонтном состоянии, 1,4 % в резерве, и, кроме того еженедельно на ремонт отправляются от 0,6 % до 2 % насосов. Применяемые насосы глубинные погружные многоступенчатого исполнения – от 17 до 44 ступеней. 70 % насосов выходят из строя по причине износа деталей гидравлической части.

Подсчет еженедельного количества рабочих колес необходимых на замену дает нам следующий график:

По первоначальным данным можно сделать вывод, что замена нержавеющей рабочих колес погружных глубинных насосов на рабочие колеса полимерного исполнения дает ряд преимуществ, как: дешевизна деталей и материала, практическое отсутствие износа трения вала о рабочее колесо, устранение проблемы замены вала вместе с рабочими колесами, механическая безопасность стружек изношенных частей (в случае износа полимерного рабочего колеса) к водоотливной системе. Существенными недостатками являются более короткий срок службы рабочих колес, и увеличение затрат времени на обслуживание насоса.

В сравнении с преимуществами недостатки малы, и в общем итоге метод можно считать рентабельным и приемлемым, которое дает почву на дальнейшее исследование проблемы.

Библиографический список:

1. Гришко А.П. Стационарные машины. Том 1, Том 2. Изд. «Горная книга» Москва 2007
2. Корнеев Алексей Алексеевич. Статья: анализ причин выхода из строя центробежных насосов сферы ЖКХ и технологические методы их восстановления фебоу. ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Москва
3. Акопов Е. Ю.. Обоснование и выбор методов повышения ресурса погружных центробежных насосов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва 2016.



ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СОЗДАНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИЙ



Норхужаев Ф.Р.
зав.кафедрой «Обработка
металлов давлением»
Таш ГТУ им. И. Каримова,
докт.тех.наук, доцент



Норхужаева Р.Ф.
ассистент кафедры
«Технология
машиностроения»
Таш ГТУ им. И. Каримова

Maqola metall-ish va boshqa turli vositalari uchun qatlamlik metall tarkibi hamda gazlanadigan modellari haqida tanlash ishlab chiqarish uchun texnologik asoslarini yaratish tasvirlaydi. Olingan metall quyuv turi tarkibiy po'lat, instrumental o'rtasida bog'liqlik bo'lgan ishchi joylashtiring va tarkibiy steels respublikasi tashlash tarkibi qatlamlik. Qo'shilish metall shakllantirish mexanizmi tarkibi qatlamlik.

Tayanch iboralar: matematik model, issiqlik jarayonlari, metall qatlamlik tarkibi, suyuq metall, diffratsionli usul, maydoni.

The article deals with the creation of the technological basis for the production of metal laminate compositions for various metalworking and other tools by casting gasified models. A metallic layered composition, such as a foundry structural steel is obtained, the working insert of which is a connection between the tool and foundry structural steels. Microstructural studies of metallic layered compositions with a solid working element made of non-heat-resistant tool steel have been carried out. A mechanism has been developed for the formation of a compound of metallic layered compositions.

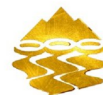
Key words: mathematical model, thermophysical processes, metallic layered composition, liquid metal, diffraction method, disordered zone.

В настоящее время важное значение имеет повышение экономической эффективности отраслей экономики по созданию нового состава производимых материалов; эффективное и экономическое совершенствование технологий получения изделий методом литья имеет важное значение для повышения показателей народного хозяйства. В этом аспекте целенаправленные научно-исследовательские работы, в том числе проведение научных исследований следующих направлений, являются одними из важных задач: создание композиционных материалов с использованием специальных металлических слоистых композиций, обеспечивающих качество продукции; разработка технологий получения металлических слоистых композиций; совершенствование теоретических и

технологических основ термической обработки, способствующих повышению прочности металлических слоистых композиций; создание и производство энерго- и материалосберегающих новых металлических слоистых композиций на основе последних достижений науки и техники, предполагающих экономии дефицитных инструментальных материалов и повышение производительности.

Несмотря на постоянно развивающуюся инструментальную технику, до настоящего времени весьма слабо изучены вопросы, касающиеся:

- взаимосвязи строения и свойств жидких металлов и сплавов;
- взаимодействия жидкого металла с твердыми телами.



Проблема, относящаяся к сути данной работы, затрагивает задачи, связанные с производством твердых сплавов, кристаллизацией слитков, изготовлением металлических слоистых композиций (МСК).

Следует отметить, что особую роль играют структуры жидкого металла переходной зоны МСК, в процессе взаимодействия жидкого расплава (конструкционная сталь) с твердыми вставками, применяемыми при изготовлении инструментальных сталей, твердых сплавов и др. композитов. При рассмотрении структурных особенностей, профилей распределения различных элементов в переходной зоне, что является фактором, определяющим совместимость вставки и несущей основы и прочность инструмента в целом, необходимо знание структуры жидкого металла. Прежде всего, особенностей его кристаллизации, в частности, возникновения и растворения корковой зоны и специфики развития процессов диффузии, определяющих кривые распределения элементов в переходной зоне. Все это, в конечном счете, формирует соединения в различных МСК, задает характер напряженного состояния. Для изучения математической модели теплофизических процессов и формирования соединений и напряженного состояния в них, необходимо изучение структурных характеристик жидкого металла, в том числе и на предмет специфичности механизма диффузии в них.

Основными методами исследования структуры жидких металлов и сплавов являются дифракционные методы, так как они позволяют определить атомное и молекулярное строение твердых тел [1, 2].

Обобщая результаты исследований [1, 2], можно утверждать, что при плавлении металлов очень мало изменяется не только межатомное расстояние, но и координационное число, которое определяет число ближайших соседей у каждого атома. Металлы и сплавы, имеющие в твердом состоянии плотно упакованные решетки с координационным числом 12 (ГЦК, ГПУ) в точке плавления и выше, сохраняют 11-12 соседей у каждого атома, у металлов с объемноцентрированной кристаллической решеткой. В силу благоприятного энтропийного фактора, координационное число 8 сохраняется после плавления. Итак, ближний порядок в жидких металлах остается прежним.

Насколько упорядоченная зона может распространяться в жидкости, ответ дают методы по получению кластерной модели жидкости [1, 2].

Остальная часть жидкости представляет собой разупорядоченную зону.

Таким образом, жидкий металл представляет собой совокупность двух структурных составляющих: упорядоченные области (кластеры) и разупорядоченные зоны, что и составляет суть квазиполикристаллической модели жидкости. Эти структурные составляющие органически связаны между собой: молекулы, принадлежащие кластерам, переходят в разупорядо-

ченную зону и наоборот. Иначе говоря, эти взаимные переходы не являются фазовыми переходами. Экспериментально показано [1, 2], что как газы, так и металлы растворяются в основном в разупорядоченной зоне.

Для случая МСК жидкая сталь, приходя в контакт с холодным рабочим телом, образует корковую зону - зону мелких разориентированных кристаллов. В литературе образование корковой зоны объясняют термическим ударом (внезапным охлаждением), который имеет место лишь в начале процесса кристаллизации [1, 2].

Он ответственен за структуру лишь корковой зоны и не влияет непосредственно на дальнейший процесс затвердевания, связанный с отводом скрытой теплоты кристаллизации. С позиций квазикристаллической модели жидкости можно утверждать, что корковая зона образована в основном кластерами, остальная часть (быстрое замораживание жидкого металла) затвердевала из кластеров и разупорядоченной зоны. При взаимодействии жидкого металла с поверхностью вставки, на которую может быть дополнительно нанесено покрытие или закреплён бандаж, элементы покрытия или бандажа переходят в жидкую сталь и распределяются в ней неравномерно. Корковая зона в силу меньшей растворимости в ней элементов будет объединена с растворёнными элементами, большая их часть локализуется в разупорядоченной зоне [1, 2].

Методам и микрозондовой техникой (Cameca, Camebax и др.) [1, 2] этот эффект можно уловить по провалу на кривых распределения элементов в месте нахождения корковой зоны. Соотношение «кластерная часть - разупорядоченная зона» является температурно зависимой, если долевого перегрева жидкого металла можно добиться плавной кривой распределения элементов в переходной зоне.

Существуют общие закономерности, ответственные за механизм формирования МСК без конкретизации различных типов металлических слоистых композиций.

В процессе взаимодействия расплава с твердой вставкой и в зависимости от длительности (или перегрева) расплава реализуются следующие ситуации:

- образование корочки в результате воздействия термического удара жидкого расплава твердой вставки, дальнейшее ее полное расплавление, взаимодействие расплава с твердой вставкой с образованием переходной зоны;

- образование корочки с дальнейшим ее сохранением или частичным расплавлением и формированием переходной зоны благодаря диффузионным процессам, протекающим в объеме между корочкой и вставкой.

В первом случае имеет место прямой контакт твердой вставки с расплавом, через временное образование корочки с последующей миграцией жидкой



фазы внутрь твердой вставки. Формирование переходной зоны определяется двумя факторами: скоростью фронтального плавления и глубиной проникновения расплава внутрь вставки.

Во втором случае, когда корочка сохраняется (полностью или частично) – прямое взаимодействие расплава со вставкой отсутствует из-за препятствующего влияния корочки. При этом формирование переходной зоны определяется либо полным, либо частичным расплавлением материала вставки, либо расплавлением промежуточного слоя, который предварительно наносится на поверхность твердой вставки и имеет температуру плавления ниже температуры плавления вставки и корочки.

Следовательно, формирование переходной зоны может протекать в различных условиях структурного состояния системы «вставка – расплав», что в дальнейшем определяет отличия в механизмах взаимодействия, а значит – в распределении элементов в переходной зоне, напряженном состоянии, в прочности и в твердости переходного слоя.

Изучение механизма диффузии в переходной зоне МСК при наличии жидкой стали в определенной степени дает возможность установить взаимодиффузию между составляющими композиции.

Такая структура механизма диффузии и его определяющая роль в механизме формирования контакта в переходных зонах позволяет утверждать, что только данным путем, варьируя концентрациями вводимых элементов, температурой и длительностью процесса, можно добиться получения заданного фазового состава в переходной зоне и устранить появление нежелательных (хрупких) интерметаллических фаз.

Таким образом, изучение механизма диффузии в переходной зоне МСК при наличии жидкой стали в определенной степени даст возможность оценить взаимную диффузию между компонентами композиции.

Прямым физическим процессом, протекающим на границе вставка – жидкая сталь, является диффузия. Часто в литературе используется термин массоперенос, но это та же диффузия, только происходящая с участием жидкой фазы [1, 2].

В теоретическом плане для описания коэффициента диффузии в жидких металлах необходимо иметь определенную физическую модель процесса диффузии и, соответственно, задаться величинами элементарных перемещений атомов и временем (τ), за которое происходит данное перемещение. Как это следует из большого числа экспериментальных и теоретических работ по диффузии, наличие в жидкости нового по сравнению с твердыми телами механизма, как представленного теплового движения, легко проявляется в резком увеличении коэффициента диффузии при плавлении [1].

Плотность при плавлении металлов изменяется мало, а для таких металлов, как сурьма и висмут, да-

же увеличивается. Коэффициент диффузии, в отличие от плотности, возрастает на пять-шесть порядков благодаря вступлению в действие нового группового механизма перемещения.

Наличием в жидкости механизма диффузии объясняется также тот факт, что коэффициент диффузии всех жидких металлов вблизи температуры плавления укладывается в узкий интервал значений 10^{-4} - 10^{-5} см²/с, в то время как для твердых металлов, также находящихся вблизи температуры плавления, он значительно меньше и сильно меняется от металла к металлу.

В работе [1] предлагается формула для расчета коэффициентов самодиффузии в металлах по величине флуктуаций первого координационного числа.

Предполагается, что относительная среднеквадратичная флуктуация первого координационного числа равна относительной среднеквадратичной флуктуации свободного объема внутри первой координационной сферы V_1 , произвольно выбранного атома

$$\sqrt{\frac{\Delta v_{св}^2}{v_1}} = \sqrt{\frac{\Delta z_1^2}{z_1}}, \quad (1)$$

где v_1 и z_1 – соответственно, свободный объем и координационное число первой координационной сферы,

$$\overline{\Delta v_{св}^2} \quad \text{и} \quad \overline{\Delta z_1^2}$$

– соответственно флуктуации свободного объема и первого координационного числа.

Для расчета коэффициента самодиффузии принимается, что радиус диффундирующего атома в жидком металле равен металлическому радиусу Гольдшмидта и что радиус первой координационной сферы мало отличается от удвоенного металлического радиуса.

Тогда:

$$D = 0,15 \frac{kT}{h} (\delta z_1)^2 \quad (2)$$

где D – коэффициент диффузии,

k – постоянная Больцмана,

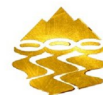
h – постоянная Планка,

r – радиус первой координационной сферы.

Относительная среднеквадратичная флуктуация первого координационного числа:

$$\delta z_1 = \sqrt{\frac{\Delta z_1^2}{z_1}} \quad (3)$$

Вычисленные по формуле (2) коэффициенты D для ряда легкоплавких металлов обнаруживают удовлетворительное согласие с экспериментальными значениями, хотя по некоторым металлам (Sn, Hg, Au) отличия достигают в 2-3 раза.



По мнению диссертанта, такие отличия в основном выявляются трудностью четкого определения $(\delta x_1)^2$

Результаты дифракционных исследований расплавов железо-углерод с содержанием углерода 0,2; 1,50; 3,0 и 3,85 мас.% вблизи линии ликвидуса показали, что радиус первой координационной сферы и первые координационные числа оказались равными [1]:

$r_{\max}$	Координационное число, K	
Чистое железо	2,6	11,7
Fe + 0,2 % C	2,6	11,7
Fe + 1,5 % C	2,45	8,7
Fe + 3,0 % C	2,5	4,9
Fe + 3,85% C	2,50	9,1

Как видно из приведенных данных, с увеличением содержания углерода имеется тенденция к изменению r (увеличение уровня химической связи в расплаве) и снижению координационного числа Z .

Однако $Z = 4,9$ для сплава Fe+3,0 % C вызывает сомнение.

В тоже время четко наблюдается тенденция к снижению Z с увеличением содержания углерода. Резко выраженная концентрационная зависимость Z , а также температурная зависимость Z не позволяют четко оценить значения координационных чисел, а значит, и величины относительных среднеквадратичных флуктуаций этих чисел.

Однако впервые коэффициент диффузии или (самодиффузии) рассчитывали с учетом структурных особенностей жидкого металла.

Квазиполикристаллическая модель неоднородных расплавов [1], согласно которой расплавы представляют собой сочетание двух структурных составляющих: кластеров (микрогруппировок с упорядоченным расположением атомов, близких к таковому в кристаллических телах) и разупорядоченной зоны с хаотическим (квазигазовым) и, как правило, более рыхлым расположением частиц, образующих в расплавах непрерывную трехмерную ячеистую сеть, обволакивающую кластеры.

Диффузионная проводимость расплава является суммой диффузионных проводимостей зоны кластеров и разупорядоченной зоны:

$$D = \psi_{\text{кл}} \cdot D_{\text{кл}} + \psi_{\text{р}} \cdot D_{\text{р}} \quad (4)$$

где D – эффективный (кажущийся) коэффициент диффузии;

$\psi_{\text{кл}}$ и $\psi_{\text{р}}$ – относительные доли кластеров и разупорядоченных зон расплава, $\psi_{\text{кл}} + \psi_{\text{р}} = 1$;

$D_{\text{кл}}$ и $D_{\text{р}}$ – парциальные коэффициенты диффузии атомов использованных материалов для зоны кластеров и зоны разупорядоченности.

В зависимости от величины растворимости в твердом и жидком железе авторы [1, 2] выделили три группы примесей:

- группа № 1 – примеси, обладающие неограниченной растворимостью, как в твердом, так и в жидком железе;

- группа № 2 – примеси, обладающие ограниченной растворимостью в твердом железе и неограниченной – в жидком железе (растворителе);

- группа № 3 – элементы, обладающие ограниченной растворимостью, как в твердом, так и в жидком железе (растворителе).

Ниже приводятся значения D и глубины проникновения элементов – L в жидком железе. Глубина диффузии элементов в жидкое железо оценивалась по формуле:

$$L = 2\sqrt{D\tau} \quad (5)$$

где D – коэффициент диффузии;

τ – время взаимодействия.

Такая структура механизма диффузии и его определяющая роль в механизме формирования контакта в переходных зонах позволяет утверждать, что только путём варьирования концентрациями вводимых элементов, температурой и длительностью процесса можно добиться получения заданного фазового состава в переходной зоне и исключить появление нежелательных (хрупких) интерметаллических фаз.

Различие в скорости диффузии растворяемых элементов в жидкой стали определяется микронеоднородностью её строения.

Поэтому транспортировка (массоперенос) легирующих элементов в жидком железе, сталях определяется двумя механизмами диффузии:

- через кластеры, имеющие квазикристаллическую структуру, аналогичную кристаллическому телу;

- в разупорядоченной зоне с хаотическим расположением атомов – т.е. в квазигазовом компоненте.

Приведенное выше уравнение (5) учитывает влияние двух структурных зон в жидком расплаве, но не учитывает различной растворимости элементов в этих двух зонах. Оно соответствует крайнему случаю одинаковой растворимости элементов в различных структурных зонах, т.е.

$$C_{\text{кл}} + C_{\text{раз}} = 1 \text{ и } C_{\text{кл}} = C_{\text{раз}} = 0,5, \quad (6)$$

где $C_{\text{кл}}$ и $C_{\text{раз}}$ – соответственно растворимость элементов в кластерной и разупорядоченной зонах.

Условие (6) подразумевает одинаковую вероятность растворения элементов в кластерах и разупорядоченной зоне. Чтобы уравнение (6) носило универсальный характер, т.е. учитывало различную растворимость в $\psi_{\text{кл}}$ и $\psi_{\text{раз}}$, для этого необходимо устранить в нём неявное содержание компонентов $C_{\text{кл}} = C_{\text{раз}} = 0,5$ и умножить каждый из членов его правой части на истинные значения растворимостей $C_{\text{кл}}$ и $C_{\text{раз}}$. В результате имеем уравнение



Условие (6) подразумевает одинаковую вероятность растворения элементов в кластерах и разупорядоченной зоне. Чтобы уравнение (6) носило универсальный характер, т.е. учитывало различную растворимость в $\psi_{кл}$ и $\psi_{раз}$, для этого необходимо устранить в нём неявное содержание компонентов $C_{кл} = C_{раз} = 0,5$ и умножить каждый из членов его правой части на истинные значения растворимостей $C_{кл}$ и $C_{раз}$. В результате имеем уравнение:

$$D = D_{кл} \cdot \psi_{кл} \cdot C_{кл} / 0,5 + D_{раз} \cdot \psi_{раз} \cdot C_{раз} / 0,5 \quad (7)$$

Парциальное определение коэффициентов $D_{кл}$ и $D_{раз}$ представляет большие теоретические и экспериментальные трудности, поэтому расчет D ведут следующим образом.

Для диффузии растворяемых элементов в жидких металлах используют уравнения Стокса - Эйнштейна [1].

Согласно их теории вязкости жидкостей, коэффициент диффузии D и сопротивление движению частиц в жидкости $C = 6\pi\eta r$ связаны простым соотношением:

$$D = \frac{kT}{C} = \frac{kT}{6\pi\eta r} \quad (8)$$

тогда:

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta r_э} \quad (9)$$

$$D_0 = \frac{kT}{6\pi\eta r_э^0} \quad (10)$$

Для диффузии растворяемых элементов в жидком металле и для самодиффузии металла – растворителя в соотношениях (9) и (10) приняты следующие обозначения:

η - вязкость жидкого металла,

T - абсолютная температура,

k - постоянная Больцмана,

$r_э$ - эффективный (кажущийся) радиус атома растворяющихся элементов,

$r_э^0$ - эффективный радиус атомов растворителя.

При делении (9) на (10) получим:

$$\frac{D}{D_0} = \frac{r_э^0}{r_э} \quad (11)$$

откуда

$$D = D_0 \frac{r_э^0}{r_э} \quad (12)$$

Значение r и $r_э^0$ определяется по уравнениям, аналогичным уравнению (7).

Исходя из того, что растворяемый элемент, находящийся в разупорядоченной зоне, перемещается в виде отдельных атомов, а элемент, вошедший в состав кластеров, перемещается вместе с ними, получим:

$$r_э = r_a \cdot \psi_{раз} \cdot C_{раз} / 0,5 + r_{кл} \cdot \psi_{кл} \cdot C_{кл} / 0,5 \quad (13)$$

Для процессов самодиффузии, когда справедливо условие $C_{кл} = C_{раз} = 0,5$, получим:

$$r_э = r_{Me} \cdot \psi_{раз} + r_{кл} \cdot \psi_{кл} \quad (14)$$

где r_{Me} - радиус атома металла – растворителя;

$r_{кл}$ - средний размер кластера металла - растворителя;

r_a - радиус атома растворяемого элемента.

Подставляя (10) и (11) в (9), получим:

$$D = \frac{r_{Me} \cdot \psi_{раз} + r_{кл} \cdot \psi_{кл}}{r_a \cdot \psi_{раз} \cdot C_{раз} / 0,5 + r_{кл} \cdot \psi_{кл} \cdot C_{кл} / 0,5} \quad (15)$$

Для вычисления D нужно определить значения $r_{кл}$, $C_{раз}$, $C_{кл}$, $\psi_{раз}$, $\psi_{кл}$.

В соответствии с [1], радиус кластера оценивается выражением:

$$r_{кл} = \left(\beta \frac{\Delta H_{исп}}{\Delta H_{пл}} - 1 \right) \frac{d}{2} \quad (16)$$

где β - коэффициент упаковки;

$\beta = 1$ для простого куба и объемно-центрированной кубической кристаллической решетки (ОЦК);

$\beta = 0,5$ для гранецентрированной кубической кристаллической (ГЦК) и гексагональной плотно упакованной (ГП) структуры;

$\Delta H_{исп}$, $\Delta H_{пл}$ - скрытая теплота испарения и плавления;

d - межатомное расстояние в кристалле.

В частности, для жидких железа и сталей при их температуре плавления радиус кластера составляет

$$r_{кл}^{(Fe)} = 23 \text{ \AA}.$$

Доля разупорядоченной зоны, согласно Бокштейну С.З. [1], можно оценить по формуле:

$$\psi_{раз} = 3\sqrt{\gamma d / E} (2r_{кл} + \sqrt{\gamma d / E}) \quad (17)$$

где E - модуль упругости;

γ - коэффициент поверхностного натяжения при $T_{пл}$;

d - межатомное расстояние в кристалле.

Упорядоченная зона $\psi_{кл}$ подсчитывается согласно соотношению



$$\psi_{\text{кл}} = 1 - \psi_{\text{раз}} \quad (18)$$

Нужно отметить, что $\psi_{\text{раз}}$ четко коррелирует с отношением изменения объема металла при плавлении и, в подавляющем числе случаев, это изменение может быть принято за величину $\psi_{\text{раз}}$ [1].

Для жидкого железа при температуре плавления и выше $\psi_{\text{раз}} = 4,7\%$, соответственно $\psi_{\text{кл}} = 95,3$. Берем $\Gamma_{\text{Me}} = 1,28 \text{ A}$ [1, 2] и рассчитываем Γ_a^0 :

$$\Gamma_a^0 = 1,26 \cdot 0,0047 + 23 \cdot 0,953 = 22 \text{ A}^0$$

Поскольку значения $\Gamma_{\text{кл}}$ и Γ_a^0 достаточно близки, можно сделать вывод о том, что процесс самодиффузии в жидком железе в основном, осуществляется самодиффузией по кластерному механизму.

Значения $C_{\text{кл}}$ и $C_{\text{раз}}$ могут быть определены на основе представлений о различной растворимости элементов в кластерах и разупорядоченной зоне. Так как кластеры обладают кристаллической структурой, растворимости элементов в них примерно равны растворимости их в твердом теле.

В зависимости от величины растворимости в твердом и жидком железе можно выделить три группы элементов.

К первой группе относятся элементы, обладающие неограниченной растворимостью, как в твердом, так и в жидком состоянии, т.е. $C_{\text{раз}} = C_{\text{кл}}; C_{\text{раз}} + C_{\text{кл}} = 1$ и $C_{\text{раз}} = C_{\text{кл}} = 1$.

Ко второй группе отнесены элементы, характеризующиеся неограниченной растворимостью в жидком и ограниченной растворимостью в твердом железе.

К третьей группе относятся элементы, обладающие ограниченной растворимостью, как в твердом, так и в жидком железе.

Все данные о растворимости элементов в жидком железе при температуре 1600°C можно взять из фазовых диаграмм Fe - элемента, приведенного в [3].

Для примера приведем расчет D для кобальта по формуле (15) для которого $C_{\text{раз}} = C_{\text{кл}} = 0,5$ (неограниченная растворимость) $D_{\text{Fe}}^2 = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$ при 1600°C .

$$D_{\text{Co}} = 1,7 \cdot 10^{-6} \frac{1,26 \cdot 0,047 + 23 \cdot 0,953}{(1,25 \cdot 0,047 + 23 \cdot 0,953)0,5/0,5} \approx 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$$

Отсюда оценочная глубина проникновения C_0 в жидкое железо для условий $T=1600^\circ\text{C}$ и $\tau=10 \text{ c}$, вычисленная по формуле (16)

$$L = 2\sqrt{1,8 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{c} \cdot 10 \text{ c}} = 8,48 \cdot 10^{-3} \text{ cm} = 84,8 \text{ мкм}$$

Таким образом, примерно равные глубины проникновения означают близость скоростей диффундирующих элементов в процессе их растворения. Этим объясняется возникновение в жидкой стали потоков растворимых элементов, что означает высокую степень их взаимодействия между собой и влияние расплава с возможным образованием новых фаз, т.е. реализация необходимых условий для возникновения реактивной диффузии.

При резких отличиях глубины проникновения L , а значит и скоростей диффузии τ , вероятность встречи разнородных атомов и кластеров будет очень низкой и образование новых фаз, выделенных из расплава, маловероятно.

Образование указанных фаз возможно только на поверхности раздела твердое вещество жидкость и не носит единичного характера.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Выявлен механизм взаимодействия жидкого металла с поверхностью вставки в металлических слоистых композициях.

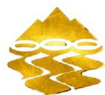
Эти механизмы будут полезны в перспективе при создании металлических слоистых композиций.

2. Выявление механизма диффузии в металлических слоистых композициях даёт возможность оценки самодиффузии между составляющими композициями.

3. Разработаны условия формирования переходной зоны между составляющими металлических слоистых композиций. Это имеет важное значение при формировании металлических слоистых композиций.

Библиографический список

1. Норхужаев Ф.Р. Разработка теоретической и технологической основы производства и термической обработки металлических слоистых композиций. : Дис...д-ра. техн.наук. – Ташкент, 2016. – 210 с.
2. Norknudznaev F.R., Nazarov A.M., Yakubov L.E. Sintered powder composition on the basis of Mo – TiC. India. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and technology, 2016. - Vol.3, Issue 7, July. pp. 2347-2350.
3. Шанк Ф.А. Структура двойных сплавов. – М.: Металлургия, 2014. -232 с.



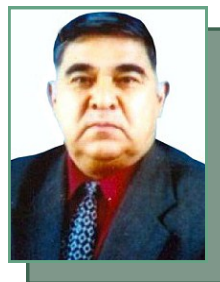
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОСАЖДЕНИЯ ПЫЛИ В ПЫЛЕОСАДОЧНОЙ КАМЕРЕ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ГАЗА ЧЕРЕЗ БАЗАЛЬТОВЫЙ ФИЛЬТР



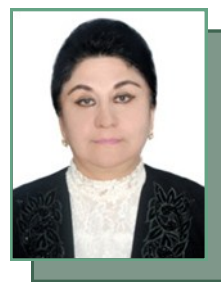
Нурматов Ж.Т.
ст. преподаватель кафедр
«Технология машин
и оборудования» Кар-
шинского инженерно-
экономического
института



Курбанов А.А.
доцент кафедры
«Металлургия»
Навонийского государ-
ственного горного
института,
д. т. н



Тураев А.С.
доцент кафедры «Добыча
и переработка руд редких
и радиоактивных метал-
лов» Навонийского госу-
дарственного горного
института,
к. г.-м. н.



Турдиева О.Д.
ст. преподаватель кафедр
«Химическая техноло-
гия» Навонийского госу-
дарственного горного
института

Ushbu maqolada minerallarni qayta ishlashni yangi yo'nalishining boshlang'ich davri tadqiqotlari ma'lumotlari, jumladan, bazaltlarni laboratoriya pechlarida eritish natijalari bayon etilgan. Tadqiqotlar NRMKning MITL mutaxasislari, QarMII va NavDKIning «Metallurgiya» va «Kimyo texnologiyasi» kafedrasi olimlari hamkorligida olib borilmoqda.

O'tqazilayotgan tadqiqotlardan maqsad bazaltlarni suyultirish bilan bog'liq bo'lgan optimal parametrlarni va asosiy qonuniyatlarni aniqlash, bazaltlarni qayta ishlash texnologiyasini yaratish, takomillashtirilgan suyultirish pechini konstruksiyasidan foydalanib sifatli bazak'tli filtr materialini olib, u orqali suyuq massani gomogenlash va hamda bazaltdan olingan filtrni changli muhitda ushlashini nazariy ifodalashdan iborat.

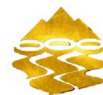
Tadqiqotlar natijalari nazariy ahamiyat kasb etib, amaliy xarakterga ham ega. Shu bilan birga, cifatli va changni camarali ushlash imkonini beruvchi bazaltli filtrlovchi material olish, texnologik va energotejamkorlikni ta'minlaydigan yangi toifadagi pechlar yaratilishi rejalashtirilayotganligi bilan izohlanadi.

Tayanch iboralar: bazalt, xom-ashyo, material, tog' jinslari, suyultirish, tozalash darajasi, kimyoviy xossa, qatlamlar, xom-ashyo zahirasi, mineral, konstruksiya, konstruktiv oziga xoslik, suyuq bazalt, sifat, tadqiqot, pech, quyma, forma, filtr, labopatoriya qurilmasi.

The article presents data on the initial stages of research into the processes of the new direction of minerals processing by melting in laboratory furnaces. The research is carried out by scientists and specialists of the Central Research Institute of NMMC, KIEI, the department of Metallurgy and Chemical technology of NSMI. The purpose of these studies is to determine the main regularities and optimize the parameters of the processes of melting basalt rocks, create a technology for processing basalts, use the improved design of a melting furnace and obtain a high-quality basalt-filter material, through it, homogenize the liquid mass and theoretically justify the operation of the basalt filter in the gaseous medium.

The results of the research are of theoretical interest and practical. In addition to this, it is explained by the creation of the possibility of obtaining a higher efficiency of dust trapping the basalt filter, planning to create a technological, energy-saving new type of furnace.

Key words: basalt, resource, material, rocks, melting, degree of purification, chemical properties, stratification, raw stock, mineral, construction, constructive feature, liquid basalt, quality, research, furnace, molding, mold, filter, laboratory device.



Базальтоволокнистые фильтрующие материалы являются продуктами плавления базальтовой породы в базальтоплавильных печах. Доказана способность фильтрующего материала, изготовленного из базальтовых кристаллических волокон, которые создают механически прочный и высокий коэффициент сопротивления фильтра. [1, 2-3]. Кристаллическое волокно базальта практически не растягивается, что благоприятствует образованию искусственной решетки – типа легкой сетки, препятствующей прогибу фильтра и тем самым, ускоряет и повышает процесс фильтрации, с улавливанием при этом крупных и мелких частиц пыли. В зависимости от размеров частиц пыли размеры толщины волокон фильтра меняются. В настоящее время широко практикуется использование в различных назначениях базальтовые волокна разной толщины, т.е., от 6 до 16 мкм.

Базальтовые волокна разного размера толщины могут быть получены, на базальтоплавильных печах. Базальтоплавильная печь работает с помощью природного газа, подача которого поддерживается теплым воздухом с давлением 2 atm. В отличие от действующей конструкции базальтоплавильного оборудования, авторы статьи предлагают усовершенствованные конструкции отдельных частей печи.

Изменение конструкции отдельных частей печи происходит при полном сохранении прежней характеристики оборудования, включая: давления газа и воздуха, подаваемые в печь, геометрические параметры частей и системы их управления, объем печи. При этом впервые достигнуты, нормальное и правильное распределение газа и воздуха в печи и одинаковое распространение тепловых волн по всей внутренней поверхности плавильного оборудования. Условная схема распределения волн внутри печи представлена на рис. 1.

Такое эффективное распределение тепловых волн позволяет быстрому повышению температуры внутри печи. Представляет практический интерес действие тепловых волн специально направленных друг против друга. Это позволяет защитить внутреннюю стенку печи от влияния встречных волн и одновременно ускорить влияние тепловых волн на сырьё. В результате одинакового распределения тепловых волн, позволяет получить качественную и равномерно кипящую жидкую массу.

В структуре усовершенствованной печи включено конструктивное решение способствующее извлечь из расплавленной жидкой массы верхний, шлакообразный слой. С таким техническим решением авторами данной статьи подана заявка на получение патента РУз на изобретение. Поэтому в статье не раскрыты отдельные моменты технической новизны.

Такое решение позволяет получить жидкую массу с минимальными примесями, что повышает качество конечного продукта. Таким образом усовершенствованная печь одновременно сокращает технологические затраты и позволяет получить качественную

продукцию.

Наблюдения за этим процессом позволило выявить сокращение времени, затрачиваемое для достижения необходимой температуры плавления породы. Таким образом, сопоставляя показатели действующей и предложенной печи с новым техническим решением доказывает, что сокращается время разогрева печи до 30 % и достигается экономия топливных ресурсов.

Организация производства фильтрующих материалов из кристаллических волокон, полученных в плавильных печах с новым техническим решением позволяет повысить качество продукции. В данном случае представляет интерес отсутствие у таких волокон вязкости и возможности прилипания друг другу, что является ценным показателем в процессе изготовления фильтра. Беспорядочное залегание друг – на друга кристаллических волокон создает благоприятные условия образования искусственной решетки. Пространство, которое образуется, между волокнами в момент их прилегания друг другу образуют щели для свободного прохождения газов через фильтрующий материал. Наличие в фильтрующем материале сквозных пор, способствует пропускать беспрепятственно газовый поток, тем самым, задерживая при этом примеси пыли газовой среды.

Технически важным решением является использование базальтовых фильтров, плотность которых регулируются. Регулирование плотности фильтрующих базальтовых фильтров предлагается впервые и является важным технологическим достижением. Фильтры разной плотности хорошо рекомендовали для решения проблемы фильтрации. Такое решение достигается за счет изменения пористости материала фильтра, которая формируется в процессе изготовления фильтрующего материала. [3-4].

Таким образом, установлены отдельные специфические особенности материала базальтового фильтра, изготовленного из качественных волокон, выделяющий его положительные стороны, а именно:

- термостойкость базальтового фильтра, величина,

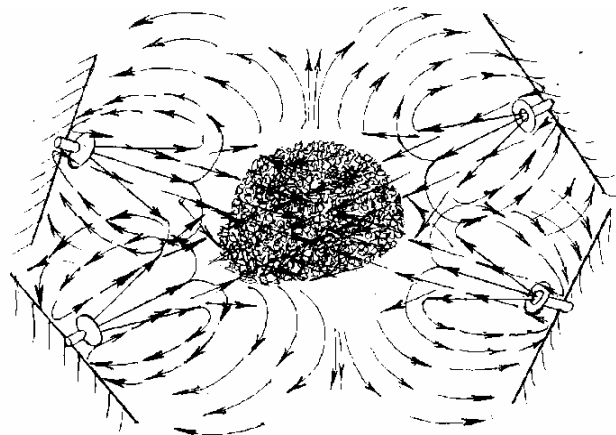
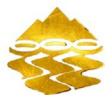


Рис. 1. Взаимодействие тепловой волны и базальтовой крошки



которая служат для определения коэффициента улавливания органической пыли из источников выбросов вредных газов литейных цехов металлургических заводов в атмосферу;

- сравнительно высокая изгибная жесткость базальтовых волокон по сравнению с другими минеральными волокнами, их кристаллическая структура, способствующая создавать механическую прочность, высокий коэффициент сопротивления потоку воздуха, отсутствие коэффициента растяжения, благоприятствующего образованию искусственной решетки – типа легкой сетки, способствующей хорошей скорости фильтрации газов и качественное улавливание пыли;

- отсутствие гигроскопичности и набухаемости, а также сохранение постоянной пористости базальтовых волокон, противодействующий образованию осадков на пути протекания влажных газов через фильтр и улавливания пыли при любой скорости фильтрации;

- способность без труда удалять с поверхности базальтоволоконного фильтрующего материала осадки – аэрозоли, способом отдувки их воздухом, что создает условия для его повторного использования в процессе фильтрации.

Перечисленные показатели базальтоволоконного фильтрующего материала позволяют использовать данный фильтр для улавливания вредных органических примесей из источников выбросов в атмосферу вредных газов и в действиях пылеулавливающих пыльных камер газоочистительных сооружений. Данный процесс осуществляется через газоочистительные сооружения, одним из основных рабочих органов которых является пылеосадочная камера, от которой часто зависит производительность пылеулавливания и решения экологических проблем. [5-6].

Широкое применение в ряде производств горно-металлургической промышленности пылеосадочные камеры до сих пор себя оправдывают. Объясняется это крайне малыми технологическими и энергетическими затратами и простотой обслуживания. Однако, эффективность работы камер, особенно по мелким фракциям пыли, весьма низкая, что зависит от значительного количества пыли, выбрасываемого в окружающую среду.

Проведенные экспериментальные исследования по изучению возможности базальтовых фильтрующих материалов разной плотности, показывают необходимость изучения состояние пылеосаждения из приточных струй газоочистительных сооружений, которые подают запыленный воздух в камеру. Такая необходимость возникла по причине недостаточно изученности изложенных вопросов. Это может служить основным фактором доказательств, подтверждающие возможности практического применения базальтового фильтра разной плотности в изложенных целях.

На практике доказано, что фильтрующие материа-

лы в разных обстоятельствах могут иметь различные технические, технологические, физико-механические, химические или иные свойственные показатели. Причиной такому явлению может быть разные показатели.

Исследование показали, что в настоящее время в теории принято считать, что пульсационное и диффузионное движение частиц пыли, а также их естественное оседание под действием силы тяжести имеет стохастический характер и описывается статистическими уравнениями, с целым рядом допущений и предложений. Поэтому очень важным является исследование вопроса о том, что как в таких обстоятельствах ведут себя базальтовые фильтры разной плотности. Исходя из этих положений и обобщая их результаты исследования, нами предложены следующие способы расчета параметров пылеулавливания с применением базальтового фильтра разной плотности и расчет концентрации пыли в произвольной точке и движения по оси /X,Y,Z/ и момент времени «Е» следующее дифференциальное уравнение.

$$\frac{\partial c(x,y,z,\varepsilon)}{\partial \varepsilon} = di$$

$$\left[vc(x,y,z,\varepsilon) + D\Delta C(x,y,z,\varepsilon) + C_{\Sigma} \right] (x,y,z,\varepsilon) \quad (1)$$

С условием непроницаемости на границе :

$$\frac{\partial c}{\partial n} \Big|_s = 0$$

где с -концентрация пыли;

v - скорость воздушного потока;

D-коэффициент турбулентной диффузии;

s - поверхность границы объема.

Решая это уравнение Сакс С.Е., а также Мельников Е.П. предложили следующий закон распределения частиц по вертикали в горизонтальном турбулентном и коэффициент улавливания частиц:

$$C = C_0 \exp \left\{ - \frac{2\theta s}{H\theta_r} l \right\} \quad (2)$$

$$\eta = 1 - \exp \left\{ - \frac{2\theta s}{H\theta_r} l \right\} \quad (3)$$

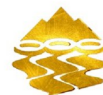
где: v_s - скорость потока;

v_2 - скорость частиц и пыли высота канала;

l - длина канала.

На приведенных уравнениях не учитывается влияние на выпадение из потока частиц их массы, миделева сечения, начальные параметры потока, что как известно, является определяющим.

В своих положениях мы исходили из гипотезы, выдвинутой и экспериментально подтвержденной для сносящихся боковым потоком струй /П/, которая исходит из того, что система струй боковых потоков



является замкнутой.

В нашем случае замкнутой является система «частица – струя».

Тогда работа, которую производит струя на изменение траектории частицы будет равна работе, которую производит частица перемещаясь между изотаксами струи, т.е

$$\rho_c \vartheta_c^2 F_r Y = -g m_r X$$

или

$$\frac{Y}{X} = - \frac{g m_r}{\rho_c v^2 F_r}$$

где X-ось координат, которые расположены в плоскости истечения, и направлена вдоль оси струи;

Y – ось координат, направленная вдоль линии действия гравитационной силы;

g- ускорение свободного падения, m/s²;

ρ_c -объемная масса воздуха, kg/m³;

v^2 - скорость движения воздуха в произвольной точке струй, m/s;

m_r - масса частиц, kg;

F_r - миделево сечение частиц и, m² . ρ_c .

Скорость в произвольной точке струй /I/ определим из уравнения:

$$v = v_0 \frac{6.15 \cdot \eta_v \cdot d_0}{x} \exp \left\{ -74.5 \left(\frac{Y}{x} \right)^2 \right\} \quad (4)$$

где v - скорость истечения из приточного отверстия;

m/s- диаметр приточного отверстия, m;

η_v - коэффициент неравномерности начального поля скорости;

Подставляя уравнение (4) в предыдущее, получим,

$$\frac{Y}{x^3} = - \frac{g m_r}{\rho_c F_r v_0^2 \eta_v^2 d_0^2} \exp \left\{ 145 \left(\frac{Y}{x} \right)^2 \right\} \quad (5)$$

Уравнение (5) описывает траекторию пылевой частицы в приточном потоке.

Частица выпадает из потока тогда, когда достигает ее границы:

$$\bar{Y}_{zp} = 0.5 \quad (1 + 0.9\bar{x})$$

где

$$\bar{Y}_{zp} = \frac{Y_{zp}}{d_0} \quad \bar{x} = \frac{x}{d_0}$$

Формулы получены для основного участка оси симметричной горизонтально поданной приточной струи, т.е. для приточных струй поданных вертикально вниз, используем условие суперпозиции количества движения и будем считать, что частица выпадает из потока, когда ее скорость станет меньше скорости витания v_b , т.е.

$$\vartheta_r = \frac{6.15 \cdot \eta_v \cdot d_0 \cdot v_0}{x} \exp \left\{ -74.5 \left(\frac{Y}{x} \right)^2 \right\} \leq v_b \quad (6)$$

где v_b - скорость витания частицы.

Расчет по полученным формулам производился

численным методом, начиная с частицы расположенной по оси приточного отверстия, и затем с шагом Δy , определяемым точностью расчета. Переход к следующему шагу производился после определения координаты в конце предыдущего отрезка.

Таким образом, строилась траектория каждой частицы, с заданными m_2 и F_2 спектра дисперсного состава пыли попадающие на базальтовый фильтр.

Расчеты, в частности, показали, при реально возможных размерах пылевых камер, выпадение мелких фракций пыли достичь практически невозможно. Как следует из полученных уравнений и очевидной физики процесса, выпадение пыли из потока увеличивается с увеличением массы частиц. Этого можно достичь путем смачивания частиц и их коагуляций.

Для определения роста массы частиц, в принципе, может быть использована формула Масквелла Д.

$$\frac{dr_k}{d\tau} = \frac{D\mu\Delta Pr_k^3}{\rho * RT * r_k^4}$$

где ρ – плотность частицы, kg/m³;

D-коэффициент диффузии, m²/s;

μ – молекулярная масса, kg/мол;

R – универсальная газовая постоянная или

$$\frac{dr_k}{d\tau} = \frac{D\mu\Delta Pr_k^3}{\rho RT * r_k^4}$$

где r_0 – начальный радиус частицы при $\tau = 0$;

r_k – конечный радиус частицы.

Столкновение частиц в потоке сопровождающееся их слиянием, коагуляцией, может вызываться различными условиями броуновским движением, изменением поля давления в потоке, турбулентностью потока, электростатическими силами. Наибольшего внимания заслуживает турбулентная коагуляция.

Скорость турбулентной коагуляции с учетом инерционных сил изучали Левиц В.Г., Тернер И. и др. Отметим, на наш взгляд, наиболее перспективное уравнение для расчета скорости коагуляции

$$N = K \Pi_0 \Pi \frac{\rho}{\rho_0} * r_k^{-4} \left(\frac{\varepsilon_0}{\vartheta_0^3} \right)^{0.25} \quad (7)$$

где K – постоянная величина;

ρ – плотность вещества частицы;

ε – турбулентная энергия, диссипируемая в единицу времени в расчете на единицу массы воздуха;

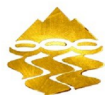
ν – коэффициент кинематической вязкости воздуха;

$\Pi_0 \Pi$ – концентрация частиц;

$\bar{r}_r$ – средний размер частиц.

Рост частиц за счет коагуляции определяется из:

$$\frac{dr_k}{dr} = \frac{\Delta\omega(r_k + r_a)^2}{4\rho * r_k^2},$$



где $\Delta\omega$ – концентрация аэрозоля;

r_a – радиус аэрозоля;

r_c – радиус частиц.

Одним из способов увлажнения пылевых частиц и их коагуляции является транспортирование частиц влажным воздухом. Сметанин М.М., Агошков А.И. считают, что необходимо поддерживать такую влажность воздуха, при которой в результате суммарного роста, за счет смачивания и коагуляции, размеры частиц пыли увеличивались до критической величины и задерживались базальтовым фильтром разной плотности:

$$r_{kp} = \left(\frac{gLH\mu_b}{2\vartheta * \rho_r * q} \right)^{0,5}$$

где: L – количество воздуха, m^3/s ;

H – определяющий размер, m ;

μ_b – водность воздуха, kg/ms ;

v – объем локализованной зоны;

ρ_r – плотность частиц, kg/m^3 ;

g – ускорение свободного падения, m/s^2 .

Расход воды для требуемого увлажнения воздуха составляет:

$$q = 0,0086 \frac{\vartheta * C_0 * v_b H \mu_b \rho}{\rho_r * r_0^2 l * g};$$

где: C_0 – начальная запыленность, kg/m^3 ;

v_b – скорость воздуха, m/s ;

ρ – плотность воды, kg/m^3 ;

r_0 – начальный радиус частиц, mkm ;

l – длина локализуемого участка, m .

Приведенная методика расчета осаждения пыли после очистки газа от примесей через базальтовый фильтр разной плотности позволяет рассчитать размеры пылесадочной камеры, расход воды для требуемой эффективности камер.

Таким образом, доказана пригодность базальтовых волокон для изготовления базальтовых фильтрующих материалов в разной плотности по улавливания пыли пылесадочной камеры. Рекомендуются доступные способы изготовления из базальтовых волокон тканевых базальтоволокнистого фильтра с различной плотности, которые успешно могут быть применены в технологических процессах горно-металлургических предприятий.

Установлено, что кристаллическая структура исследуемых волокон способствовала формированию слоя осадка, состоящего из твердых примесей на поверхности фильтра. Но вначале, с повышением скорости фильтровального процесса, количество выделяемой пыли возрастало до какого-то момента, а затем обнаруживался спад выделения.



Библиографический список

1. Научные и практические основы комплексного использования разнотипных базальтов Узбекистана. Монография. Навои: «Дўстлик байроғи». - 2018. -250 с.
2. Методика выполнения измерений по улавливаю вредных химических веществ с применением базальтоволокнистого фильтрующего материала. МВИ НГМК Ц-34.20-106: Методика. – Навои, ЦНИЛ-НГМК и НГГИ, 2011. – 8 с
3. Курбанов А. А. О проблемах фильтрации газа, жидкости и о материалах фильтров. Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». - Навои, 2010. № 1.-С. 75-78.
4. Курбанов А.А., Эшов О.К., Набиева И.А. Анализ современного состояния изготовления огнестойких материалов из минеральных волокон. Научно-технический и производственный журнал Горный вестник Узбекистана. Навои, 2010.- № 2.- С. 87-90.
5. Ландау Л.Д. и Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. «Теория упругости», Изд. IV. М., «Наука» Главная редакция физико-металлургической литературы. 2007. -176 с.
6. Требушко О.П. Основы теории упругости и пластичности. М., «Наука» 1984.-318 с.



АЙДАРКУЛЬ – МОЩНЫЙ КОНЦЕНТРАТОР И АККУМУЛЯТОР СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ



Бакиров А.Б.
ст. преп. кафедры
«Общепрофессиональные и
экономические дисциплины»
Алмалыкского филиала
ТашГТУ им. И. Каримова



Райханова Г.Е.
заведующий кафедрой
«Электротехника и элек-
тромеханика» Алмалык-
ского филиала ТашГТУ
им. И. Каримова,
к.т.н.

Termodinamik sistemaning ish bajarish qobiliyati energiya oqimi bilan emas, balki ekssergiya oqimi bilan belgilanadi. SHuning uchun quyosh hovuzlarida ekssergiya zichligini orttirishga ahamiyat berish kerak.

Gelioelektrostansiyalarda bu vazifa optik usullar bilan amalga oshirilsa, quyosh hovuzlarida tushayotgan 75 Vt/m^2 zichlikdagi energiya oqimi $3,5 \cdot 10^7 \text{ Vt/m}^2$ gacha, yuz ming martalab gidrodinamik usulda oshiriladi. Ekologik ko'rsatkichlar bo'yicha quyosh hovuz elektrostansiyalari boshqa turdagi energiya manbalariga qaraganda ma'qulroq, chunki ular deyarli hech qanday chiqindi bilan atrof-muhitni ifloslantirmaydi, chuqurlikdagi suvning isishi esa suv haroratining mavsumiy tebranishidan kam bulgani uchun uning sezilarli ta'siri yo'q.

Tayanch iboralar: *Haydarko'l, quyosh hovuzi, sho'r ko'l, gidrodinamik usul, geliostat, gravitatsion konveksiya, nokonvektiv soha, freon bug'-turbina qurilmasi, Renkin sikli.*

The ability to perform work is characterized not by a flow of energy, but by a flow of exergy, and therefore attention should be paid to the concentration of exergy by the solar pond. Unlike a conventional solar power plant with heliostats, where the energy concentration is achieved by optical methods, the solar pond provides a hydrodynamic energy concentration with an average density of solar energy inflow into the withdrawn heated brine of 75 W/m^2 , the enthalpy flux density is $3,5 \cdot 10^7 \text{ W/m}^2$. Hence it is evident that the hydrodynamic concentration increases the energy flux density by more than 5 orders, i.e. hundreds of thousands of times. According to environmental indicators, in comparison with other energy sources, solar pond power plants are preferable because they actually have no emissions, and weak heating of deep water is less than seasonal fluctuations and should not have any noticeable effect.

Key words: *Aidarkul, solar pond, salt lake, hydrodynamic method, heliostat, gravitational convection, non-convective zone, freon steam turbine, Rankine cycle.*

Айдаркуль - крупное бессточное озеро в северо-восточной части Узбекистана, является искусственным водохранилищем в Айдар-Арнасайской системе озер, занимающей общую площадь 4000 km^2 . Система включает в себя три озера с солоноватой водой (собственно Айдаркуль, Арнасай и Тузкан). Озёра расположены в солончаковой впадине юго-восточной части пустыни Кызылкум. Озеро Айдаркуль второе по размеру в регионе (после пересыхающего Аральского моря) - длиной 250 km , шириной 15 km расположено на высоте над уровнем моря 247 m , с объемом воды $44,3 \text{ km}^3$. Географическое расположение озера позволяет его использовать, как концентратор и аккумулятор солнечной энергии, не нарушая экологи-

ческое равновесие в регионе, о котором ниже идет речь.

Природный поток первичной энергии - солнечной - в пустынях очень велик, облачность мала и интенсивность инсоляции в максимуме доходит до 1000 W/m^2 , а в среднем составляет $200-300 \text{ W/m}^2$. Но освоение возобновляемых источников упирается в низкую плотность притока энергии: такая величина как $200-300 \text{ W/m}^2$ в виде теплового излучения, даже при применении концентраторов, ещё мала и приводит к сравнительно невысокому значению коэффициента эксергии - нетто. [1]

Это обстоятельство пока препятствует широкому применению и гелиостатных электростанций, и фото-



преобразователей солнечной энергии на полупроводниках. Из-за низкой плотности потока солнечной энергии затраты энергии на металл для гелиостатов и на полупроводники или на концентраторы излучения ещё недопустимо велики. Поэтому надо искать такие способы преобразования энергии, в которых непосредственный приемник излучения создается из уже имеющихся в природе материалов без дополнительных затрат энергии, в роли которого в данной статье рассматривается упомянутое выше озеро. Кроме того, необходимо обеспечить концентрацию потока энергии на много порядков, чтобы можно было ограничиться нормальными размерами энергетического оборудования.

Соляное озеро как аккумулятор солнечной энергии было предложено А. фон Калечицким в 1902 г., который обнаружил температуру 70°C на озере Мадве в Трансильвании.

Солнечный соляной пруд (рис. 1) - это неглубокий (2 – 4 м) бассейн с крутым рассолом в нижней его части, у которого в нижнем придонном слое температура под действием солнечной радиации достигает 100°C и даже выше. [2]

Физической основой возможности получения таких высоких температур вблизи дна пруда (рис. 1) является **подавление гравитационной конвекции** - всплытия нагретой Солнцем вблизи дна жидкости вверх под действием архимедовой силы, если плотность жидкости падает с ростом температуры. Чистая и слабосоленая (в том числе морская) вода под-

чиняется этому закону: по мере нагрева из-за термического расширения плотность уменьшается и нагретая вода всплывает вверх, отдавая тепло воздуху, а её место замещает холодная. Устанавливается непрерывный процесс конвекции с переносом теплоты от нагретого солнцем дна вверх и отдача ее воздуху. Именно поэтому вода в море не нагревается выше $25 - 30^{\circ}\text{C}$. В солнечном пруду такой конвекции нет, потому что у крутосоленого рассола большой плотности, находящегося у дна, по мере нагрева плотность повышается из-за роста растворимости соли в воде и этот эффект пересиливает действие расширения жидкости. Соль в горячей воде растворяется быстрее, чем в холодной, в основном благодаря диффузии. Следовательно, при нагреве придонного слоя кристаллы соли быстрее переходят в рассол, увеличивая его плотность. Механизм отдачи тепла от нагреваемого дна и придонного слоя — это только

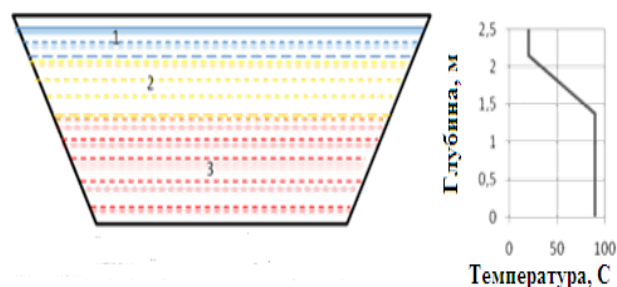
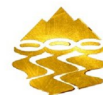


Рис. 1. 1 - пресная вода; 2 - изолирующий слой с увеличивающейся книзу концентрацией рассола; 3 - слой горячего рассола



теплопроводность через грунт вниз, через боковые откосы и слой неподвижной воды вверх. Основную часть энергии в солнечном спектре несут коротковолновые - видимые - и ультрафиолетовые лучи, которые слабо поглощаются в толще воды и достигают дна.

Итак, в таком пруду часть солнечного излучения - инфракрасного спектра - полностью поглощается верхним слоем пресной воды, коротковолнового спектра - начнет поглощаться более низкими слоями воды, а не поглощенная часть излучения, прошедшего сквозь воду, - темным дном. Энергия, отраженная от дна, частично поглотится водой на обратном пути. Теплопроводность существенно слабее конвекции, так что вблизи дна рассол будет нагреваться до упомянутых величин. Имеются сведения о получении температуры 102 и 109 °C и расчетные предположения о возможности достичь 150 °C в насыщенных рассолах. Разумеется, эти температуры зависят от географической широты, прозрачности атмосферы, пресной воды, изолирующего слоя и рассола пруда, теплоизоляции дна и боковых стенок, наличия концентраторов (отражателей солнечного излучения в акваторию пруда) и ветра.

Верхний слой пруда состоит из пресной воды, толщиной обычно 0,1 – 0,3 м, где подавить перемешивание жидкости не удастся. Сказывается действие ветра, неравномерного загрязнения поверхности и других причин. Этот слой называется верхней конвективной зоной, и его толщина должна быть как можно меньше и чище, и поверхность без ряби, чтобы снизить потери излучения, входящего в воду. То солнечное излучение, что поглотилось в верхней конвективной зоне, - потеря энергии, ибо она легко уносится с поверхности ветром и за счет испарения воды.

Нижне находится градиентный слой (изолирующий слой с увеличивающейся к низу концентрацией рассола), именно здесь создается «термоклин» и «галоклин» - резко неравномерное распределение и температуры, и солености при полном отсутствии перемешивания, если пруд работает устойчиво. От толщины этого слоя - не конвективной зоны - сильно зависят все характеристики пруда. Полезной энергией пруда является тепловая, накопленная в нижней конвективной зоне. Ее можно использовать как для целей теплоснабжения, так и для выработки электроэнергии путем пропускания рассола из этой зоны через какие-либо теплообменники.

На рис. 2 показана величина КПД пруда - отношение отводимой теплоты к падающей на поверхность солнечной энергии. А самое существенное в этой «конструкции» пруда, это то, что термическое сопротивление градиентного слоя в 1000 раз выше сопротивления пресной воды при наличии свободной конвекции (0,0018 м²·°C·W-1). Для солнечных соляных прудов в настоящее время используют отходы соляных производств, содержащие большую долю хлорида магния, не пригодную для питания. А чтобы предотвратить утечки, поверхность дна покрывают

пластмассовой пленкой или слоем фурановой смолы. Иногда достаточно того, что дно «убивается» водонепроницаемой глиной. Существенным преимуществом солнечных соляных прудов является то, что наряду с прямым солнечным излучением они воспринимают (аккумулируют) рассеянное излучение, отраженное от облаков, предметов и т.п.

Солнечный соляной пруд представляет собой одновременно коллектор и аккумулятор теплоты, причем по сравнению с обычными коллекторами и аккумуляторами он является более дешевой системой. С экологической точки зрения проект представляет один из наилучших способов энергоснабжения, ибо полностью исключает горение органического топлива летом, снижает его до минимума зимой.

По состоянию на 80-е гг. наибольший по площади пруд создан в Израиле вблизи Мертвого моря. Его площадь 250 тыс. м². На нем построена и испытана паротурбинная фреоновая энергетическая установка мощностью 5 MW.

Приведем результаты испытаний упомянутой выше энергетической установки с паровой фреоновой турбиной. [2].

Пруд собирает солнечную энергию на площади 0,25 км², а горячий рассол из нижней конвективной зоны пруда подается в теплообменник-испаритель - аналог котла на обычной ТЭС, где нагревается фреон. В турбине фреон передает мощность электрогенератору, затем конденсируется, отдавая сбросную теплоту циркуляционной воде, и насосом закачивается в испаритель. Это обычный цикл Ренкина всех низкотемпературных энергетических установок - геотермальных, океанских, утилизационных на влажном паре.

При испытаниях такой установки мощностью 5 MW в реальных условиях работы солнечного пруда

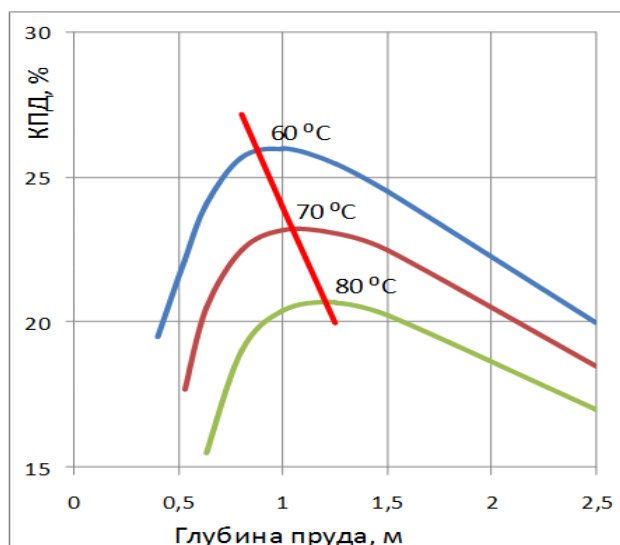
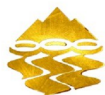


Рис. 2. Зависимость КПД солнечного соляного пруда, не имеющего теплоизоляции дна и боковых стенок, от температуры рассола (°C) и глубины неконвективной зоны



получены следующие результаты в табл. 1:

Эти испытания показали, что солнечный соляной пруд действительно может стать одним из лучших устройств энергетики ВИЭ. Удельная электрическая мощность, полученная с 1 м² поверхности пруда составила 20 W. Среднегодовой коэффициент использования установленной мощности (Киум) 73–90 %. Удельные капитальные затраты на создание энергогенерирующей установки составили 4500 \$/kW, что в среднем в 2 раза выше, чем соответствующие показатели по ТЭС на органическом топливе, причем эти затраты имеют тенденцию к снижению. Срок энергетической окупаемости существенно меньше срока службы, следовательно прудовая солнечная электростанция многократно возместит затраты энергии на ее оборудование; но затраты энергии на трубопроводы могут быть очень велики, поэтому отдается предпочтение керамическим трубам, обычно применяемым в системах орошения.

В сравнении с обычными ТЭС по металлоёмкости оборудования прудовая солнечная электростанция проигрывает немного. Если же учесть все затраты металла, а значит и энергии на топливный цикл и транспорт топлива, то преимущество прудовой электростанции налицо.

Таблица 1

Результаты испытаний установки мощностью 5 MW

Наименование	ед. изм.	Кол-во
Температура рассола	°C	85
Расход рассола	m ³ /s	3,66
Температура охлаждающей воды	°C	28
Расход охлаждающей воды	m ³ /s	3,66
Температура фреона перед турбиной	°C	75
Давление перед турбиной	атм	8,2
Температура конденсации	°C	34
Тепловая мощность испарителя	MW	60
Тепловая мощность конденсатора	MW	55
КПД турбинной ступени	%	93
Мощность генератора	MW	5,07
Общий КПД	%	7,12
Мощность насоса для фреона	kW	350
Мощность насоса рассола	kW	370
Мощность водяного насоса	kW	320
Мощность прочих устройств	kW	30
Расчетные значения:		
КПД цикла Карно	41/348 = 0,17	
Эксергетический КПД	0,0712/0,117 = 0,60	

Библиографический список

1. Бакиров А.Б., Райханова Г.Е. Эксергетический метод анализа энергосберегающих мероприятий. //Кончили хабарномаси.2017. №2.-135с.
2. Янтовский Е.И. Потoki энергии и эксергии. Москва. Наука. 1988г.-140с.

УДК 669.162.001.24

© Юсупходжаев А.А., Худояров С.Р., Маткаримов С.Т., Ниязов А.А. 2018 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ БЕДНОГО СЫРЬЯ



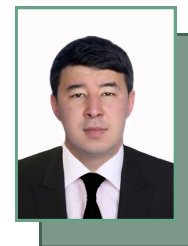
Юсупходжаев А.А.
профессор кафедры
«Металлургия» ТашГТУ им. И.
Каримова, д.т.н., проф.



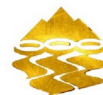
Худояров С.Р.
заведующий кафедрой
«Металлургия» ТашГТУ
им. И. Каримова, к.т.н.



Маткаримов С.Т.
старший преподаватель ка-
федры «Металлургия»
ТашГТУ им. И. Каримова



Ниязов А.А.
магистрант кафедры
«Металлургия» ТашГТУ
им. И. Каримова



Maqolada, tarkibida temir miqdori kam bo'lgan temir tarkibli rudalarni metallurgic qayta ishlashga tayyorlash maqsadida metallashgan boyitmani olish usuli ko'rib chiqilgan. Metallashgan boyitmani olish jarayonini samarali borishiga quyidagi omillar ta'sir etishi ko'rsatilgan: rudaning tarkibi, rudaning fizikaviy va kimyoviy xossalari, qumoq olish imkoniyati, tiklovchi moddaning turi va sarfi.

Tayanch iboralar: *past sifatli hom-ashyo, boyitish, ruda-ko'mirli qumoqni tayyorlash, quydirish, metallash, tiklanish, pirometallurgiya, magnit separatsiya, po'lat ishlab chiqarish.*

In article the possibility of receiving the metallized concentrates from ferriferous ores with the low content of iron, for the purpose of preparation them to metallurgical processing is considered. It is shown that the following factors have significant effect on effectiveness of process of receiving the metallized concentrates: composition of ore, physical and chemical properties of ore, possibility of receiving pellets, type and consumption of reducer, etc.

Key words: *low-quality raw materials, enrichment, receiving ore and coal pellets, roasting, metallization, restoration, pyrometallurgy, magnetic separation, production became.*

Железорудные месторождения Узбекистана относятся к категории бедных и комплексных железотитановых, железо-титано-ванадиевых руд, для которых характерно чрезвычайно тонкое прораствание рудных и нерудных минералов. В них значительная часть железа входит в состав комплексных и железосиликатных минералов. При их обогащении не достигается удовлетворительного разделения рудных и нерудных минералов даже при очень тонком измельчении руд. В результате этого получают бедные железом концентраты с повышенным содержанием SiO_2 и других оксидов пустой породы.

Кроме того, при наличии химической связи между оксидами железа и пустой породой значительная часть связанного металла теряется с хвостами, извлечение ценного компонента в концентрат при этом остаётся низким.

Так, например, руды месторождения Тебинбулак являются вкрапленными, густовкрапленными и массивными. Основной рудный минерал – титаномagnetит, состоящий из magnetита с тонкими пластинчатыми вросками ильменита. Присутствует также гематит. Месторождение Темиркан характеризуется наличием гематитовых, смешанных гематит-магнетитовых и магнетит-гематитовых руд.

Месторождение Сьюрената характеризуется гидротермально-осадочными гематит-лимонитовыми типами руд. Имеется также скарново-магнетитовый тип руды [1].

Применение к таким рудам обжиг-магнитного обогащения в большинстве случаев не даёт положительных результатов. Так, при обжиг-магнитном обогащении буро-железняковых руд, представленных в значительной степени тонковкрапленными породами сложного состава, содержание железа в концентрате обычно не превышает 53-55 %, а концентрация его в хвостах составляет не менее 22-24 %. Это объясняется, главным образом, присутствием в этих рудах значительных количеств железо-силикатных минералов, нонтралита, хлорита и шамозита, приобретающих в процессе обжига магнитные свойства и переходящих при сепарации в магнитный концентрат [2, 3].

Для осуществления высокотемпературного восстановительного обжига руд до металлического состояния предложены и испытаны в лабораторном и

полупромышленных масштабах различные методы.

В них предусмотрено использование в качестве восстановителя энергетических углей или коксовой мелочи. Среди них:

1. Обжиг руды во вращающихся печах в пересыпающем рудно-угольно-флюсовом слое, известный как процесс RN [4, 5].

2. Высокотемпературный (1150 - 1350⁰C) обжиг рудно-угольных окатышей в окислительной или нейтральной атмосфере на конвейерной обжиговой машине, в кольцевой вращающейся печи или периодически действующей реторте [6].

После тонкого измельчения окатышей и последующей магнитной сепарации может быть получен концентрат с высоким содержанием металлического железа (75-85 %) и степенью металлизации ($\text{Fe}_{\text{мет}} / \text{Fe}_{\text{общ}} \cdot 100$) порядка 80-95 %.

На кафедре «Металлургия» Ташкентского государственного технического университета разрабатывается технология, при которой прямое обогащение руды одним из классических методов сочетается с высокотемпературным (1150 – 1350⁰C) восстановительным обжигом труднообогатимых промышленных продуктов до металлического железа. Частицы железа отделяются от пустой породы и выделяются из состава сложных химических соединений с трудно-восстановимыми оксидами титана, марганца, ванадия и хрома. В дальнейшем частички коагулируют, приобретая округлую форму, что позволяет легче извлечь их при последующем измельчении обожженного продукта и его магнитной сепарации в слабом поле.

В республике известны три месторождения подобных руд. Учитывая, что два из них сравнительно небольшие (Сьюрената и Темиркан), на наш взгляд целесообразно проводить исследования на пробах, составленных из смеси всех образцов. Вряд ли целесообразно на каждое месторождение разрабатывать отдельные технологии и строить свои промышленные предприятия.

Проба, составленная из смеси руд, имела следующий минералогический состав, % (вес): 34,85 гематит, 26,00 магнетит, 0,33 сульфидов, 38,82 пустой породы. В большинстве случаев остатки magnetита сохранились только в центральной части особенно

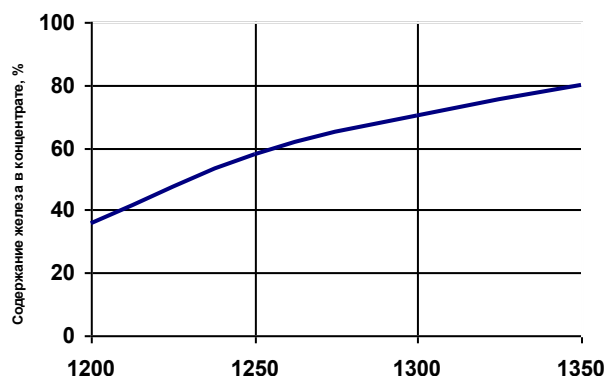


Рис. 1 Влияние температуры обжига на содержание железа в концентрате

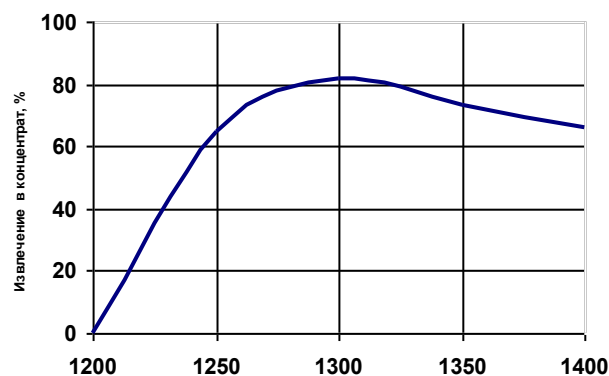


Рис. 2. Влияние температуры обжига на извлечение железа в концентрате: время обжига – 15 min в токе воздуха; окатыши $d = 10$ mm; состав 80 % руда, 20 % коксик

крупных рудных частиц. Иногда в гематите наблюдаются зёрна магнетита диаметром 0,02 – 0,30 mm, однако значительно чаще встречаются очень тонкие прорастания гематита по магнетиту. Пустая порода состоит из небольшого количества кварца, халцедона и, главным образом, из яшмы – весьма тонкой смеси халцедона с гематитом.

Кроме того, внутри рудных частиц, располагающихся в массе кварца, халцедона или яшмы, обнаружены многочисленные включения пустой породы. Размеры этих включений часто чрезвычайно малы (от 0,01 до 0,02 mm), что не позволяет полностью отделить пустую породу от рудного минерала даже при очень тонком измельчении и предопределяет низкое качество концентрата.

Пробные опыты по магнитной сепарации дроблённой руды показали целесообразность применения комбинированной магнитно-гравитационной схемы обогащения, при котором возможно получение богатого магнитного концентрата крупностью 10 – 0 mm и более тонкого (1 – 0 mm) гематитового концентрата. Этот концентрат может быть успешно выделен при гравитационном обогащении доизмельчённых хвостов и промышленного продукта магнитной сепарации. Полученные по этой схеме промышленные продукты с 30-34 % Fe, обогащение которых классическими способами было неэффективным, доизмельчали и направляли на пирометаллургическое обогащение. Поскольку высокотемпературный обжиг рудно-угольных окатышей является трудоёмкой и дорогостоящей операцией, схема предварительного обогащения руды разработана таким образом, чтобы на эту операцию поступало возможно меньшее количество материала (выход промышленных продуктов с 34,77 % Fe составлял 18,11 %).

Технология получения сырых рудно-угольных окатышей из тонкоизмельчённых материалов, содержащих не менее 70-90 % фракции -0,074 mm, практически остаётся такой же, как и для рудных гранул, и может быть реализована на применяемых в настоящее время грануляторах, что согласуется с результа-

тами работы [7].

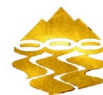
Ввиду высокой капиллярной влагеёмкости тонкоизмельчённого топлива по сравнению с концентратом, влажность шихты для получения рудно-угольных гранул необходимо поддерживать на 2-4 % выше, чем при производстве рудных окатышей. Сырые рудно-угольные окатыши с 20 % топлива (порошок ангреновского угля) диаметром 10 mm выдерживали до разрушения нагрузки 0,8 kg, а после сушки 1,0-1,2 kg/окатыш.

Нами были проведены исследования по определению влияния температуры обжига на некоторые технологические показатели процесса обогащения железорудных окатышей. Результаты исследований приведены на рис. 1 – 3. Эксперименты проводили при следующих условиях: время обжига – 15 min., диаметр окатыша – 10 mm, состав шихты 80 % бедная руда и 20 % топлива.

На рис. 1 представлены изменения содержания железа в концентрате в зависимости от температуры обжига.

Из рис. 1 видно, что с увеличением температуры обжига содержание железа в концентрате растёт. Это явление можно объяснить следующим образом. Для протекания химических или структурных изменений в твёрдой фазе должно происходить перемещение атомов. Возможны различные механизмы этого явления. Одним из них может быть переход атомов из нормальных узлов решётки в расположенную рядом вакансию. Вакансии существуют в каждом кристалле при всех температурах, отличных от абсолютного нуля. Скорость, с которой протекает диффузия атомов в этом случае, зависит от лёгкости перемещения атомов из нормального узла в вакантный и от концентрации вакансий. Передвижение атомов в каком-либо направлении эквивалентно блужданию вакансий в противоположном направлении. Поэтому в подобном случае можно говорить о диффузии вакансий.

Одним из вариантов этого процесса является так называемый «эстафетный» механизм, при котором атом, находящийся в междоузлии, переходит в нор-



мальный узел, выталкивая ранее находившийся там атом в новое междоузлие.

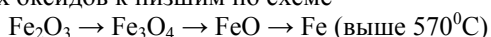
Действительный механизм процесса в данной системе определяется относительной величиной энергии, требующейся для протекания этого процесса. Диффузионные процессы, как правило, во многом определяют скорость химических реакций и спекания. Величина необходимой для этого энергии называется энергией активации процесса, а температурная зависимость может быть представлена выражением:

$$D = D_0 \exp(-E / RT)$$

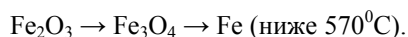
где E – кажущаяся энергия активации диффузии.

Величина коэффициента диффузии и его изменение с ростом температуры увеличивается, и тем самым ускоряются реакции восстановления оксидов железа.

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

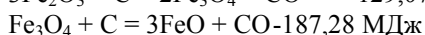
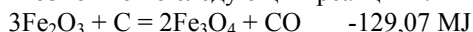


или



При этом в соответствии с диаграммой $\text{Fe} - \text{O}$ в системе возникают не только низшие оксиды и металл, но и твёрдые растворы.

Восстановление оксидов железа твёрдым углеродом возможно по следующим реакциям:



Для последней реакции:

$$\lg K_p = -7730/T + 7,84$$

Суммарный отрицательный тепловой эффект 4240 кДж/кг железа.

При отрицательном тепловом эффекте химической реакции, согласно принципу Ле-Шателье, увеличение температуры сдвигает равновесие реакции восстановления железа слева направо, т.е. в сторону образования металла.

Важным показателем обогатительного процесса является извлечение ценного компонента в концентрат. На рис. 2 представлены результаты исследований по определению этого показателя в зависимости от температуры обжига.

Из данных на рис. 2 видно, что с повышением температуры степень извлечения железа в концентрат возрастает. Это является следствием того, что при высоких температурах восстановительные процессы протекают более интенсивно. Однако, степень извлечения остаётся довольно низкой и это приводит к тому, что при термической обработке измельчённых железорудных материалов наблюдается явление спекания. Оно особенно активизируется, если обработке подвергается пористое спрессованное тело.

Таким образом, спекание проявляется при термической обработке как отдельных дисперсных частиц

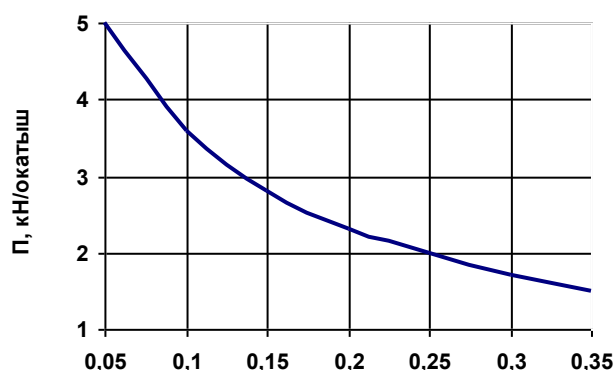


Рис. 3. Зависимость холодной прочности от удельной поверхности пор в окатышах

(например, при восстановлении или обжиге концентратов в кипящем слое), так и гранул (сырые окатыши, брикеты) [8].

Исходное пористое тело является системой, удалённой от состояния термодинамического равновесия одновременно по многим параметрам. Это обусловлено большой свободной поверхностью отдельных частиц, наличием микроискажений типа смещения атомов из регулярных положений в решётке, неравновесных дефектов типа дислокаций, избыточных вакансий и др. При многокомпонентности состава дисперсной среды неравновесность системы обусловлена также полем градиента концентраций. При спекании, являющемся необратимым процессом, происходит как уменьшение поверхностной энергии частиц, так и «залечивание» отдельных дефектов, выравнивание концентрации.

Твёрдофазное спекание влияет на процесс восстановления при переработке рудно-угольных окатышей. При восстановлении их в шахтной печи этот процесс имеет большое значение в связи с тем, что верхний предел температур восстановления ограничен температурой спекания окатышей в гроздьях с нарушением режимов процесса.

Обработка железорудных материалов в ходе термического восстановления имеет, по сравнению с чистым явлением, некоторые особенности, из которых прежде всего следует выделить:

- наличие большого числа компонентов (оксиды железа, кремния, алюминия, кальция, магния и пр.);
- заметное количество образующихся в ходе процесса газов;
- протекание окислительно-восстановительных процессов;
- протекание твёрдофазных реакций (между магнетитом и кремнезёмом, известью и гематитом и прочие);
- возможность образования некоторого количества жидкой фазы переменного состава и свойств.

Эти особенности не дают возможности использовать без изменений закономерности спекания, найденные главным образом для металлических по-



рошков. Например, железорудный материал является системой, удалённой от термодинамического потенциала по многим параметрам. Поскольку восстановительная обработка сопровождается химическими реакциями, уменьшение свободной энергии системы в результате протекания реакций может характеризоваться более мощными потоками вещества, чем остальные процессы.

Иначе говоря, приближение системы к равновесию по одному параметру, может оказаться энергетически оправданным в том случае, когда оно сопро-

вождается временным удалением от равновесия по другим параметрам. Практически это может выразиться в ином процессе изменения пористости гранул, размера зёрен и т.п.

В общем случае окатыш можно рассматривать как пористый поликристалл с разветвлённой сетью межчастичных границ. Чем больше площадь межзёренных границ, тем плотнее и прочнее окатыш. Исходя из этого, объективным критерием поведения железорудных частиц при нагреве является суммарная площадь межчастичных контактов или обратная ве-

Библиографический список

1. Рудные месторождения Узбекистана. Коллектив авторов. – Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2001. – 611 с.
2. Малышева Т.Я., Долицкая О.А. Петрография и минералогия железорудного сырья. –М.: МИСус, 2012. 424 с.
3. Corby G. Anderson, Robert C. Dunne. Mineral processing and extractive metallurgy: 100 years of innovation. Feb. 18.2014. – 386 p.
4. Губин Г.В. Изв. АН РФ. ОТН. Металлургия и топливо. 2015. № 2. С. 23-28
5. Похвиснев А.Н. Внедоменное получение железа за рубежом. – М.: МИСус, 2001. – 231 с.
6. Yusupxodjayev A.A., Xudoyarov S.R., Umarova I.K. Qora va rangli nodir metallarni qayta ishlash. –T.: Iqtisod-moliya, 2010. – 128 b.
7. Юсупходжаев А.А., Худояров С.Р., Муминов С.А. Технология подготовки титаномагнетитовых руд к металлургическому переделу. Сб. науч. Статей Международной научно-практической конференции «Инновация -2014». Ташкент. ТашГУ, 2014. С. 178-180.
8. Юсфин Ю.С. Даньшин В.В., Пашков Н.Ф. Теория металлургии железорудного сырья. –М.: Металлургия, 2000. – 256 с.
9. Линчевский Б.В. Техника металлургического эксперимента. –М.: Металлургия, 1998. – 344 с.

УДК 541.183.546.

© Бахронов Х.Ш., Туйбойов О.В. 2018 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ОБЖИГОВОГО ГАЗА ОТ ТРЕХОКИСИ МЫШЬЯКА



Бахронов Х.Ш.
профессор кафедры
«Химическая технология»
Навонийского государственного
горного института,
д. т. н.



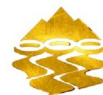
Туйбойов О.В.
старший научный сотрудник
кафедры «Химическая
технология» Навонийского
государственного горного
института

Ishda yonishdan hosil bo'lgan gazlarni mishyak uch oksididan qattiq yutuvchilar yordamida, uni sorbtsiyalash yo'li bilan quruq tozalash usuli taqdim etilgan. Mishyak oksidini ruhoksidi bilan adsorbtsiyalashning temperaturaga bog'liq egri chiziqlari keltirilgan va mishyak uchoksidingining ruhoksidi bilan adsorbtsiyalash darajasi maksimal qiymatga erishadigan optimal temperatura aniqlangan. Gaz harakatining tezligi va adsorbent qatlami balandligi ruhoksidi bilan mishyakni ushlab qolish darajasiga ta'siri o'rnatilgan.

Tayanch iboralar: yonishdan xosil bo'lgan gaz, oltingugurtli ma'dan, quruq usulda tozalash, adsorbtsiya, qattiq adsorbent, mishyak angidridi, ruh oksidi, xarorat, kislorod, gaz tezligi, adsorbent qatlami balandligi, adsorbtsiya darajasi, konsentratsiya, selen oksidi, oltingugurd angidridi, selektiv adsorbtsiya.

I this work presented a method for dry cleaning of calcined gas from arsenic trioxide by sorption with solid adsorbents. The curves of the temperature dependence of the adsorption of arsenic oxides with zinc oxide are given and the optimum temperature at which the degree of adsorption of arsenic trioxide with zinc oxide reaches a maximum value. The effect of the gas velocity and the height of the adsorbent layer on the degree of trapping of arsenic by zinc oxide established.

Key words: burned gas, sulfide ore, dry scrubbing, adsorption, solid adsorbent, arsenic anhydride, zinc oxide, temperature, oxygen, gas velocity, height of the adsorbent layer, the degree of adsorption, concentration, oxides of selenium, sulfur dioxide, selective type of adsorption.



Обжиг сульфидных руд сопровождается образованием пыли и вредных газов, что приводит к загрязнению окружающей воздушной среды вредными технологическими пылегазовоздушными выбросами. Особенную опасность представляет загрязнение окружающей среды соединениями мышьяка. Поэтому защита от вредных технологических пылегазовоздушных выбросов атмосферного воздуха, который необходим для жизни людей, животного и растительного мира является важнейшей экологической проблемой.

При окислительном обжиге сульфидных концентратов, цветных металлов, сжигании железного колчедана или газовой серы, содержащиеся в этих продуктах мышьяк и селен переходят частично или полностью в газовую фазу в виде окислов. В производстве серной кислоты контактным способом обжиговые газы перед поступлением их в контактные аппараты тщательно очищаются от мышьяка, селена, пыли, влаги и серного ангидрида с помощью сложной и дорогостоящей системы мокрого улавливания.

Большой практический интерес представляет метод сухой очистки обжигового газа от трехокси мышьяка путем сорбции его твердыми поглотителями [1, 2].

В этом случае процесс очистки существенно упрощается, так как после сухого электрофилтра газ, не охлаждаясь, поступает в аппарат с твердым адсорбентом, а затем непосредственно в контактный аппарат.

Сорбционной способностью по отношению к трехокиси мышьяка при повышенной температуре обладают многие вещества: окислы железа, цинка, хрома, свинца, меди, кальция, силикагель, цеолиты и др. Хорошую сорбционную способность по отношению к мышьяку проявляет огарок, образующийся при сжигании сульфидных руд.

Проведенные лабораторные исследования показали возможность достаточно полной очистки обжигового газа от мышьяка путем обработки его огарком в специальном аппарате, установленном перед сухими фильтрами или после них.

Однако опыт работы по обжигу железного колчедана и цинкового сульфидного концентрата в печах с кипящим слоем показывает, что огарок не полностью улавливает мышьяк и обжиговые газы после сухих электрофилтров содержат до 10 mg/m^3 мышьяка.

Было изучено влияние различных факторов на адсорбцию трехокси мышьяка гранулированной окисью цинка из газовой фазы, состоящей из паров трехокси мышьяка в смеси с воздухом, сернистым и серным ангидридами.

Для опытов использовались трехокись мышьяка марки «х. ч.» и высушенные при 105°C гранулы окиси цинка, полученные в чашевом грануляторе путем увлажнения водой чистой порошкообразной

окиси цинка. В качестве газа-носителя применялся очищенный от пыли и влаги воздух.

На рис. 1 показано, что оптимальная температура адсорбции трехокси мышьяка окисью цинка в токе воздуха составляет 600°C . При температуре 250°C и ниже весь уловленный окисью цинка мышьяк (в токе воздуха) находится в трехвалентном состоянии, а при температуре 550°C и выше - только в пятивалентной форме.

Авторы работы [3], изучавшие процесс адсорбции трехокси мышьяка окисью железа, считают, что трехокись мышьяка вначале адсорбируется на поверхности окисла железа, затем окисляется кислородом до пятиокиси, которая взаимодействует с окисью металла с образованием арсената.

Возможность адсорбции трехокси мышьяка окислами тяжелых металлов через стадию образования арсенидов с последующим их окислением до арсенатов в указанной работе вообще не рассматривается.

Авторы обосновывают описанную адсорбцию отсутствием поглотительной способности у окиси железа по отношению к трехокиси мышьяка при 600°C в атмосфере, не содержащей кислорода. Из этого факта делается вывод о том, что без кислорода трехокись мышьяка не поглощается окисью железа, так как не образуется пятиокись.

Результаты опытов по адсорбции трехокси мышьяка окисью цинка в токе воздуха (рис. 1), как и в отсутствие кислорода свидетельствуют о том, что наличие кислорода в газовой фазе не является обязательным условием для адсорбции трехокси мышьяка окисью цинка при температурах ниже 600°C . Выше 600°C окись цинка в отсутствие кислорода не улавливает трехокись мышьяка, однако, как нами установлено, это связано с термической неустойчи-

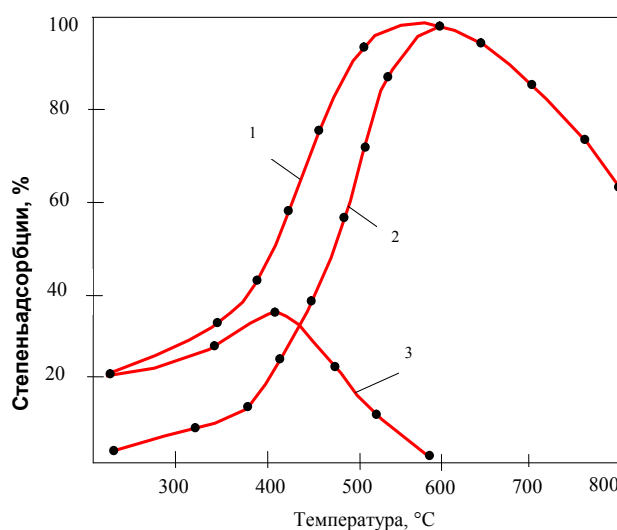


Рис. 1. Температурная зависимость адсорбции трехокси мышьяка окисью цинка: 1 - мышьяк общий; 2 - доля пятивалентного мышьяка в общем; 3 - доля трехвалентного мышьяка в общем.

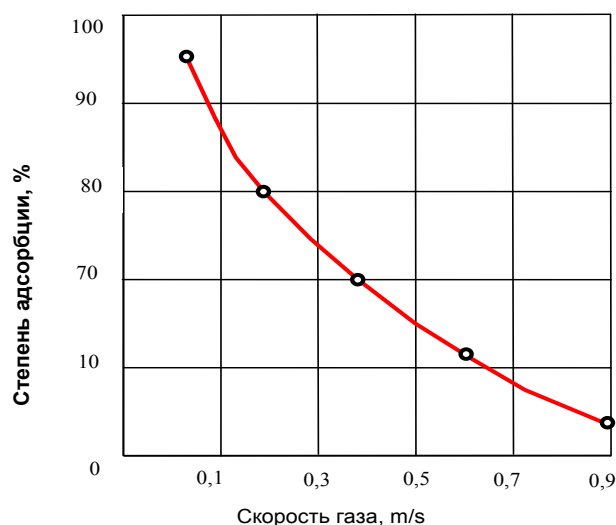
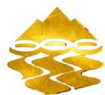


Рис. 2. Влияние скорости газового потока на адсорбцию трехоксида мышьяка окисью цинка (температура-550°C)

востью метаарсенита цинка при этих температурах.

Влияние скорости газа, высоты насадки гранул и количества пропущенной трехоксида мышьяка на степень улавливания мышьяка окисью цинка показано на рис. 2 и в табл. 1.

Нами также определено, что с увеличением высоты слоя адсорбента и количества пропущенной трехоксида мышьяка содержание ее в нижнем слое гранул повышается, достигая 32 %.

Концентрация трехоксида мышьяка в газовой фазе в опытах 1, 2, 3 (табл. 1) составляла 1,65 г/м³, а в опыте № 4 - 8,5 г/м³, что значительно превосходит содержание мышьяка в промышленных газах от сжигания железного колчедана и газовой серы (10 - 70 мг/м³).

При физической адсорбции влияние концентрации трехоксида мышьяка в газе на процесс адсорбции настолько велико, что применение силикагеля для извлечения мышьяка из бедных промышленных газов оказалось экономически нецелесообразным из-за малой динамической емкости адсорбента.

Изучение влияния концентрации трехоксида мы-

Таблица 1
Влияние высоты слоя адсорбента и количества пропущенной трехоксида мышьяка на ее адсорбцию окисью цинка (скорость воздуха-0,3 м/с; температура-550°C)

№ опыта	Насадка Гранул		К-во пропущенно го As ₂ O ₃ , g	Уловленная As ₂ O ₃ и ее содержание в гранулах, %				Уловле-но трех-окиси мышья-ка всей насад-кой, %
	Высо-та, mm	Вес, g		Нижний слой насадки, 10 mm		Нижний слой насадки, 50 mm		
				Улов-лено	Содер-жание	Улов-лено	Содер-жание	
1	50	12,0	1,0	42,0	11,0	80,1	6,1	80,1
2	100	24,0	1,0	45,5	12,4	89,8	6,7	100,0
3	150	36,0	1,0	68,6	15,0	97,8	7,0	100,0
4	150	36,0	5,2	26,2	27,0	58,7	32,0	96,5

шьяка в газе на динамическую емкость гранул окиси цинка в лабораторных условиях представляет трудоемкую задачу в связи с необходимостью пропускания через адсорбент больших объемов газов при низких содержаниях мышьяка.

Поэтому испытаны две резко отличные концентрации трехоксида мышьяка в газе: 2 и 0,05 г/м³. В этих опытах гранулы окиси цинка после проведения процесса адсорбции выгружались из реакционной трубки слоями, что позволяло проследить влияние концентрации мышьяка в газе на емкость адсорбента при неполном насыщении гранул трехокисью мышьяка.

Условия проведения опытов и их результаты приведены в табл. 2, из которой следует, что снижение концентрации трехоксида мышьяка в газе с 2 до 0,05 г/м³ при температурах адсорбции 550°C и 300°C заметно не отразилось на длине рабочего слоя гранул и степени насыщения нижнего слоя трехокисью мышьяка.

Таблица 2
Влияние концентрации трехоксида мышьяка в газе на ее адсорбцию окисью цинка (скорость газа - 0,5 м/с).

Кон- центр ация As ₂ O ₃ g/m ₃	Тем- перат ура, °C	Продол- жительн ость, h	Высота слоя, степень улавливания As ₂ O ₃ и ее содержание по слоям насадки (от низа) mm, %										Улов- ленно тремя нижни- ми слоя- ми %
			10		20		30		40		50		
			Улов- лено	Со- дер- жа- ние	Улов- лено	Со- дер- жа- ние	Уло- влен о	Содер- жание	Улов- лено	Содер- жание	Улов- лено	Содер- жание	
2,0	300	0,5	42,9	7,4	22,8	2,09	12,4	0,78	11,3	0,56	10,6	0,49	78,1
0,05	300	20	41,6	7,3	23,0	2,15	12,8	0,8	11,5	0,6	11,1	0,53	77,4
2,0	550	0,5	60,1	10,0	22,1	2,00	10,7	0,66	7,4	0,34	0,0	0,0	92,9
0,05	550	20	58,1	10,1	19,7	1,73	13,0	0,77	9,2	0,45	0,0	0,0	90,8
2,0	600	0,5	60,5	10,3	20,1	1,90	12,5	0,7	6,9	0,3	0,0	0,0	93,1
0,05	600	20	55,3	8,9	18,7	1,63	13,4	0,8	10,0	0,5	3,6	0,16	87,4



Таблица 3

**Адсорбция трехокси мышьяка окисью цинка при наличии
сернистого ангидрида и без него (температура - 550 °С;
скорость воздуха - 0,3 м/с)**

Концен- трация SO ₂ в газе об %	Высота слоя, степень улавливания As ₂ O ₃ и ее содержание по слоям насадки (от низа) mm, %								Среднее содер- жание, %	
	10		20		30		40			
	Уловле- но	Содержа- ние	Уловле- но	Содер- жание	Уловле- но	Содержа- ние	Уловле- но	Содержа- ние	As ₂ O ₃	SO ₂
0,0	37,2	12,8	45,0	8,3	13,9	1,80	3,4	0,34	4,0	-
11,0	36,4	12,8	46,4	8,44	10,9	1,43	5,4	0,54	4,0	0,13

Таблица 4

**Адсорбция трехокси мышьяка в присутствии селенистого
и серного ангидридов (скорость газа 0,5 м/с)**

Темпе- ратура °C	Концентрация в газе, g/m³			Высота слоя адсорбента, mm и содержание в гранулах, %										Уловлено всей насадкой, %	
				10		20		30		40		50			
	As ₂ O ₃	SeO ₂	SO ₃	As ₂ O ₃	SeO ₂	As ₂ O ₃	SeO ₂	As ₂ O ₃	SeO ₂	As ₂ O ₃	SeO ₂	As ₂ O ₃	SeO ₂	As ₂ O ₃	SeO ₂
300	1	0,0	0,0	6,77	0,00	1,91	0,00	0,71	0,00	0,50	0,00	0,37	0,00	100,0	0,0
300	1	1	0,0	6,15	7,48	1,52	1,70	0,73	0,62	0,55	0,28	0,27	0,14	100,0	100,0
300	1	1	2,4	4,80	6,40	1,14	1,56	0,89	0,70	0,67	0,34	0,53	0,27	100,0	100,0
550	1	1	0,0	10,0	0,00	2,00	0,00	0,66	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	100,0	0,0
550	1	1	0,0	9,80	0,30	1,90	0,20	0,70	0,10	0,40	0,10	0,10	0,10	100,0	3,50

Адсорбция трехокси мышьяка из бедных газов при температурах выше 550 °С сопровождается понижением емкости адсорбента.

Таким образом, концентрация трехокси мышьяка в газе не будет существенно влиять на емкость гранул окиси цинка, если процесс адсорбции осуществлять в условиях, когда упругость диссоциации арсената цинка ничтожно мала.

В этом заключается существенное преимущество окиси цинка перед силикагелем, адсорбционная способность которого основана не на химическом взаимодействии, а на капиллярной конденсации трехокси мышьяка.

Из табл. 2 также видно, что окись цинка хорошо улавливает трехокись мышьяка и при температуре 300 °С. Это обстоятельство особенно важно, если учесть, что при такой температуре окись цинка хорошо улавливает двуокись селена.

Из табл. 3 следует, что наличие сернистого ангидрида в газе существенно не влияет на адсорбцию трехокси мышьяка окисью цинка.

На рис. 3 для сравнения приведены кривые температурной зависимости адсорбции окислов селена, серы и мышьяка окисью цинка. Большое различие в характере температурной зависимости адсорбции указанных окислов окисью цинка

дает основание предполагать возможность селективной адсорбции из их смеси с воздухом только трехокси мышьяка при 700 - 750 °С или суммы серного и мышьяковистого ангидридов при 500 - 550 °С. С этой целью проведены опыты.

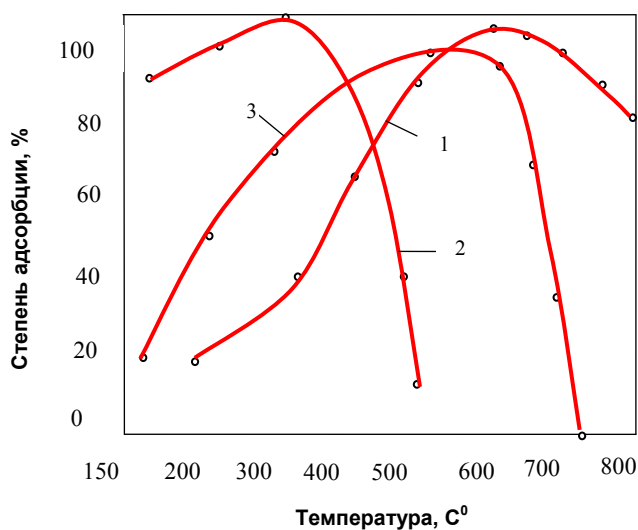


Рис. 3. Температурная зависимость адсорбции трехокси мышьяка, двуокиси селена и трехокси серы окисью цинка (скорость воздуха-0,1 м/с): 1-трехокись мышьяка; 2-двуокись селена; 3-трехокись серы



**Адсорбция трехокси мышьяка насыщенными трехокисью серы
гранулами окиси цинка (скорость воздуха - 0,3 m/s)**

Температура, °С	Высота слоя, степень улавливания As ₂ O ₃ и ее содержание по слоям насадки (от низа), мм, %						Уловлено As ₂ O ₃ всей насадкой, %
	10		40		50		
	Улов- лено	Содер- жание	Улов- лено	Содер- жание	Улов- лено	Содер- жание	
450	3,50	0,65	4,16	0,26	2,55	0,12	10,30
500	3,48	0,64	4,18	0,25	2,54	0,13	10,20
550	3,74	0,66	4,38	0,27	2,68	0,14	10,80
600	5,16	0,91	6,48	0,40	3,12	0,16	14,76
650	7,64	1,33	10,12	0,62	2,96	0,16	20,72
700	34,40	7,20	38,80	2,50	16,95	0,90	90,15
750	36,60	7,60	40,80	2,60	10,70	0,60	88,10

Результаты их (табл. 4) подтверждают возможность как совместной адсорбции селенистого и мышьяковистого ангидридов из их смеси при 300°C, так и селективной адсорбции одной трехокси мышьяка при 550°C.

Для доказательства возможности селективной адсорбции трехокси мышьяка в присутствии серного ангидрида проведены опыты по улавливанию мышьяковистого ангидрида гранулами окиси цинка, предварительно насыщенными трехокисью серы до 33,4 % (67,2 % сульфата цинка). Использование в этих опытах, насыщенных серным ангидридом гранул окиси цинка связано с тем, что не удалось получить гранулы сульфата цинка из ее соли.

Из табл. 5 видно, что мышьяковистый ангидрид образует с окисью цинка более прочное соединение, чем сульфат, и способен вытеснять

трехокись серы из сульфата цинка при температурах выше 600°C.

Выводы:

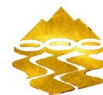
1. На чистой трехокси мышьяка изучено влияние температуры, скорости газа, высоты насадки и концентрации мышьяковистого ангидрида на адсорбцию ее гранулированной окисью цинка из газовой фазы.

2. Гранулированная окись цинка при температуре 250 - 300°C из газовой фазы улавливает вместе селенистый, серный и мышьяковистый ангидриды и практически не взаимодействует с сернистым газом; при 500 - 550°C окись цинка адсорбирует только серный и мышьяковистый ангидриды и при 700 - 750°C из указанной смеси с воздухом адсорбируется только мышьяковистый ангидрид.

Библиографический список

1. Макаровичина С.М., Уткин А.Ю., Шелученко В.В., Конкин А.И. Очистка газовых выбросов от мышьякорганических соединений / Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. общества им. Д.И. Менделеева). 2001. Т. XLV, № 5-6, -С. 162-166.
2. Копылов Н.И., Каминский Ю.Д. Мышьяк. / Новосибирск, Сибирское университетское издательство, 2004.-367 с.





ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАПЫ ОЗЕР КАРАУМБЕТ И БАРСАКЕЛЬМЕС НА ХЛОРИСТЫЙ МАГНИЙ



Мирзакулов Х.Ч.

профессор кафедры «Химическая технология неорганических веществ» Ташкентского химико-технологического института, д.т.н



Тожиев Р.Р.

заместитель декана факультета «Химическая технология» Ферганского политехнического института



Бобокулова О.С.

старший преподаватель кафедры «Аналитической, физической и коллоидной химии» Ташкентского химико-технологического института

Karaumbet va Barsakelmes ko'li rapasini qayta ishlash jarayonlarining aloxida bosqichlarini optimal texnologik parametrlari o'rnatilgan va texnologik rejim normalari aniqlangan.

Moddiy oqim sxemasi ishlab chiqilgan, magniy xloridi ishlab chiqarish jarayonida qo'shimcha mahsulot sifatida kimyoviy cho'ktirilgan gips va kalsiy karbonati hamda natriy xloridi olinadi va ularning moddiy balansi hisoblangan. Soatiga ikki tonna bishofit ishlab chiqarish uchun 8,864 t/s rapa, 4,192 t/s distiller suyuqligi, 0,129 t/s kalsinatsiyalangan soda kerak bo'ladi, tozalangan rapani ikki bosqichda bug'latish kerak.

Karaumbet va Barsakelmes ko'li rapasini magniy xloridga kompleks qayta ishlash texnologik sxemasi keltirilgan.

Tayanch iboralar: rapa, magniy xlorid, texnologik sxema, moddiy balans, texnologik rejim normasi, distiller suyuqligi, kalsinatsiyalangan soda, filtratsiya.

Optimum technological parameters of separate stages of processing leaches of lakes Karaumbet and Barsakelmes on magnesium chloride are fulfilled, norms of technological mode are established.

The scheme of material streams is made, the material balance of manufacture of magnesium chloride with passing extraction of chemically besieged plaster and chalk, sodium chloride is calculated.

For reception of two tons in hour bischofit it is necessary 8,864 t/h leach, 4,192 t/h distillers liquid, 0,129 t/h soda ash, cleared leach need to evaporate in two steps.

The technological scheme of complex processing leaches of lakes Karaumbet and Barsakelmes on magnesium chloride is resulted.

Key words: leach, magnesium chloride, technological scheme, material balance, norm of technological scheme, distiller liquid, soda ash, filtration.

Соединения магния широко используются в различных отраслях [1-3]. Так, хлористый магний является исходными сырьем для получения эффективных дефолиантов мягкого действия на основе хлората магния [4]. Потребности республики в хлористом магнии превышают 30 тыс. т в год и покрываются поставками из-за рубежа.

Узбекистан располагает значительными запасами сырья в виде природных рассолов – рапы и сухих смешанных солей, содержащих наряду с другими солями и соли магния, обнаруженными в устюртском пласте Каракалпакстана, на таких месторождениях как Караумбет, Барсакельмес, Ходжаикон, а также на месторождениях Денгизкул и Хадж-каб в Бухарской



области и др. Однако до настоящего времени в Республике не разработаны приемлемые технологии и способы получения бишофита из вышеуказанных сырьевых источников. В рапе озер Караумбет и Барсакельмес, расположенных вблизи Кунградского содового завода, а также в сухих смешанных солях озера Караумбет сосредоточены огромные запасы солей магния хлоридно-сульфатного типа [5, 6].

Несмотря на большую потребность в соединениях магния, наличие мощной сырьевой базы, они в Узбекистане не производятся. Это связано, в первую очередь, с отсутствием приемлемой технологии переработки сухих смешанных солей и рапы озер Караумбет и Барсакельмес.

Поэтому исследования, направленные на разработку приемлемой технологии переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес на хлористый магний, являются очень актуальными.

Проведенные исследования по изучению процессов обессульфачивания рапы дистиллерной жидкостью – отходом содового производства, доочистки от остаточных количеств ионов кальция и сульфатов, выпарке и отделении хлористого натрия показали возможность получения концентрированных растворов хлористого магния [7-8].

На основании проведенных лабораторных исследований разработана технологическая схема комплексной переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес на хлористый магний с попутным получением химически осажденных гипса и мела, хлористого натрия.

Процесс комплексной переработки рапы озера Караумбет и Барсакельмес состоит из нескольких

стадий:

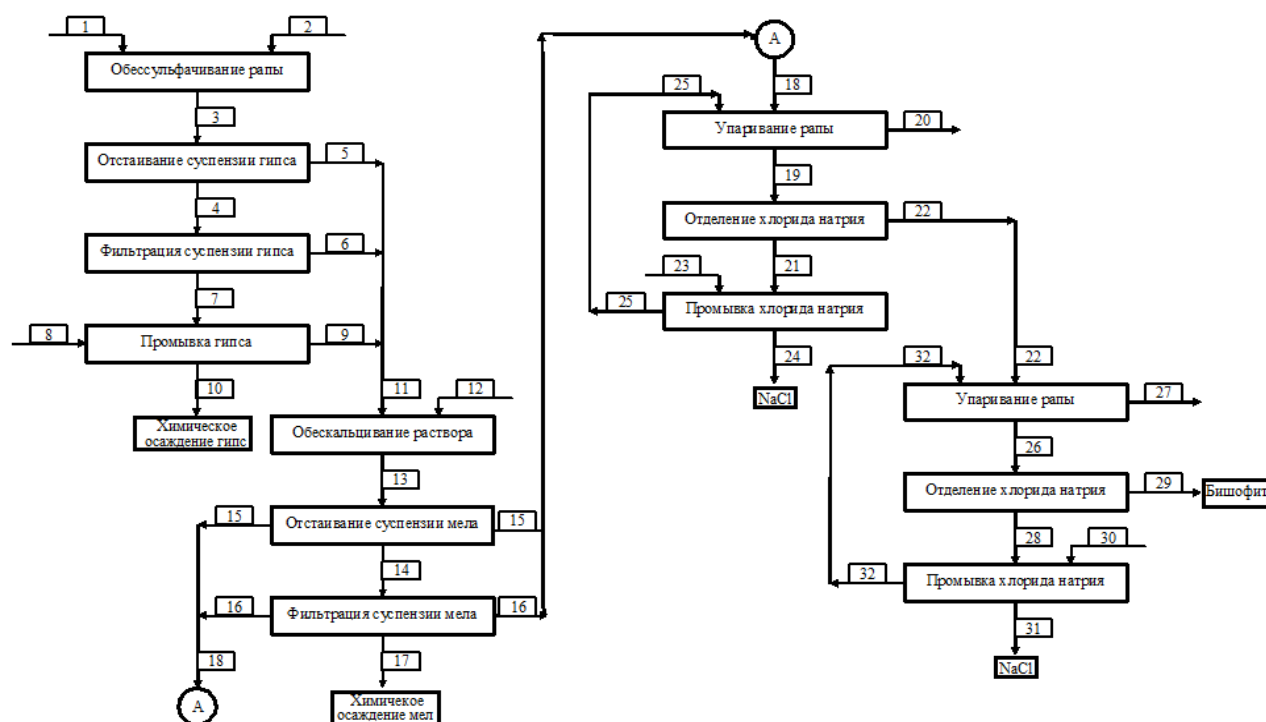
- обессульфачивание рапы дистиллерной жидкостью;
- сгущение и отделение осадка;
- сушка и затаривание химически осажденного гипса;
- очистка рапы от ионов кальция;
- сгущение и отделение осадка мела;
- сушка и затаривание химически осажденного мела;
- первая стадия упаривания рапы;
- отделение кристаллов хлорида натрия;
- вторая стадия упаривания рапы;
- отделение кристаллов хлорида натрия;
- сушка и затаривание хлорида натрия;
- охлаждение и кристаллизация бишофита;
- затаривание бишофита.

На рис. 1 и в табл. 1 и 2 приведены схема материальных потоков, нормы технологического режима и данные материального баланса комплексной переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес на хлористый магний с получением хлористого натрия и химически осажденных гипса и мела.

На модельной установке, имитирующей производственные условия производства бишофита из рапы озер Караумбет и Барсакельмес, на УП «Кунградский содовый завод» проведена апробация разработанной технологии.

В ходе испытаний были подтверждены оптимальные технологические параметры отдельных стадий производства бишофита.

На рис. 2 приведена принципиальная технологи-



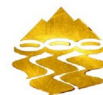


Таблица 1

Нормы технологического режима

Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели
Температура процесса обессульфачивания	°C	20-30
Мольное соотношение $\text{Ca}^{2+} / \text{SO}_4^{2-}$	—	1,00-1,05
Температура процесса отстаивания	°C	20-30
Продолжительность процесса отстаивания	min	20-30
Скорость фильтрации сгущенной части гипса	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$	650-750
Температура процесса доочистки	°C	20-30
Мольное соотношение $\text{Ca}^{2+} / \text{CO}_3^{2-}$	—	1,00-1,05
Продолжительность процесса отстаивания	min	90-120
Скорость фильтрации сгущенной части мела	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$	450-550
Температура процесса выпарки на 1 стадии	°C	104-108
Концентрация NaCl в растворе	%	8-10
Концентрация MgCl_2 в растворе	%	21-24
Соотношение Ж:Т	—	(4-5):1
Скорость фильтрации суспензии хлорида натрия	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$	800-1000
Температура процесса выпарки на 2 стадии	°C	112-118
Концентрация NaCl в растворе	%	0,05-0,15
Концентрация MgCl_2 в растворе	%	44-46
Соотношение Ж:Т	—	(5-6):1
Скорость фильтрации суспензии хлорида натрия	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$	800-1000

ческая схема переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес.

Из накопительной емкости (поз. 1) рапа центробежным насосом (поз. 2) перекачивается в реактор обессульфачивания (поз. 5), представляющий собой аппарат емкостного типа, снабженный мешалкой. Туда же (поз. 5) центробежным насосом (поз. 4) перекачивается дистиллерная жидкость из накопительной емкости (поз. 3).

Из реактора обессульфачивания (поз. 5) суспензия самотеком направляется в отстойник-сгуститель конического типа (поз. 6). Суспензия гипса из конической части отстойника-сгустителя (поз. 6) самотеком направляется на ленточный вакуум-фильтр (поз. 7), где происходит разделение фаз. Основной фильтрат собирается в сборнике основного фильтрата (поз. 8). Затем гипс на фильтре промывается конденсатом сокового пара (из поз. 38) в соотношении гипс (абс. сух. в-во) : вода = 1:1

Промывные воды после фильтрации собираются в

Таблица 2

Материальный баланс производства

№ потока по схеме	Наименование потока	Кол-во, t/h
1.	Рапа озера Караумбет	8,864
2.	Дистиллерная жидкость	4,192
3.	Суспензия гипса	13,056
4.	Сгущенная суспензия гипса	1,824
5.	Осветленная рапа	11,232
6.	Отфильтрованная рапа	0,912
7.	Осадок гипса на промывку	0,912
8.	Конденсат для промывки	0,456
9.	Промывные воды	0,717
10.	Гипс на сушку	0,651
11.	Рапа на доочистку	12,861
12.	Кальцинированная сода	0,129
13.	Суспензия мела	12,990
14.	Сгущенная суспензия мела	0,636
15.	Осветленная рапа	12,354
16.	Отфильтрованная рапа	0,485
17.	Шлам мела	0,151
18.	Очищенная рапа на упарку	12,839
19.	Суспензия хлорида натрия	7,908
20.	Пар	6,471
21.	Осадок хлорида натрия на промывку	2,176
22.	Рапа на доупарку	5,732
23.	Вода для промывки	1,309
24.	Хлорид натрия на сушку	1,945
25.	Промывные воды	1,540
26.	Суспензия хлорида натрия	2,681
27.	Пар	3,567
28.	Осадок хлорида натрия на промывку	0,525
29.	Плав бишофита на кристаллизацию	2,056
30.	Вода для промывки	0,518
31.	Хлорид натрия на сушку	0,527
32.	Промывные воды	0,516

сборнике промывных вод (поз. 9). Основной фильтрат из сборника основного фильтрата (поз. 8) центробежным насосом (поз. 10) и промывные воды из сборника промывных вод (поз. 9) центробежным насосом (поз. 11) подаются в реактор доочистки (поз. 12), куда также подается и осветленная часть рапы из отстойника - сгустителя (поз. 6). Реактор доочистки по конструкции аналогичен реактору обессульфачивания.

В реакторе доочистки (поз. 12) происходит очистка рапы от ионов кальция путем осаждения их кальцинированной содой в виде карбоната кальция. Реакция протекает быстро и в течение 30 min достигается максимальная степень очистки. Затем суспензия самотеком поступает в отстойник-сгуститель (поз. 13). Очищенная рапа через переток направляется в сбор-

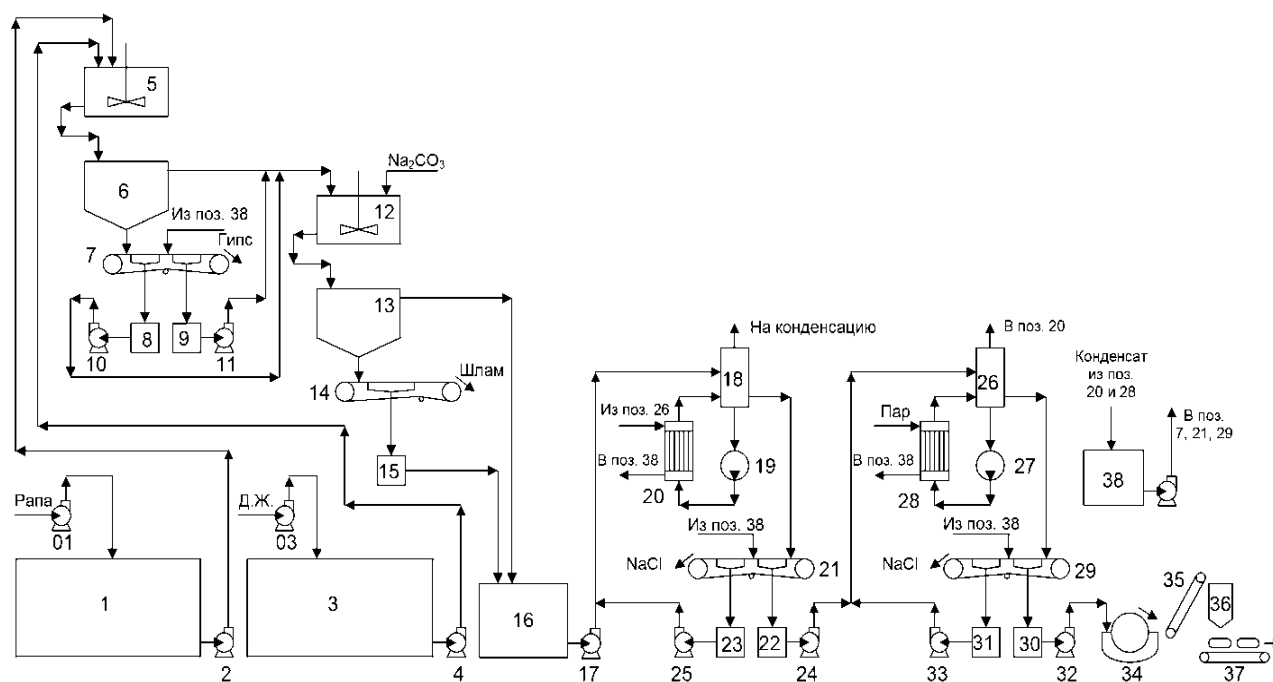


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема производства бишофита

ник раствора хлорида натрия и хлорида магния (поз. 16).

Карбонатный шлам из конической части сгустителя направляется на ленточный вакуум-фильтр (поз. 14), где происходит разделение фаз. Суспензия достаточно хорошо фильтруется, скорость фильтрации по сухому осадку составляет $400-600 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$. Основной фильтрат собирается в сборнике основного фильтрата (поз. 15). Карбонатный шлам направляется в отвал. Основной фильтрат самотеком направляется в сборник раствора хлорида натрия и хлорида магния (поз. 16).

Из сборника раствора хлорида натрия и хлорида магния (поз. 16) раствор центробежным насосом (поз. 17) направляется в выпарной аппарат (поз. 18) с принудительной циркуляцией (поз. 19) и выносной греющей камерой (поз. 20).

После первой ступени выпарки суспензия хлорида натрия в растворе хлоридов натрия и магния самотеком направляется на ленточный вакуум-фильтр (поз. 21), где происходит разделение фаз. Суспензия очень хорошо фильтруется, скорость фильтрации по сухому осадку составляет $1000-1200 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{ч}$. Основной фильтрат собирается в сборнике основного фильтрата (поз. 22).

Хлорид натрия на фильтре промывается конденсатом сокового пара (из поз. 38) в соотношении хлорид натрия (абс. сух. в-во) : вода = 1:1. Промывные воды после фильтрации собираются в сборнике промывных вод (поз. 22). Промывные воды, представляющие собой насыщенный раствор хлорида натрия с примесью хлорида магния, возвращаются центробежным насосом (поз. 25) в выпарной аппарат 1 ступени (поз.

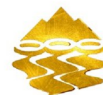
18).

Полученная суспензия при $J: T = 5,7-6,2$ направляется на фильтр (поз. 29), где происходит отделение хлорида натрия от плава бишофита. Из выпарного аппарата производится отбор сокового пара, который используется для обогрева теплообменника (поз. 20) первого выпарного аппарата.

Конденсат после теплообменника направляется в сборник конденсата сокового пара (поз. 38), откуда для промывки осадков гипса (поз. 7), хлорида натрия (поз. 21 и 29). Хлорид натрия на фильтре промывается конденсатом сокового пара (из поз. 38). Промывные воды собираются в сборнике промывных вод (поз. 31), откуда насосом (поз. 33) возвращаются на вторую ступень выпарки (поз. 26).

Плава бишофита собирается в емкости (поз. 30), откуда насосом (поз. 32) направляется в кристаллизатор (поз. 34), где происходит загустевание плава с образованием чешуйчатого бишофита. Чешуйчатый бишофит направляется ленточным транспортером (поз. 35) в бункер - упаковочную машину (поз. 36), откуда после упаковки направляется конвейером (поз. 37) на склад.

Таким образом, проведенные исследования позволили получить научно-обоснованные данные и разработать технологию переработки рапы озер Караумбет и Барсакельмес на хлористый магний с попутным извлечением из рапы химически осажденного дигидрата сульфата кальция и мела, поваренной соли. Для этого необходимо очистить рапу от сульфатов и солей кальция. Обессульфачивание проводить дистиллерной жидкостью – отходом содового производства при стехиометрической норме Ca^{+2} на SO_4^{-2} , осажде-



ние кальция – кальцинированной содой при ее норме 100-105 %.

Выпарку предварительно очищенной рапы осуществлять в две ступени с промежуточным отделением хлорида натрия, что позволяет по-

лучить плав бишофита с содержанием не менее 46,92 % хлористого магния, в жидком или твердом чешуйчатом виде, соответствующих по физико-химическим показателям ГОСТ 7759 – 73.

Библиографический список

1. Лепешков И.Н., Розен Б.Я. Минеральные ресурсы моря.- М.: Наука. 1972.-120 с.
2. Юдина Т.А., Ференц М.Н., Литинская Н.И. Применение природного бишофита в качестве противогололерного материала. Химическая промышленность, 2009. - № 3. - С. 146-149.
3. Филимонова. Н.А., Фомилев В.Т. Получение фунгицидов на основе минерале бишофита. Интернетвестник Волг ГА-СУ. Политехническая серия. 2010. Вып. 1(10). www. Vestnik. vgasu. ru. ISSN 1994-0351.
4. А. с. № 1151507 SU, Кл. C01F5/30, A01N59/06. М.Н. Набиев, С. Тухтаев, Р.Э Шаммасов, Н.Ю. Мусеев, Р.А. Акрамов и др. Способ получения дефолианта. Оpubл. 23.04.1985. Бюл. № 15.
5. Бобокулова О.С., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Соли озер Караумбет и Барсакельмес – сырье для получения солей магния. //Химия и химическая технология. 2014.- № 1.- С. 11-16.
6. Патент № IAP 04526 (UZ). Кл. C 01 F 11/00. «Способ переработки природных рассолов, содержащих хлориды и сульфаты натрия и магния». Туробжанов С.М., Мирзакулов Х.Ч., Асамов Д.Д., Бобокулова О.С. и др. 2012. Бюл. №7.
7. Тожиев Р.Р., Мирзакулов Х.Ч., Джураева Г.Х. Влияние нормы дистиллерной жидкости – отхода Кунерадского содового завода на процесс обессульфачивания рапы озера Караумбет. // Химия и химическая технология. 2009.- № 2.- С. 2-5.
8. Тожиев Р.Р., Бобокулова О.С., Джураева Г.Х., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процессов доочистки и концентрирования рапы озера Караумбет и Барсакельмес. // Химия и химическая технология. 2012.- № 3.- С. 12-14.

УДК 628.9.04

© Муратов Х.М., Каршибаев А.И. 2018 г.

ПРЕДПОСЫЛКИ К ВНЕДРЕНИЮ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НАВОЙЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА



Муратов Х.М.,
директор НТЦ АО
«Узбекэнерго», д.т.н.



Каршибаев А.И.
доцент кафедры
«Электроэнергетика»
Навоийского горного ин-
ститута, к.т.н.

Maqolada energiya menedjment tiziminini ishlab chiqish va joriy etish imkoniyatlari ko'rsatilgan. Energiya menedjment tiziminining tuzilishi, shuningdek, sanoat korxonada uni amalga oshirish uchun metodologiyasi keltirilgan. Energiya menedjment tizimini tatbiq orqali energiyani tejash imkoniyati kursatilgan.

Tayanch iboralar: energiya boshqarish, energiya audit, energiya tejash, usullari, strukturasi.



The article shows the possibility of building an energy management system. The structure of the energy management system is described, as well as the methodology for its implementation in an industrial enterprise. The possibility of saving energy resources through the introduction of an energy management system is presented.

Key words: energy management, energy audit, economy of energy resources, methodology, structure.

Энергосбережение называют «первым топливом» экономики, поскольку именно в нем заключены наилучшие возможности для более полного использования имеющихся ресурсов, поддержки экономического роста и сокращения затрат на энергию.

Повышать уровень энергосбережения по-прежнему удастся с трудом, несмотря на связанные с этим разносторонние выгоды. Состояние мировой экономики и динамика рынков энергоносителей выдвигают на передний план сиюминутные экономические мотивы, а геополитика ставит во главу угла соображения энергетической безопасности.

В качестве первого шага к преодолению существующей инерции необходимо вырабатывать такую политику и создавать на местах такой потенциал, которые позволяли бы государственному и частному секторам подбирать, оформлять и представлять на рассмотрение экономически жизнеспособные инвестиционные проекты повышения уровня энергосбережения; перестраивать свою стратегию и организационные структуры так, чтобы это способствовало выделению капиталовложений в энергосбережение; а также создавать условия для привлечения в проекты по энергосбережению средств финансовых учреждений и коммерческих структур.

Проведенные нами энергетические обследования технологических процессов на Гидрометаллургических заводах (ГМЗ-2 и ГМЗ-3) НГМК свидетельствуют о том, что имеется значительный потенциал экономии энергетических ресурсов (табл. 1)

Однако разовые работы по экономии энергетических ресурсов (энергетическое обследование) не могут обеспечивать желаемый результат по эффективному использованию энергетических ресурсов. Возникает необходимость системной работы по экономии энергетических ресурсов - внедрение системы энергетического менеджмента (СЭМ), что в своей структуре предусматривает и энергетическое обследование (энергоаудит).

Система энергетического менеджмента развивалась в течение двух последних десятилетий, как проверенный передовой практикой метод обеспечения устойчивой энергоэффективности и неуклонного повышения производительности промышленности. Большинство промышленных предприятий, внедривших систему энергетического менеджмента, достигли среднегодового снижения энергоемкости в два-три раза по сравнению с предприятиями, не имеющими систем энергоменеджмента.

Системный подход к эффективному использованию энергоресурсов заложит основы для значительного и устойчивого сокращения затрат на использование энергии для организаций всех масштабов.

Это не является сложной технической задачей - это задача управления организационными ресурсами, включая энергетику и персонал.

Даже в организациях с энергоэффективностью на уровне мировых стандартов всегда есть возможность для совершенствования.

Например, в Дании, в стране с одной из самых энергоэффективных экономик в мире, по оценкам специалистов, сохраняется возможность провести энергетические улучшения еще на 40 % с помощью имеющихся в настоящее время технологий и передового опыта.

Структура системы энергетического менеджмента (СЭМ) представлена на рис. 1. Она состоит из следующих этапов: подготовка и планирование; исполнение и внедрение; проверка и принятие необходимых мер.

Согласно рекомендуемой структуре, СЭМ команда энергетического менеджмента состоит из различных специалистов (энергетики, механики, технологи, метрологи, специалисты по стандартизации, экономисты, специалисты по ИКТ и другие), которые имеют прямую и косвенную связь с выпуском продукции. Ими руководит представитель руководства, например, главный инженер предприятия. Командой разрабатывается энергетическая политика предприятия, предусматривающая поэтапное снижение энергетических затрат и себестоимость выпускаемой продукции.

Также определяются рамки и границы внедрения системы энергетического менеджмента. При этом необходимо удостовериться, что политика включает соответствующие требования из ISO 50001, так как эти требования очень полезны, даже если предприятие (организация) не планирует сертифицировать систему.

При этом также должны отображаться пункты, которые исключены из охвата и рамок системы, должны быть перечислены все задачи, связанные с созданием и функционированием СЭМ.

Каждая задача имеет детали, такие как: частота выполнения, когда необходимо заполнять документы, кто ответственен за задачу и уровень их полномочий.

Также отмечаются задачи, связанные с ключевыми элементами создания СЭМ. Данные, представляющие значимых энергопотребителей (ЗЭП), включают справочные данные по драйверам, людям, энергетическим показателям и др. Они представляют не менее 80 % энергопотребления каждого источника энергии, включенного в СЭМ, и должны включать любой пункт, который предлагает существенную возможность уменьшения энергопотребления или улучшение

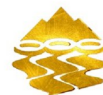


Таблица 1

**Технико-экономические показатели проведенного энергетического
обследования на ГМЗ-2 и ГМЗ-3 Навоийского горно-металлургического комбината**

Наименование рекомендаций	Прогнозируемая экономия электрической энергии в год		Экономическая эффективность в год, сум
	в физическом выражении, kW*h	в тоннах условного топлива	
ГМЗ-2			
Внедрение частотного регулирования асинхронного двигателя пластинчатого питателя цеха №1	111006,72	13,64	21202283,5
Внедрение в цехе № 2 частотно-регулируемого электропривода для насосов откачки пульпы	213465	26,22	40771815
Внедрение в цехе № 2 частотно-регулируемого электропривода для конвейеров	48144,39	5,91	9195578,49
Замена дуговых ртутных люминофорных ламп на светодиодные лампы	372853,152	45,85	71214952
Организация параллельной работы группы трансформаторов (ГТ), питающихся от одной секции установленных на одной ТП	16640.8	2,04	3178392,8
ГМЗ-3			
Внедрение частотного регулирования асинхронного двигателя пластинчатого питателя цеха №1	84796	10,42	16196036
Внедрение в цехе № 2 частотно-регулируемого электропривода для насосов откачки пульпы	254450,63	31,26	48600070,3
Внедрение в цехе № 2 частотно-регулируемого электропривода для конвейеров	48144,39	5,91	9195578,49
Внедрение в цехе № 3 частотно-регулируемого электропривода для насосов откачки пульпы	254450	31,26	48599950
Внедрение в цехе № 4 частотно-регулируемого электропривода для насосов откачки пульпы	412130,83	50,63	78716988,5
Замена дуговых ртутных люминофорных ламп на светодиодные лампы	1316388,8	161,7	251430261
Организация параллельной работы группы трансформаторов (ГТ), питающихся от одной секции установленных на одной ТП	16640,8	2,04	3178392,8
ИТОГО	3149111,512	386,88	601480298,8

ния его характеристики. Возможно, пользователь пожелает использовать круговую диаграмму, диаграмму Санки или другое визуальное графическое средство для представления ЗЭП.

Анализируются данные энергосчетчиков, включая счета за энергию. Включается каждый источник энергии: электричество, газ, нефтепродукты, вода и т.д.

Учитывается общий месячный расход и стоимость каждого источника энергии.

Возможные тренды, связанные с потреблением электроэнергии, рассчитываются, и могут быть изменены существующие тренды по электричеству и добавлены новые для электроэнергии, а также для других источников энергии.

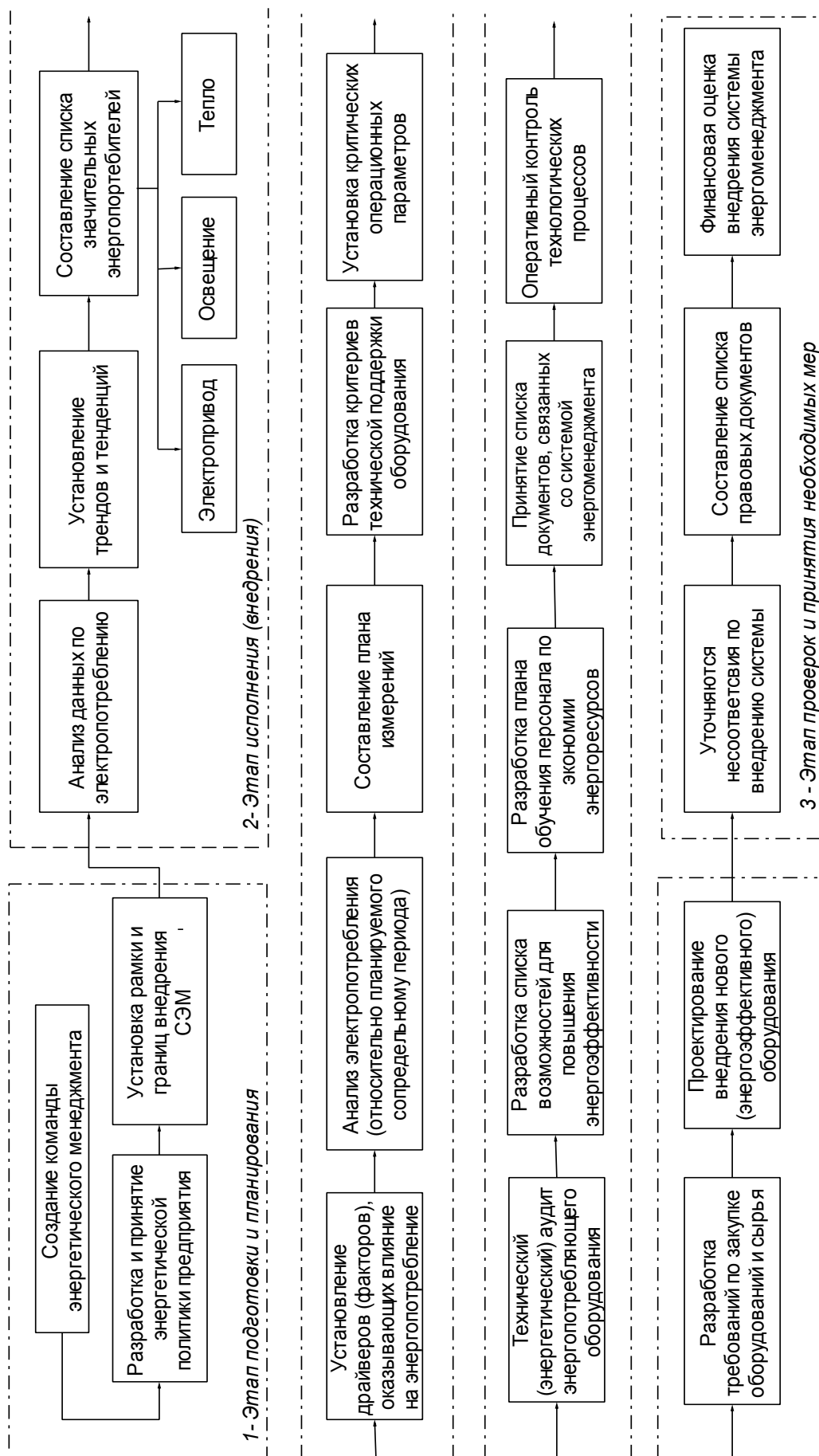
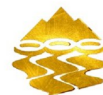


Рис. 1. Структура системы энергетического менеджмента



Необходимо учитывать любой пункт, который предлагает существенную возможность уменьшения энергопотребления или улучшения его характеристики.

Необходимо количественно оценить влияние драйверов. Эти данные могут быть о производстве, погоде или других изменяющихся факторах, которые могут воздействовать на изменение энергопотребления.

Составляется полный список критических операционных параметров для некоторых типичных значимых энергопотребителей, эти приведенные величины являются типичными, но могут или будут меняться в

зависимости от завода пользователя, оборудования и т.д.

По каждому техническому (энергетическому) аудиту составляется отчет и рекомендации для улучшения системы.

По разработанному плану обучения проводятся учебные и семинары по внедрению СЭМ.

По результатам внедрения СЭМ проектируется новое оборудование и ведется работа по их внедрению.

Финансовая оценка выполняется согласно существующей методике, с учетом коэффициента дисконтирования.

УДК 622:621.311

© Муратов Х.М., Каршибаев А.И. 2018 г.

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ КАРЬЕРА «МУРУНТАУ»



Муратов Х.М.,
директор НТЦ АО
«Узбекэнерго»,
д.т.н.



Каршибаев А.И.
доцент кафедры
«Электроэнергетика»
Навонийского горного
института,
к.т.н.

Maqolada "Muruntau" kar'eridagi mashinalar va mexanizmlarning ishlash tartibi o'rganilib, asosiy texnologik asbob-uskunalarining (ekskovatorlar) elektr energiya iste'mollari hisoblandi. Mashinalar va mexanizmlarning ishlash tartibi bo'yicha vaqt diagrammalari qurildi va ekskavatorlar uchun aniq me'yorlar belgilandi. Olingan bog'liqlar "G'arbiy" bo'limning quvvat sarfini ishonchli tarzda tasvirlaydi va energiya sarflash tartibini bashoratlashda xizmat qiladi.

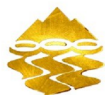
Tayanch iboralar: iste'mol, elektrenergiya mexanizmlar, kar'yer, ish printsiplari, asosiy texnologiyasi va jihozlari, elektrenergiya, ekskavator, quvvat, energiya iste'moli.

The operation modes of the machines and mechanisms of "Muruntau" mine were investigated. Electric power consumption of the main technological equipment (excavators) was calculated and time diagrams of the operating mode of machines and mechanisms were constructed, and specific norms for electric power consumption were determined. Obtained dependencies describe the power consumption of the Zapadny'mountain area reliably and can serve as predictors in predicting power consumption regimes.

Key words: "Muruntau" mine, power consumption, excavators, Zapadny'mountain area.

Особенностью эксплуатации машин и механизмов на горных предприятиях является большое разнообразие режимов работы, определяемых производствен-

ными (горно-геологическими, технологическими, электроэнергетическими, организационными) и климато-метеорологическими факторами.



Выделение и учет влияния этих факторов представляет собой первоочередную задачу исследования и анализа электропотребления. Учесть влияние всех факторов затруднительно и не вполне возможно, поэтому на основе предварительного анализа необходимо выделить наиболее значимых факторов.

Процесс электропотребления на горных предприятиях можно представить как случайный процесс, описание которого необходимо искать в рамках теории случайных процессов на разных временных уровнях. Во временном масштабе процесс электропотребления является единой системой следующих основных уровней - сменного, месячного и годового электропотребления [1-4].

Карьер «Мурунтау» по ведению горных работ, а также расположению электрического оборудования разделен на горный участок «Восточный», горный участок «Западный», буровой, горно-транспортный участок, буровой участок, карьер «Ташкура», ГЦ «Д и ПНМ», ГЦ ЦПТ КЛ-2 и ГЦ ЦПТ КНК-270.

Технологическое оборудование горного участка «Западный» запитано от Подстанции №102 (ячейки 23, 9, 2, 10 и 20). Основным эксплуатируемым оборудованием участка являются экскаваторы.

В табл. 1 приведен перечень эксплуатируемого оборудования, количество и их установленная мощность по горному участку «Западный».

Как видно из таблицы, эксплуатируемым оборудованием горного участка «Западный» являются одноковшовые экскаваторы различной модификации.

С целью определения эффективности работы экскаваторов, а также удельного расхода электроэнергии, по горному участку «Западный» были проведены инструментальные замеры электропотребления ос-

Таблица 1

Перечень эксплуатируемого оборудования

Наименование оборудования	Бортовой номер	Установленная мощность, кВт
ЭКГ-8ус	56	790
ЭКГ-10	59	790
ЭКГ-15	58	1500
ЭКГ-15М	60	1500
ЭКГ-15М	66	1500
ЭКГ-15М	69	1500
ЭКГ-15М	72	1500
ЭКГ-20К	74	1500

Таблица 2

Номинальная мощность и мощность при холостом ходе экскаваторов

Паспортные данные экскаваторов

P_n (кВт)	Q_n (кВт)	S_n (кВт)	$\cos\varphi_n$	P_{xx} (кВт)	Q_{xx} (кВт)	S_{xx} (кВт)	$\cos\varphi_{xx}$
ЭКГ- 20							
2750	1742,3	3255,5	0,9	107,2	52	119,1	0,9
ЭКГ- 15							
2580	1248	2566	0,9	256,4	442	511	0,47
ЭКГ- 10							
1294	680,44	1462	0,9	125,1	247,64	277,5	0,45

Фактические данные режима работы экскаваторов

P_n (кВт)	Q_n (кВт)	S_n (кВт)	$\cos\varphi_n$	P_{xx} (кВт)	Q_{xx} (кВт)	S_{xx} (кВт)	$\cos\varphi_{xx}$
ЭКГ- 20							
1606,5	778	1785	0,9	589,14	285,33	654,6	0,6
ЭКГ- 15							
1700	1181,7	2070	0,82	811,82	1021,3	1304	0,57
ЭКГ- 10							
794,36	595,77	993	0,8	327,35	436,46	545,58	0,6

новного оборудования и производительности на период замеров.

В табл. 2 приведены номинальная мощность и мощность при холостом ходе экскаваторов ЭКГ-20, ЭКГ - 15, ЭКГ - 10.

Анализ инструментальных замеров показывает, что загрузка экскаваторов ЭКГ- 20, ЭКГ- 15 и ЭКГ - 10 в режиме эксплуатации составляет 0,58; 0,65 и 0,61 соответственно.

В табл. 3 приведены результаты инструментальных замеров по потреблению электрической энергии и производительности экскаваторов ЭКГ-10 № 59, ЭКГ - 15М № 69 и ЭКГ- 20К № 74.

На рис. 1 приведены временные диаграммы режима работы горного участка «Западный» в соответствие с используемым электрооборудованием (экскаваторами ЭКГ - 10 № 59, ЭКГ - 15М № 69 и ЭКГ - 20К № 74).

Анализ полученных результатов показывает, что удельная норма расхода электрической энер-

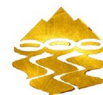


Таблица 3

Потребления электрической энергии
и производительности экскаваторов

Объем, м ³	Расход эл.энергии, kW·h	Уд. расход эл. энергии kW·h/
ЭКГ 10 № 59		
10300	6798	0,66
10600	7197,4	0,68
10400	6845	0,66
10500	6995	0,67
10450	6845	0,66
10300	6801	0,66
10350	6825	0,66
10500	7050	0,67
ЭКГ 15М № 69		
7700	7007	0,91
1500	1380	0,92
7200	6472,8	0,90
7500	6680	0,89
7400	6495	0,88
7250	6445	0,89
7400	6701	0,91
7900	7125	0,90
7600	6950	0,91
ЭКГ 20К № 74		
14000	5320	0,38
1800	684	0,38
11200	4256	0,38
14100	5520	0,39
13300	5205	0,39
12450	4690	0,38
14250	5360	0,38
13800	5230	0,38
13700	5660	0,41
ЭКГ 15М № 72		
4300	4085	0,95
2900	2871	0,99
4700	4324	0,92
4800	4250	0,89
4600	4250	0,92
4500	4320	0,96
4800	4550	0,95
4500	4350	0,97
3800	3720	0,98

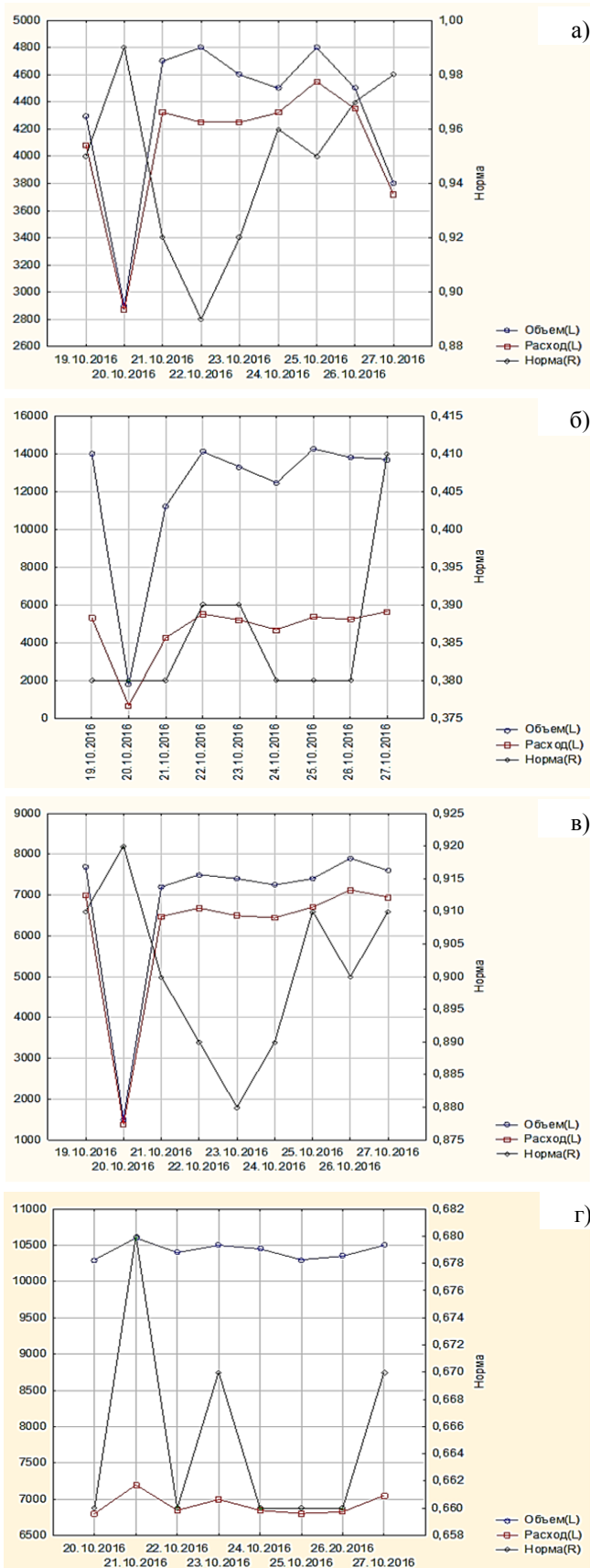
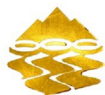


Рис. 4. Временная диаграмма режима работы экскаватора:
а) ЭКГ-15М №72 б) ЭКГ-20К №74 в) ЭКГ-15М №69 г) ЭКГ-10 №59



гии по горному участку «Западный» составляет $0,65 \text{ kW} \cdot \text{h/m}^3$.

Полученные зависимости достаточно надежно описывают режим электропотребления горного

участка «Западный» и могут служить в качестве предикторов при прогнозировании режимов расхода электроэнергии.

Библиографический список:

1. Ляхомский А.В., Каршибаев А.И. Анализ электропотребления электроприёмников на открытых горных работах Узбекистана// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).-2010.-№ 12.-с. 81-83.
2. Олейников В.К., Никифоров Г.В. Анализ и управление электропотреблением на металлургических предприятиях// Учеб. Пособие.-Магнитогорск: 1999.-с. 6-26.
3. Никифоров Г.В., Заславец Б.И. Энергосбережение на металлургических предприятиях. Магнитогорск: МГТУ, 2000.-с. 190-205.



УДК 624.365.31

© Salimov K.V., Idieva A.A., Nazarova F.S. 2018 г.

DETERMINATION OF SPECIFIC NORMS



Salimov K.V.
Navoi State Mining
Institute



Idieva A.A.
Navoi State Mining
Institute



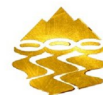
Nazarova F.S.
Navoi State Mining
Institute

Eng kam kuch yo'qotish ta'minlash va voltages va oqimlari talab intervallarni bilan complying esa tarmoq reconfiguring tomonidan elektr taqsimlash tarmog'ini bo'yicha yo'qotishlarni hisoblash muhim muammosi tekshirladi.

Tayanch iboralar: issiqlik, yorug'lik, elektr, energiya samaradorligini oshirish.

Исследуется важная проблема расчета потерь распределительной электрической сети путем реконфигурации сети при обеспечении минимума потерь мощности и соблюдении требуемых границ изменения напряжений и токов.

Ключевые слова: нагревание, освещение, электрическая мощность, энергетический коэффициент полезного действия.



As is known, the government of the Republic of Uzbekistan adopted a program for saving material and technical and energy resources in all sectors of the national economy, including the mining and metallurgical sector. The importance of the problem is determined, on the one hand, by the growing deficit and a sharp increase in energy costs, and on the other hand by significant volumes of consumption and large reserves of fuel and energy saving.

The study of the power consumption regimes of the main aggregates, individual workshops and the plant as a whole, as well as a quantitative assessment of the most significant factors, made it possible to identify the following reserves of energy consumption reduction.

The tasks of determining the long-term demand for electricity and rational use of it require a scientifically grounded search for indicators characterizing power consumption. The method of specific norms definition of the charge of the electric power and electric capacity of production for factories of mining and metallurgical branches with wide nomenclature of manufacture is offered and recommendations on their application are given in the article.

For multinomenclature production, the tasks of rating and determining the demand for electricity are of particular complexity in connection with the wide variety of products. For calculation of specific norms of electric power consumption, a branched electricity metering system is required. In addition, it is necessary to take into account electricity consumption for auxiliary production, production of compressed air, heating, ventilation, lighting, etc. [1].

In this regard, for multinomenclature production, which is the mining and metallurgical industries, general production norms are used:

$$P_3 = \frac{\mathcal{E}_u + \mathcal{E}_{всп} + \mathcal{E}_{общ} + \Delta\mathcal{E}_{nc}}{V_3} \quad (1)$$

where: $\mathcal{E}_u$ - electric power consumption in the main shops;

$\mathcal{E}_{общ}$ - is the general production consumption of electricity for heating, ventilation, lighting, hot water supply;

$\mathcal{E}_{всп}$ - electricity consumption of auxiliary shops;

$\Delta\mathcal{E}_{nc}$ - is the output of the plant.

To reduce the number of products, they should be divided into several groups for electricity consumption and technical characteristics. Along with the specific norms of electricity consumption, we will also consider the concept of the electrical capacity of products, which also characterizes the consumption of electricity per unit of output. The electrical capacity is calculated separately for each selected group of products according to the formula:

$$C_i = \frac{\mathcal{E}_{год}}{V_i} = \frac{\mathcal{E}_u + \mathcal{E}_{всп} + \mathcal{E}_{общ} + \Delta\mathcal{E}_{nc}}{V_i} \quad (2)$$



where: C_i - electric capacity for the i-th group of products;

$\mathcal{E}_{год}$ - annual electricity consumption by the plant;

V_i - the volume of output of the group.

Thus, the electric capacity of the main group is represented as the sum of the specific consumption of electricity per unit of primary production and unit costs for other types of products taken with nesting factors. Electric capacity is a generalized indicator that characterizes the power consumption, depending on the structure of the products. This indicator is easily calculated when there is information on the volumes of output of the main products and is used to predict the power consumption of the enterprise. Such calculations are also used to control the efficiency of energy use.

The power characteristics of the aggregates, representing the dependences of the consumed power or the specific consumption of electric power on the output or hourly output, play an important role in choosing the most energy-efficient modes of operation, equipment (providing a minimum of energy costs), and electricity regulation, can be used to identify energy-saving reserves. This is especially important in connection with the current insufficient number of enterprises.

The enterprises of the mining and metallurgical industry operate substations and distribution cabinets that do not allow ensuring the correct accounting of electricity consumption by workshops and individual production facilities [2]. Reconstruction of power supply systems and their rational operation, the correct placement of compensating devices, increasing the utilization rate of equipment, etc. significantly increases the overall efficiency of the enterprise and helps reduce power losses.

References:

1. Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б. *Экономия энергии в промышленности*.
2. Нижний Новгород: НГТУ, НИЦЭ, 2001 – 296 с
3. Жернаков А.П., Акимов В.Д., Алексеев В.В. *Экономия топливно-энергетических ресурсов при геологоразведочных работах*. М.: ЗАО Геоинформмак. 2000 – 317 с
4. Никифоров Г.В., Засловец Б.И. *Энергосбережение в металлургических предприятиях*. Магнитогорск: НГТУ, 2000 – 283 с



**ФАРМАНОВ
АЛЕКСАНДР КАСЫМОВИЧ**

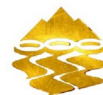
Почти сорок лет Вашей трудовой деятельности после окончания Джамбульского гидромелиоративно-строительного института посвящены развитию промышленности Узбекистана. За эти годы Вы проявили себя высококлассным многогранным специалистом, умелым организатором, деятельным руководителем, человеком, умеющим видеть перспективы и добиваться их воплощения.

Каждый этап Вашей деятельности – будь то работа старшим инженером производственного отдела управления капитального строительства Узбекского металлургического завода г. Бекабад, начальником ремонтно-строительного и трубошиферного цехов Бекабадского цементного за-

вода, его директором – становился отличной школой и закладывал основы знаний, которые стали залогом плодотворной работы при дальнейших назначениях. Ваши производственные навыки, накопленные знания и опыт, организаторский талант особенно проявились в Вашей работе заместителем председателя государственного концерна «Узстройматериалы», при руководстве акционерным обществом «Бекабадцемент» и акционерным производственным объединением «Узбекский металлургический комбинат».

Десять лет назад Вы возглавили одно из ведущих предприятий цветной металлургии Узбекистана – Алмалыкский горно-металлургический





комбинат в один из самых сложных моментов его деятельности. В должности руководителя Вы организовали работу и полноценное взаимодействие структурных подразделений комбината, сумели сплотить коллектив, заставив поверить его в свои силы, направили его усилия на достижение высоких темпов развития, совершенствование производства с учетом социальных и рыночных приоритетов.

Под Вашим руководством многонациональный и многотысячный коллектив, планомерно решая вопросы повышения эффективности производства, обеспечил высокую конкурентоспособность производимой продукции и ее соответствие мировым стандартам. За короткий срок Алмалыкский горно-металлургический комбинат вышел из кризиса, стал прибыльным, стабильно работающим предприятием, которому по плечу решение самых сложных задач.

Это и широкомасштабное выполнение Программы локализации и импортозамещения, реализация значимых для Республики инвестиционных программ по модернизации, увеличению производственных мощностей, и строительство новых предприятий и заводов, которые сегодня успешно выпускают продукцию, пользующуюся большим спросом в стране и за рубежом.

Занимаясь повседневными делами производства, Вы всегда уделяете большое внимание благоустройству и развитию социальной инфраструктуры города Алмалык, решению социальных вопросов, связанных со строительством, реконструкцией и ремонтом жилья, объектов здравоохранения, народного образования, культуры и спорта, созданию условий для достойной жизни не только тружеников и ветеранов АГМК, но и для населения тех регионов, где расположены подразделения комбината.

Сегодня, когда благодаря инициативам и прямой поддержке Президента Республики Узбекистан Мирзиёева Шавката Миромоновича, комбинат обретает второе рождение, идет масштабное развитие и расширение производственных мощностей АО «Алмалыкский ГМК» за счет освоения месторождений «Ёшлик I» и «Ёшлик II», завершается строительство еще одного цементного завода в Шерабадском районе Сурхандарьинской области, начата работа по освоению месторождения Уч-Кулач и реализуются другие инвестиционные программы - Ваш колоссальный жизненный и трудовой опыт, доскональное знание технологических процессов, Ваше уме-

ние решать самые разноплановые задачи – востребованы как никогда.

Ваши качества способствуют активной работе в Сенате Олий Мажлиса Республики Узбекистан, сенатором которого Вы являетесь со дня его образования в 2004 году; в деятельности народного избранника – депутата Кенгаша народных депутатов Ташкентской области.

Вы стали достойным продолжателем замечательных семейных традиций, основа которых – добросовестный и самоотверженный труд, честное отношение к делу и людям, также беззаветно, как и Ваш отец, прилагая все знания, опыт, силы служите народу и Отчизне.

Высокой оценкой Вашего труда стали Почетное звание «Заслуженный работник промышленности Республики Узбекистан» (1977 г.), орден «Фидокорона хизматлари учун» (2004 г.), присвоение звания «Узбекистон Кахрамони» (2011 г.).

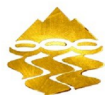
Но еще одной значимой наградой стала любовь и признание алмалыкчан и жителей всех городов и районов, где расположены наши предприятия.

Уважаемый Александр Касымович!

От всей души поздравляя Вас с юбилеем, желаем Вам крепкого здоровья и долголетия, неиссякаемой энергии, дальнейших успехов во всех начинаниях и выражаем уверенность, что Вы еще долгие годы будет работать на благо нашего комбината и на благо прогресса и процветания нашей Родины!

Счастья, добра и благополучия Вам, Вашей семье и близким!

ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат», АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова, Навоийский государственный горный институт, редакционный Совет научно-технического и производственного журнала «O'zbekiston konchilik xabarnomasi», а также научно-техническая общественность горно-металлургической промышленности, друзья и коллеги сердечно поздравляют А.К. Фарманова с 60-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, личного счастья и новых творческих успехов на благо прогресса и процветания Республики Узбекистан.



**БОЛИЕВ
НУРИДДИН ИГАМБЕРДИЕВИЧ**

Болиев Нуриддин Игамбердиевич - заместитель начальника отраслевой инспекции по надзору в угольной, горнорудной и нерудной промышленности и геолого-маркшейдерскому контролю Государственной инспекции «Саноатгеоконтехназорат».

Нуриддин Игамбердиевич родился 8 июня 1958 г. в селе Нагорное Каттакурганского района Самаркандской области.

В 1965-1975 гг. получил базовое среднее образование в школе № 38 села Нагорное Каттакурганского района Самаркандской области.

В 1975-1976 гг. работал делопроизводителем в школе № 38 села Нагорное Каттакурганского района Самаркандской области.

В 1977 г. поступил в Ташкентский политех-

нический институт им. А.Р. Беруний (ныне ТашГТУ И. Каримова) на горно-металлургический факультет им. проф. М.М. Протоdjяконова.

В 1982 г. успешно окончив данный институт и получив квалификацию горного инженера по специальности 0205 - «Маркшейдерское дело», был направлен на работу в качестве горного инженера-маркшейдера с подземными условиями труда в Джизакскую геологоразведочную экспедицию ПО «Самаркандгеология».

С 1983 по 1985 гг. он работал инженером-маркшейдером, старшим техник геологом Зарафшанской геологоразведочной экспедиции ПО «Самаркандгеология».

С 1985 по 1987 гг. Н.И. Болиев работал участковым маркшейдером с подземными условиями труда Зармитанского золотодобывающего рудника Производственное объединение «Узбекзолото».

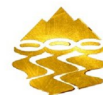
С 1987 по 1990 гг. работал главным маркшейдером Зармитанского золотодобывающего рудника Производственного объединения «Узбекзолото».

С 1990 г. Нуриддин Игамбердиевич Болиев перешел работать в надзорный орган Комитета Госгортехнадзор, где до 2000 г. работал горнотехническим инспектором Западно-Узбекистанской региональной горнотехнической инспекции.

С 2000 по 2004 гг. он работал главным специалистом Самаркандской горнотехнической инспекции.

С 2004 по 2007 гг. трудился главным специалистом Самаркандской региональной горнотехнической инспекции Государственной инспек-





ции «Саноатконтехназорат».

С 2007 г. был назначен начальником инспекции по надзору за охраной недр, безопасной переработкой минерального сырья и геолого-маркшейдерскому контролю Государственной инспекции «Саноатконтехназорат».

С 2011 г. по настоящее время работает заместителем начальника инспекции по надзору в угольной, горнорудной и нерудной промышленности и геолого-маркшейдерскому контролю Государственной инспекции «Саноатгеоконтехназорат».

Высокая трудоспособность и любовь к своему делу, энтузиазм, исключительная доброжелательность к людям и человечность снискали Н.И. Болиеву уважение среди коллег.

За добросовестный и многолетний труд Нуриддин Игамбердиевич Болиев неоднократно награжден почетными грамотами Государственной инспекции «Саноатгеоконтехназорат» и является полным кавалером отраслевого

нагрудного знака «Горняцкая слава».

Сердечно поздравляем юбиляра, желаем доброго здоровья и дальнейших больших успехов в общественной деятельности на благо Республики Узбекистан.

ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат», Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова, Навоийский государственный горный институт, редакционный Совет научно-технического и производственного журнала «O'zbekiston konchilik xabarnomasi», а также научно-техническая общественность горно-металлургической промышленности, друзья и коллеги сердечно поздравляют Н.И. Болиева с 60-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, личного счастья и новых творческих успехов на благо прогресса и процвета-



YANGI KITOBLAR / КНИЖНЫЕ НОВИНКИ



В Издательстве «Фан» Академии наук Республики Узбекистан в г.Ташкент вышла монография «Начало промышленного применения нанотехнологий в недропользовании» авторов: доктора технических наук, профессора К.С.Санакулова, доктора технических наук, профессора А.Е.Воробьева, доктора технических наук, профессора Ю.Д.Норова, под общей редакцией Заслуженного работника промышленности Республики Узбекистан, профессора К.С.Санакулова.

В монографии рассмотрена история развития нанотехнологий. В частности, освещено развитие нанотехнологий в Древнем Египте, Риме, Китае, Средневековой Европе, которые являлись очагами человеческой цивилизации. В книге также особо подчеркнута роль Средней Азии в развитии нанотехнологий. Особое освещение в работе получил технологический процесс производства самаркандской бумаги – одного из самых качественных продуктов своего времени в мире. Также в монографии рассмотрены горно-технологические факторы эффективности производства на предприятиях ТЭК, обеспечивающие возможность существенного снижения издержек на основе применения таких наукоемких и перспективных технических решений, как различные нанотехнологии.

Монография будет полезна широкому кругу специалистов, занимающихся разработкой нанотехнологий, научным, инженерно-техническим работникам, магистрантам, аспирантам, докторам, специализирующимся в вопросах нанотехнологий.

*Редакционный Совет научно-технического и производственного журнала
«Горный вестник Узбекистана».*