



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

Ta'isichilar:

"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:

Sharafutdinov U.Z.

Texnik va badiiy muharrir:

Sodikov I.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., Rakishiev B.R. (Kozogiston), Sayyidkosimov S.S., Sagdieva M.G., Sanaqulov Q.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:

Sodikov I.Yu., Umarov I.A.

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

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

Sharafutdinov U.Z.

Chop qilindi:

NKMK bosmaxonasida

210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi, 25

Tel. 8 (436) 227-75-56, 8 (436) 227-80-19

Nashr etishga 23.11.2018 y. imzolandi

A3 formatda. Adadi 150 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:

Шарафутдинов У.З.

Технический и художественный редактор:

Содиқов И.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. (Казахстан), 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. Навои, ул. Навои 27,
НГМК

Tel. 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:

Содиқов И.Ю., Умаров И.А.

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

Ответственный за публикацию и обновление электронной формы журнала:

Шарафутдинов У.З.

Отпечатано:

в типографии НГМК

210100, г. Навои, ул. Южная, 25

Tel. 8 (436) 227-75-56, 8 (436) 227-80-19

Подписано в печать 23.11.2018 г.

Формат А3. Тираж 150 экз.

© Горный вестник Узбекистана 2018

**“Навоий кон-металлургия комбинати” давлат корхонаси жамоаси
ва Навоий шаҳри аҳлига**

Азиз дўстлар!

Сизларни Навоий кон-металлургия комбинати ва Навоий шаҳри ташкил этилганининг 60 йиллиги билан чин қалбимдан муборакбод этаман.

Ўтган тарихан қисқа даврда минг-минглаб ишчи ва мутахассисларнинг фидокорона меҳнати туфайли Қизилкум саҳросида ривожланган ишлаб чиқариш, транспорт ва ижтимоий инфратузилмасини ўзида мужассам этган, нафақат юртимиз, балки чет элларда ҳам машҳур бўлган замонавий ишлаб чиқариш мажмуаси қад ростлади.

Комбинатнинг қурилиши ҳудуддаги мамлакатимиз иқтисодиёти учун стратегик аҳамиятга эга улкан минерал бойликларнинг кенг миқёсда ўзлаштирилишини бошлаб берди.

Таъкидлаш жоизки, 60 йил муқаддам бу заминда мазкур саноат мажмуаси негизида бунёд этилган, буюк шоир ва мутафаккир бобомиз Алишер Навоий номи билан аталган мамлакатимизнинг энг кўркем ва замонавий шаҳарларидан бири – Навоий шаҳри ҳам бугун ўз юбилейини нишонламоқда.

Кон бошқармалари ва йирик саноат объектлари негизида Учкудуқ, Зарафшон, Нуробод, Заркент ва Маржонбулоқ шаҳарлари барпо этилди.

Замонавий шаҳарсозликнинг ёрқин намуналари бўлган ушбу масканлар йил сайин обод бўлиб, ҳар томонлама раванқ топмоқда.

Ҳудудда янги корхоналар қурилмоқда, жаҳон андозалари даражасидаги технологияларга асосланган ишлаб чиқариш қувватлари кенгаймоқда.

Етакчи хорижий компаниялар билан ҳамкорлик алоқалари мустаҳкамланаётгани харидоргир маҳсулотлар ишлаб чиқариш имконини бериб, бутун тармоқнинг барқарор фаолиятини таъминламоқда.

Бугунги кунда ўзбек олтинининг юқори сифати бутун дунёда эътироф этилгани, мамлакатимиз олтин-валюта захиралари ортиб, иқтисодий салоҳияти юксалиб бораётганида ҳам иқтисодиётимиз локомотиви бўлмиш Навоий тоғ-кон металлургия комбинатининг кўп миллатли меҳнат жамоасининг хизматлари беқиёс.

Олтин, уран, нодир металллар, фосфорит хомашёси конларини ўзлаштириш билан бирга комбинат қурилиш ва дастгоҳсозлик саноати учун кенг турдаги маҳсулотлар, шунингдек, халқ истеъмоли товарларини ишлаб чиқараётгани қувонарлидир.

Гигант корхонанинг кўпминг кишилиқ жамоаси кейинги йилларда юртимизда амалга оширилаётган кенг кўламли янгиланишлар, иқтисодиёт тармоқлари ва бутун мамлакатимизни тубдан ислоҳ этиш ва модернизация қилишда фаол иштирок этаётгани таҳсинга сазовор.

Давлатимиз томонидан Навоий кон-металлургия комбинатини ҳар томонлама ривожлантиришга биринчи даражали вазифа сифатида эътибор қаратилмоқда. Хусусан, НКМКни 2026 йилгача ривожлантириш дастури доирасида умумий қиймати 3 миллиард доллардан зиёд қарийб 30 га яқин йирик инвестиция лойиҳаси босқичма-босқич амалга оширилиб, 30 мингдан ортиқ иш ўринлари яратилади.

Бу йўналишда ҳозирнинг ўзида кўп ишлар қилинмоқда. Жумладан, “Ауминзо-Амантой” олтин руда конини ўзлаштириш ва унинг асосида гидрометаллургия заводини барпо этиш, техноген чиқиндиларни қайта ишлаш мажмуасини қуриш, “Мурунгов” карьерини ўзлаштириш ишлари жадал суръат билан давом эттирилмоқда.

Комбинат негизида ташкил этилган Ўзбекистон Фанлар академиясининг Навоий филиали ҳудуднинг инновацион ва технологик тараққиётига салмоқли ҳисса қўшмоқда.

Ҳурматли дўстлар!

Мамлакатимизда стратегик ислохотларнинг янги босқичи бошланган бугунги кунда бутун халқимиз, жумладан, комбинат жамоаси ва Навоий шаҳри аҳолиси олдида ғоят муҳим вазифалар турибди.

Хусусан, бу ерда қатор янги юқори технологик ишлаб чиқаришларни яратишимиз, рақобатбардош саноат маҳсулотлари ишлаб чиқаришни кенгайтиришимиз, ҳудуднинг улкан табиий, ишлаб чиқариш, меҳнат ва интеллектуал салоҳиятини янада тўлиқ рўёбга чиқаришимиз лозим.

Навоий кон-металлургия комбинатининг юксак профессионал малакали аҳил ва истеъдодли жамоаси ҳамда бой тажриба ва маҳоратга эга, юртимиз ва халқимизга содиқ Навоий шаҳри аҳли ана шундай кенг миқёсли вазифаларни муваффақиятли адо этишига ишонаман.

Сиз, азизларга, мустаҳкам соғлиқ, бахт-саодат, Ватанимиз фаровонлиги йўлидаги бунёдкорона меҳнатингизда янги зафарлар тилайман.

Шавкат Мирзиёев,

Ўзбекистон Республикаси Президенти

**Коллективу государственного предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат»
и жителям города Навои****Дорогие друзья!**

От всей души поздравляю вас с 60-летием со дня образования Навоийского горно-металлургического комбината и города Навои.

За прошедший исторически короткий период благодаря самоотверженному труду тысяч рабочих и специалистов в пустыне Кызылкум был создан современный мощный и диверсифицированный промышленный комплекс с развитой производственной, транспортной и социальной инфраструктурой, известный сегодня далеко за пределами Узбекистана.

Строительство комбината положило начало крупномасштабному освоению огромных минеральных богатств региона, имеющих стратегическое значение для экономики страны.

Следует отметить, что этот промышленный комплекс стал основой для возведения здесь, 60 лет назад одного из красивейших современных городов страны, который был назван в честь нашего великого поэта и мыслителя Алишера Навои и сегодня тоже отмечает свой юбилей.

На базе горнорудных управлений и крупных производственных объектов также выросли Учкудук, Зарафшан, Зафарabad, Нурабад, Заркент и Марджанбулак.

Эти города и поселки, являющиеся яркими образцами современного градостроительства, продолжают развиваться и с каждым годом становятся все более благоустроенными и процветающими.

В регионе строятся новые предприятия, растут производственные мощности, основанные на технологических решениях мирового уровня.

Партнёрские связи с ведущими зарубежными компаниями позволяют наращивать объемы производства востребованной продукции, обеспечивая стабильную работу всей отрасли.

В том, что высокое качество узбекского золота сегодня признано во всем мире, увеличиваются золотовалютные резервы нашей страны и ее экономический потенциал, есть большая заслуга многонационального коллектива Навоийского горно-металлургического комбината, являющегося локомотивом нашей экономики.

Отрадно, что наряду с освоением месторождений золота, урана, редкоземельных металлов, фосфоритного сырья комбинат осуществляет выпуск продукции широкого спектра для строительной и станкостроительной индустрии, а также товаров народного потребления.

Заслуживает самой высокой оценки, что многотысячный коллектив предприятия-гиганта активно участвует в проводимых в последние годы в республике масштабных преобразованиях, кардинальном обновлении и модернизации национальной экономики и страны в целом.

Государство уделяет первостепенное внимание всестороннему развитию Навоийского горно-металлургического комбината. В частности, в рамках выполнения программы развития НГМК до 2026 года поэтапно будет реализовано около 30 крупных инвестиционных проектов общей стоимостью свыше 3 миллиардов долларов, создано более 30 тысяч рабочих мест.

В этом направлении уже сделано немало. Ускоренными темпами, в частности, осуществляются разработка золотодобывающего рудника «Ауминзо-Амантай» и возведение на его базе гидрометаллургического завода, строительство комплекса по переработке техногенных отходов, продолжается освоение карьера «Мурунтау».

Весомый вклад в инновационное и технологическое развитие региона вносит организованный на базе комбината Навоийский филиал Академии наук Узбекистана.

Уважаемые друзья!

Сегодня, когда Узбекистан вступил в новый этап стратегических реформ, как и перед всем нашим народом, перед работниками комбината и жителями города Навои стоят очень важные задачи.

Так, нам предстоит создать здесь целый ряд новых высокотехнологичных производств, расширить выпуск конкурентоспособной промышленной продукции, полнее задействовать огромные природные, производственные, трудовые и интеллектуальные ресурсы региона.

Уверен, что сплоченный, талантливый и высокопрофессиональный коллектив Навоийского горно-металлургического комбината и жители города Навои, обладающие богатым опытом и мастерством, преданные стране и народу, с честью справятся с выполнением столь масштабных задач.

Искренне желаю Вам, дорогие друзья, доброго здоровья, счастья и благополучия, новых успехов в созидательном труде на благо нашей Родины.

**Шавкат Мирзиёев,
Президент Республики Узбекистан**

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



ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ! УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ ЖУРНАЛА «ГОРНЫЙ ВЕСТНИК УЗБЕКИСТАНА»!

2018 год запомнится и впишется в историю горно-металлургической отрасли Узбекистана, как год 60-летия со дня образования Навоийского горно-металлургического комбината. Для предприятия это целая эпоха, в течение которой пройден большой и нелёгкий трудовой путь, построены уникальные производственные комплексы, внедрены новейшие технологии, возведены современные города – Учкудук, Зарафшан, Навои, Зафарабад, Нурабад, Марджанбулак, Заркент, рождены трудовые династии.

Многотысячный коллектив НГМК с большим воодушевлением и чувством глубокой благодарности воспринял поздравление нашего уважаемого президента Шавката Миромоновича Мирзиёева, адресованное трудящимся комбината. Тёплые слова этого поздравления мы расцениваем как высокую оценку труда нашего коллектива.

В памяти ещё свежи воспоминания о торжествах, которые состоялись по поводу празднования 27-летия независимости Республики Узбекистан. Со всем народом Узбекистана мы искренне радовались успехам, которых достигла республика за годы независимости во всех отраслях народного хозяйства и на международной арене.

И сегодня во всех сферах жизни нашей республики идёт стремительный процесс воплощения идей и задач, выдвинутых Президентом страны Ш.М. Мирзиёевым в Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан до 2021 года.

Достойное место в экономике нашего молодого государства занимает Навоийский горно-металлургический комбинат, который создан в 1958 году. Каждый год из 60 лет в истории НГМК отмечен трудовыми подвигами и достижениями. Мы с замиранием сердца смотрим на старые чёрно-белые фотографии первых шагов становления комбината, воодушевляемся трудом первопроходцев, руками которых в сложных климатических условиях пустыни построены уникальные заводские и производственные комплексы, железные и автомобильные дороги, водовод, современные города и много других объектов. Но и сегодня коллектив комбината славится высококвалифицированными специалистами, обладающими оригинальным инженерным мышлением, современными знаниями, полными энергии и энтузиазма. Такие объекты как ГМЗ-3 и ГМЗ-4, Кызылкумский фосфоритный комплекс, два завода эмульсионных взрывчатых веществ, уникальный крутонаклонный конвейер КНК-270 и многие другие объекты построены за годы независимости в рекордно короткие сроки благодаря самоотверженному труду всего коллектива комбината.

Сегодня Навоийский ГМК является флагманом экономики независимого Узбекистана, и представляет собой целый комплекс крупных урано- и золотодобывающих и перерабатывающих предприятий, входящих в структуру пяти рудоуправлений, расположенных в нескольких регионах страны. А также объединяет такие отрасли как химическая, строительная, машиностроение, станкостроение, сельское хозяйство. На карьерах, рудниках, заводах трудятся более 65 тысяч человек, высококлассных специалистов различных профессий.

НГМК является передовым предприятием, задающим тон всем горнодобывающим производствам Республики Узбекистан. В соответствии с постановлениями Президента Республики Узбекистан утверждена и реализуется «Программа дополнительных мер увеличения производства драгоценных металлов по НГМК на период до 2026 года». В ней предусматривается проведение геологоразведочных работ и освоение до 2027 года 32 новых перспективных месторождений, строительство двух новых гидromеталлургических заводов – ГМЗ-5 и ГМЗ-6. Строительство этих объектов позволит не только существенно нарастить объемы товарной продукции, но и создать более 30 тысяч новых рабочих мест. Таким образом, коллектив Навоийского ГМК вносит свой достойный вклад в экономическое развитие страны и улучшение благосостояния населения.

Добрые традиции, заложенные в коллективе и бережно хранимые сегодня, являются гарантом будущих трудовых побед. Это заслуга каждого работника коллектива комбината и ветеранов труда, благодаря которым у НГМК есть прошлое, настоящее и будущее.

Выражаю уверенность в том, что многотысячный коллектив Навоийского горно-металлургического комбината сделает всё от него зависящее для обеспечения благополучия народов Республики Узбекистан и оправдает высокое доверие руководства Узбекистана.

ПОЗДРАВЛЕНИЯ

УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ НАВОЙСКОГО ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!

Центральное рудоуправление, созданное в городе Зарафшан, является одним из крупных рудоуправлений Навоийского горно-металлургического комбината. Это 30 подразделений разной производственной направленности, более 18 тысяч трудящихся, которые неустанно вносят свой вклад в развитие комбината и всей республики, обеспечивая производство с законченным циклом: от эксплуатационной разведки запасов золота до получения золотых слитков 99,99 пробы, а также производство фосфоритовой продукции и взрывчатых веществ.

История создания и развития Центрального рудоуправления - это история огромного созидательного труда, в результате которого безжизненная пустыня превратилась в прекрасный зелёный оазис с современным городом и уни-

УВАЖАЕМЫЕ ТРУДЯЩИЕСЯ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!

От имени всего коллектива Северного рудоуправления и от себя лично поздравляю Вас с 60-летним юбилеем Навоийского горно-металлургического комбината.

Учкудук является колыбелью одного из крупнейшего горнодобывающего и перерабатывающего предприятия в Кызылкумах, чем гордятся жители города трёх колодцев. В конце 50-х годов здесь начиналось промышленное освоение урановых месторождений. Это стало фундаментом для создания уникального, современного предприятия. В пустыне вырос прекрасный город со всей необходимой инфраструктурой. Северное рудоуправление занимается добычей и выпуском золота, урана и серной кислоты. Коллектив рудоуправления вносит весомый вклад в развитие экономики комбината, основная задача которого – это выполнение государственного задания и повышение благосостояния нашей Республики.

Действительно, Северное рудоуправление является многонациональным коллективом, который в большинстве

кальными предприятиями. И учитывая вышеуказанные планы, мы уверены, что у Центрального рудоуправления и всего Навоийского горно-металлургического комбината большое будущее.

Дорогие друзья, уважаемые коллеги!

От коллектива Центрального рудоуправления и себя лично от всей души поздравляю Вас с 60-летним юбилеем Навоийского горно-металлургического комбината! Желаю Вам и Вашим семьям счастья, крепкого здоровья, благополучия и новых творческих свершений.

Золотарёв Ю.П.
Директор Северного
рудоуправления
Навоийского ГМК



своим состоит из молодёжи. На сегодняшний день здесь работают более 10 180 человек, около 20 национальностей. 55% коллектива состоит из молодёжи. Лишь в 2017 году на работу были приняты 334 выпускника профессиональных колледжей и 44 молодых специалиста, закончившие высшие учебные заведения, которые, перенимая опыт у старшего поколения и осваивают технологию будущего, то есть, можно с уверенностью сказать, что молодёжь является надеждой и основным звеном Сев. РУ.

Дорогие друзья! Приятно сознавать нашу общую причастность к великому делу, вносящему значительный вклад в развитие промышленности Республики Узбекистан. Нам под силу решение любых важнейших для страны задач. Огромный опыт, накопленный предыдущими поколениями горняков и металлургов, вселяет уверенность в решении существующих проблем и достижении новых вершин в нашем нелегком труде.

УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!

От имени коллектива Южного рудоуправления поздравляю Вас с прекрасным событием, 60-летием Навойского горно-металлургического комбината!

Южное рудоуправление одно из основных подразделений Навойского горно-металлургического комбината. Это многофункциональное промышленное предприятие, которое занимается добычей золота и урана. Южное рудоуправление было создано в 1964 году для освоения уранового месторождения «Сабирсай».

Развитие производственно-технического потенциала, плановое управление многопрофильным и масштабным производством немислимо без обеспечения грамотной и долгосрочной политической, экономической и социальной программы. Поэтому с производственной сферой деятельности самым тесным образом связана непроизводственная. И это, в первую очередь, обеспечение нормальных социально-бытовых условий трудящимся комбината и их семьям. Так в годы независимости в ЮРУ было построено

Шакаров Я.Ш.
Директор Южного
рудоуправления
Навойского ГМК



и сдано в эксплуатацию 22 жилых многоэтажных (2-4 эт.) домов на 428 квартир, общежитие на 50 коек, спортивные комплексы в Зармитане и Марджанбулаке, дом культуры «Кончи», аквапарк «Заркент», бальнеологический санаторий профилакторий «Нурабад», детский сад «Кузминчок» и посажено более десятка тысяч саженцев.

Все эти достижения в производстве стали возможны благодаря самоотверженному труду многонационального коллектива рудоуправления, который на 26% состоит из молодежи.

Уважаемые друзья! Сегодня с чувством душевной гордости мы разделяем с Вами эту радость – 60 летний юбилей комбината.

Желаю Вам крепкого здоровья, благополучия и процветания, уверенности в завтрашнем дне, неиссякаемого оптимизма и бодрости духа, мира, добра и голубого неба над головой!

КОЛЛЕКТИВУ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!

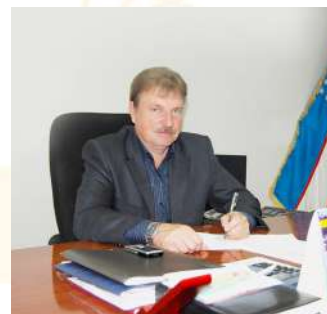
Дорогие друзья! Мне доставляет огромное удовлетворение искренне, от всей души поздравить славный коллектив Навойского горно-металлургического комбината с 60-летним юбилеем!

С чувством большой гордости коллектив Рудоуправления «ГМЗ-1» совместно со всеми подразделениями отмечает юбилей нашего комбината.

История первого гидрометаллургического завода тесно и неразрывно связана с историей НГМК, т.к. Гидрометаллургический завод № 1 - в числе первых вступил в строй промышленных объектов комбината.

Сегодня Рудоуправление «ГМЗ-1» это многопрофильное подразделение НГМК по выпуску золота в виде полуфабриката (насыщенная смола), закиси-окиси урана (U_3O_8), соли и раствора железного купороса ($FeSO_4 \times 7H_2O$), силиката натрия жидкого ($Na_2O \times nSiO_2$).

Ослоповский С.А.
директор
рудоуправления «ГМЗ-1»
Навойского ГМК



Юбилей - это встреча несколько десятилетий спустя, это прикосновение к трудному, прекрасному времени, времени, когда все начиналось, в первую очередь, праздник тех, кого выбрало время, чтобы в раскаленной пустыне Кызылкум построить уникальное предприятие Навойский горно-металлургический комбинат.

Дорогие друзья в этот торжественный день примите, искренние, идущие от сердца поздравления, по случаю 60-летнего юбилея НГМК!

От лица всех работников Рудоуправления «ГМЗ-1» поздравляю весь коллектив НГМК с юбилеем, желаем Вам чистого неба, крепкого здоровья, успехов в труде и семейного благополучия. Пусть всегда и во всем Вам сопутствует удача!

ПОЗДРАВЛЕНИЯ

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ И УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ

Назаров В.Ф.
Директор
Рудоуправления № 5
Навоийского ГМК



60-летний юбилей НГМК – это знаменательное событие не только в жизни коллектива, но и всей страны, ведь комбинат является национальной гордостью независимого Узбекистана. Труженики Рудоуправления-5 считают себя полноправными «именинниками», так как наше предприятие одно из самых крупных подразделений комбината по добыче урана, и вот уже более сорока лет вносит достойный вклад в развитие и процветание комбината.

За эти годы при поддержке руководства страны и НГМК мы смогли не только сохранить, но и преумножить потенциал наших подразделений и рудников. В них происходят структурные перемены, модернизация оборудования, внедряются передовые инновационные и информационные

технологии, что вселяет уверенность в стабильное и эффективное развитие рудоуправления. Впереди нас ждут новые горизонты. Есть уверенность, что ещё долгие годы мы будем претворять в жизнь новые проекты, реализовывать задуманные идеи, добиваться больших успехов и вносить достойный вклад в укрепление независимости Узбекистана.

Желаю всем труженикам Навоийского горно-металлургического комбината крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, силы духа. Пусть процветает горный комбинат ещё долгие годы во благо нашей Родины.

УВАЖАЕМЫЕ ТРУДЯЩИЕСЯ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!

Лаккай Н.Э.
Директор
Навоийского машино-
строительного завода
Навоийского ГМК



От имени трудового коллектива ПО «НМЗ» поздравляю Вас со знаменательной датой – 60-летием Навоийского горно-металлургического комбината!

Производственное объединение «Навоийский машиностроительный завод» является структурным подразделением комбината. Машиностроители гордятся тем, что на всех этапах становления подразделений комбината, строительства на просторах Кызылкумов современных городов Навои, Зарафшан, Учкудук, Нурабад, Зафарабад выполняли важные и сложные задачи, становились участниками грандиозного проекта развития флагамена индустрии нашей страны – Навоийского горно-металлургического комбината.

Высокий профессионализм и ответственность за порученное дело стали визитной карточкой производственного объединения «НМЗ». Самоотверженный труд коллектива машиностроителей высоко оценен руководством страны. За годы независимости 8 работников производственного объединения были удостоены высоких государственных наград и почетных званий за доблестный труд и большой вклад в развитие горнодобывающей отрасли Узбекистана.

Их труд, вклад в общее дело, является отличным примером для молодого поколения заводчан.

Как и прежде, успехи и достижения НГМК напрямую зависят от слаженной и стабильной работы всех подразделений комбината, от понимания представителей всех профессий важности и сопричастности к общему делу. Начиная с 2018 года ПО «НМЗ» активно участвует в инновационных проектах в рамках реализации программы увеличения производства драгоценных металлов до 2026 года. А это не просто вклад в развитие отрасли. Увеличение потенциала НГМК - это вклад в развитие региона, создание новых рабочих мест, укрепление мощи нашего государства!

Дорогие друзья! В канун славного трудового юбилея хочу от всей души пожелать всем крепкого здоровья, роста благосостояния, и дальше не уставать в созидательном труде для процветания Навоийского горно-металлургического комбината, на благо нашего родного Узбекистана!



НГМК – ЛИДЕР ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ УЗБЕКИСТАНА

Ўзбекистон Республикаси йирик кончилик корхоналаридан бири – Навоий кон-металлургия комбинатининг ишлаб чиқариш фаолияти баён қилинган. Таркибда олтин ва уран бўлган рудаларни қазиб олиш ва қайта ишлаш технологияси ҳақида, ишлаб чиқаришни модернизация қилиш ва техник қайта жиҳозлаш соҳасининг ютуқлари ҳамда ривожлантириш истиқболлари ҳақида маълумотлар келтирилган. Янги конларни ишлаб чиқиш, янги кон-руда комплексларининг қурилиши ва технологик жараёнларни такомиллаштиришнинг амалга оширилган лойиҳалари ифодаланган.

Таянч иборалар: Ўзбекистон Республикаси, Навоий кон-металлургия комбинати, ишлаб чиқариш кўрсаткичлари, инновация фаолияти, модернизация, техник қайта жиҳозлаш, ривожлантириш концепцияси ва стратегияси, ишлаб чиқаришни диверсификациялаш.

A description of the production activities of Navoi MMC, one of the largest mining enterprises of the Republic of Uzbekistan, is given. The information on the technology of mining and processing of gold - and uranium-containing ores, on the achievements in the field of modernization and technical re-equipment of production and development prospects is provided. The implemented projects for the development of new deposits, the construction of new mining complexes and the improvement of technological processes are presented.

Key words: Republic of Uzbekistan, Navoi MMC, production indicators, innovative activities, modernization, technical re-equipment, development concept and strategy, production diversification.

Навоийский горно-металлургический комбинат (НГМК) является одним из крупнейших в мире производителей золота, серебра, урана и других драгоценных и редкоземельных металлов, осуществляющий завершённый цикл производства от поисково-разведочных работ до получения готовой продукции. Кроме того, комбинатом разрабатываются месторождения фосфоритов, облицовочного камня (габбро, гранит, мрамор), песок для строительства и литейного производства, известняк. НГМК также выпускает различные станки, горношахтное и обогащательное оборудование, запасные части, электроды, резинотехнические изделия, товары для фермерских хозяйств и малого бизнеса, поливинилхлоридную и полиэтиленовую продукцию.

Сегодня Навоийский ГМК – флагман экономики независимой Республики Узбекистан, представляющий собой целый комплекс крупных добывающих и перерабатывающих предприятий, расположенных в нескольких регионах страны – Навоийской, Самаркандской, Бухарской, Джизакской, Хорезмской областях.

В структуру НГМК входят пять основных градообразующих горно-металлургических предприятий (рудоуправлений), на их базе построены города Навои, Учкудук, Зарафшан, Нурабад, Зафарбад, Заркент. Все перечисленные города находятся на балансе комбината и связаны между собой железными и автомобильными дорогами, линиями электропередач, включёнными в единую энергосистему республики, и имеют автономные системы



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

жизнеобеспечения, включая централизованное тепло- и водоснабжение, современный жилищный фонд, объекты социальной сферы.

Центральное рудоуправление – самое крупное среди пяти рудоуправлений, входящих в структуру комбината, в котором свою производственную деятельность осуществляют около тридцати подразделений основного и вспомогательного производства: «Гидрометаллургический завод № 2», рудник «Мурунтау», «Цех кучного выщелачивания золота», рудник «Ауминзо-Амантой» и др.

Гидрометаллургический завод № 2 является одним из крупнейших в мире Гидрометаллургических заводов по переработке золотосодержащей руды и выпуску аффинажного золота. На заводе осуществляется полный цикл переработки руды - от дробления исходной руды до получения готовой продукции в виде слитков золота высшей пробы. За счёт проводимого на постоянной основе комплекса мер по совершенствованию технологических процессов годовая производительность завода (рис.1) по переработке руды выросла по сравнению с 1991 годом в 2 раза. На заводе применяется схема аффинажа золота, позволяющая выпускать продукцию, в виде слитков с гарантированной чистотой, не менее 999,9, что соответствует стандарту «London good delivery», принятым Лондонской Ассоциацией Рынка драгоценных металлов (LBMA).

Внедрена технология попутного извлечения серебра, палладия, вольфрама, меди и других металлов. В цехе



Рис. 1. Мельничный блок ГМЗ-2.

сорбции и регенерации действует узел выщелачивания золота из магнитной фракции (скрапа), обезоленная фракция используется в дальнейшем в производственном объединении Навоийский машиностроительный завод, частности, для отливки мельничных футеровок и производства чугуна на дуговой сталеплавильной печи.

В отделении регенерации внедрена технология, позволяющая значительно повысить концентрацию благородных металлов в товарных регенератах, направляемых на электролиз. В 2009 году запущена в работу локальная сорбционная установка и внедрена технология извлечения золота из прудка хвостового хозяйства.

Специалистами НГМК накоплен большой опыт эксплуатации комбинированного автомобильного, конвейерного и железнодорожного транспортирования горной массы. По объёмам перемещения скальных пород и руд карьер "Мурунтау" занимает одно из ведущих положений в мире.

С 2011 года здесь успешно эксплуатируется, не имеющий аналогов в мире, комплекс ЦПТ-руда с крутонаклонным конвейером (КНК) (рис.2) с высотой подъёма горной массы 270 м, который позволяет транспортировать скальную горную массу из рабочей зоны карьера на поверхность с последующей перегрузкой в железнодорожный транспорт или на склад в штабель. Внедрение этой схемы позволило сократить расстояние транспортирования горной массы автомобильным транспортом в среднем на 3,5 км, затраты на транспортирование рудной массы снизились на 30%. Уменьшилась загазованность в карьере.



Рис. 2. Комплекс ЦПТ-руда, крутонаклонный конвейер.

Для управления качеством рудного потока в процессе погрузочно-транспортных работ в карьере "Мурунтау" реализуется автоматизированная система управления автотранспортом (АСУАТ), которая на основе современной спутниковой навигационной системы GPS в полном объёме решает задачи управления экскаваторно-автомобильным комплексом.

Безопасность горных работ в карьере "Мурунтау" обеспечивается предотвращением самопроизвольных оползней и обрушений бортов, уступов, отвалов и прорывов воды в выработанное пространство на основе разработанных мероприятий, уменьшающих воздействие перечисленных факторов на режим работы карьера, горнотранспортного оборудования и безопасность персонала. На постоянной основе проводятся многовариантные расчёты устойчивости бортов карьера различными методами, в том числе, и методом конечных элементов. Для расчёта используются программные продукты, позволяющие учесть практически весь комплекс природных и технологических факторов, определяющие состояние устойчивости карьерных откосов в процессе строительства карьера с глубиной до 1000 м в рамках V очереди карьера.

В общем технологическом комплексе подготовки руды к переработке одной из главных мест занимают буровзрывные работы. От качества бурения и дробления горной массы при производстве взрывов зависят последующие операции технологического цикла, связанные с экскавацией, погрузкой, транспортировкой и их переработкой, в конечном итоге определяет общие затраты на энергоносители. Эта задача выполняется за счет применения эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) собственного производства (завод ЭВВ), с годовым выпуском более 80 тыс. тонн.

Завод производит и реализует патронированные ЭВВ типа NOBELIT 216Z четырёх типоразмеров с диаметрами патронов 36, 38, 70, 90 мм и массой 0,6; 0,6; 2,0; 3,0 кг, соответственно. В настоящее время в НГМК также реализован проект «Строительство завода ЭВВ для обеспечения подземных взрывных работ» (завод ЭВВ-2), производительностью 3000 т. В технологической линии применяется уникальная роторная машина патронирования, с высокой производительностью и безопасностью исполнения.

Действующая на руднике "Мурунтау" Центральная лаборатория гамма-активационного анализа (ЦЛГАА) является уникальной и не имеет аналогов в мировой аналитической практике. В этой лаборатории на ускорителе ЛУЭ 8-5А проводятся экспресс анализы на содержание золота, серебра и других металлов в геологических пробах для оперативного составления сортовых планов при разработке коренных месторождений и полноты отработки запасов. С целью повышения производительности по проведению анализов геологических проб и снижению порога определения содержания золота в пробах, предусматривается приобретение нового линейного ускорителя электронов УЭЛР-8-10А и автоматической дробильно-стирательной системы АСП2200. Организации многоэлементного анализа геологических проб в ЦЛГАА требуют разработки и создания комплекса методик для определения серебра, иттрия, церия,



неодима, лантана, молибдена, вольфрама, рения, ванадия и урана, и других редких, редкоземельных и радиоактивных металлов методом ГАА. Для разработки специальных методик (с утверждением их в Агентстве "Узстандарт") привлечены учёные института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан (ИЯФ АН РУз). Для решения вопросов аппаратурного и программного обеспечения планируется привлечение специалистов НПП «Корад» (Россия), и компании Rocklabs (Новая Зеландия).

Второе место по мощности и значению занимает – Северное рудоуправление (СевРУ). СевРУ по праву считается колыбелью Навоийского горно-металлургического комбината. В 1958 году здесь началось промышленное освоение недр Центральных Кызылкумов. Район характеризовался отсутствием источников энергии, воды, дорог, людских ресурсов, тяжёлыми климатическими условиями. Крупное месторождение, открытое геологами Узбекистана в 1952 г., находилось вблизи трёх колодцев древнего караванного пути, от которых оно и получило название Учкудук.

Сегодня СевРУ имеет развитую инфраструктуру и осуществляет добычу и переработку золота и ураносодержащих руд, мрамора, гранита, строительных материалов, а также производство серной кислоты, товаров народного потребления.

Гидрометаллургический завод № 3 является одним из крупнейших в мире гидрометаллургических заводов по переработке упорных золотосульфидных руд с использованием технологии биоокисления. Здесь перерабатываются руды месторождений «Кокпатас» и «Даугызтау». С целью снижения отрицательного воздействия тонкодисперсного золота и углеродного вещества на процесс флотации разработана и внедрена схема межцикловой флотации с последующим сгущением пульпы флотоконцентрата в сгустителе оригинальной конструкции. На заводе успешно внедрён разработанный специалистами НГМК способ извлечения

золота из упорных сульфидных золотомышьяковых руд, содержащих углистые вещества. Суть способа заключается в нейтрализации мышьяка в процессе биоокисления, цианирования биокека, окислительного обжига хвостов сорбционного цианирования.

Южное рудоуправление является третьим по объёму переработки сырья, в состав которого входят рудники по добыче и переработке золотосодержащих руд, участки подземного выщелачивания урана, производство поливинилхлоридных и полиэтиленовых изделий. Ускоренными темпами продолжается развитие Зармитанской золоторудной зоны за счёт ввода в эксплуатацию рудников «Зармитан», «Гужумсай» и «Промежуточное» («Урталик»). На базе этой зоны успешно эксплуатируется Гидрометаллургический завод № 4, в котором осуществляется переработка руды с использованием технологии интенсивной гравитации и интенсивного выщелачивания золотосодержащего концентрата. В «Марджанбулакском» руднике эксплуатируется линия по переработке упорных сульфидных руд по гравитационно-флотационно-обжиговой схеме. Производимая трубным цехом Южного рудоуправления продукция, используется на геотехнологических рудниках НГМК для обсадки технологических скважин, а также для поверхностной обвязки добычных блоков. В настоящий момент на производстве освоен выпуск более 30 типоразмеров труб.

Рудоуправление № 5 самое крупное предприятие комбината по добыче урана (рис. 5) оснащённое передовыми технологиями и мощной современной техникой. Рудоуправление включает четыре геотехнологических рудника подземного выщелачивания урана, в отработку вовлечены 17 месторождений.

Рудоуправление "ГМЗ-1" появилось всего шесть лет назад, на базе перерабатывающих мощностей гидрометаллургического завода № 1. За этот короткий промежуток времени достигнуты значительные результаты. Благодаря техническому перевооружению и реконструкции действующих технологических переделов, увеличилась переработка руды в 1,5 раза, в переработку вовлечены золотосодержащие руды месторождений "Каракутан" и "Аристантау". Золотосодержащая руда перерабатывается по технологии прямого сорбционного цианирования с получением в виде готовой продукции насыщенной ионообменной смолы, которая направляется на гидрометаллургический завод № 2 для дальнейшего извлечения благородных металлов и регенерации.

Кроме того, гидрометаллургический завод № 1 является одним из крупнейших заводов в мире по производству аффинажно-чистой закиси-окиси урана, получаемой при переработке химконцентратов рудников подземного выщелачивания по экстракционной технологии, с последующей твердофазной рекстракцией и прокалкой. Также завод выпускает силикат натрия жидкий (жидкое стекло) по технологии прямого синтеза, купорос железный технический (в виде растворов и кристаллический), сульфат алюминия.

В целях снижения себестоимости в комбинате эффективно реализуется программа импортозамещения и локализации готовой продукции. По этой программе промыш-





ленное объединение “Навоийский машиностроительный завод” производит горно-шахтное и металлургическое оборудование, запасные части для машин и механизмов комбината, металлорежущие станки, нестандартное оборудование, бытовые машины и т.п. На заводе изготавливаются ковши для различных марок экскаваторов САТ, освоено выпуск различных видов токарных, обдирочно-шлифовальных, токарно-винторезных станков, для изготовления щелевых фильтров из труб (НПВХ, ПНД, НС-5). Налажен выпуск станков с современной системой ЧПУ модели НТ-250М и фрезерного, изготавливаются футеровки мельницы ММС-90х30, зубья шнек зубчатых дробилок и вагонеток, отливка венцов поворота мельниц ММС и МШР. На данный момент завод выпускает более 12 тысяч видов различной продукции широкого потребления.

Особое место в структурном составе НГМК занимает “Зарафшанское управление строительства”. Силами зарафшанских строителей производятся все строительномонтажные, ремонтные работы в подразделениях комбината. Их руками построены наши города, объекты социально-бытового, культурного, спортивного назначения, грандиозный бизнес-центр в городе Ташкенте и другие уникальные предприятия и здания в других городах республики.

В целях дальнейшего наращивания производственных мощностей НГМК, руководствуясь Постановлениями Президента Республики Узбекистан, разработана и реализуется “Программа дополнительных мер увеличения производства драгоценных металлов по НГМК на период до 2026 года”. Программа включает реализацию 27 инвестиционных проектов, общей стоимостью более 3 млрд. долларов США, и освоение 32 новых перспективных месторождений. Программа предусматривает поэтапное инвестирование (капитальные вложения) и рост производственной продукции НГМК (рис.3).

Реализация инвестиционных проектов позволит существенно нарастить объёмы товарной продукции и создать более 30 тысяч новых рабочих мест.

При всей широте ассортимента выпускаемой продукции, приоритетным направлением деятельности НГМК было и остаётся промышленное освоение недр, а основной

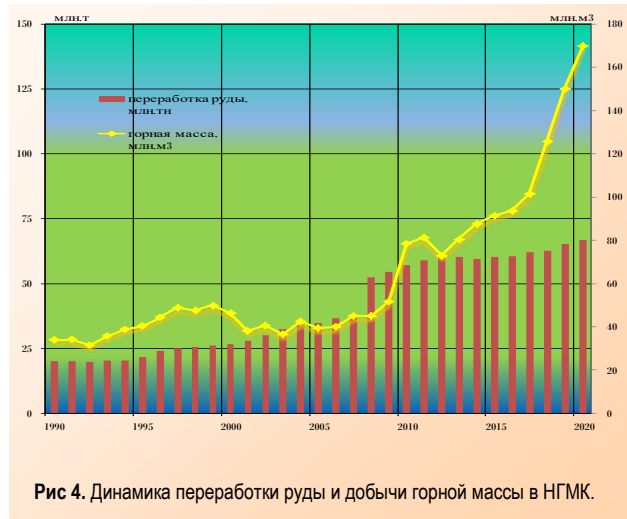


Рис 4. Динамика переработки руды и добычи горной массы в НГМК.

продукцией – золото и уран. Доля золота в общем объёме производства составляет более 80%, урана – около 10%. За период с 1991 года комбинатом обеспечен устойчивый рост объёма горной массы и переработки руды (рис.4). Выполнен большой объём строительномонтажных работ по вводу и эксплуатации новых объектов по добыче и переработке золотосодержащих руд, техническому перевооружению и модернизации действующих горно-металлургических производств. Ведётся непрерывный поиск и внедрение в производство новых и усовершенствованных технологий и технических решений, повышающих эффективность горных работ и переработки руды.

В инновационной деятельности комбината особое место уделяется поиску наиболее эффективных вариантов реализации проектов на основе всестороннего анализа исследуемого объекта с учётом возможных изменений в будущем. Не секрет, что внедрение современных инновационных технологий связано со значительными финансовыми вложениями, именно поэтому специалисты комбината особо тщательно анализируют, изучают и прорабатывают каждый новый проект, привлекая к этому процессу учёных Академии наук Узбекистана, специалистов ведущих проектных организаций, исследовательских институтов, ВУЗов страны и иностранные компании.

Сегодня в НГМК работает более 60 тысяч человек, занятых в разных сферах производства промышленной продукции. Здесь живут и трудятся около 350 тысяч человек, благосостояние которых в той или иной мере связано с комбинатом. Средний возраст работников комбината составляет - 37 лет. В комбинате работают представители более 45 национальностей, среди которых узбеки, казахи, русские, каракалпаки, татары, таджики и многие другие национальности.

Без целенаправленной кадровой политики невозможно решить задачи по наращиванию объёмов и повышению эффективности производства. В соответствии с Национальной программой по подготовке кадров разработана и реализуется комплексная программа развития и эффективного использования персонала, обеспечения комбината специалистами высокой квалификации. В НГМК действует

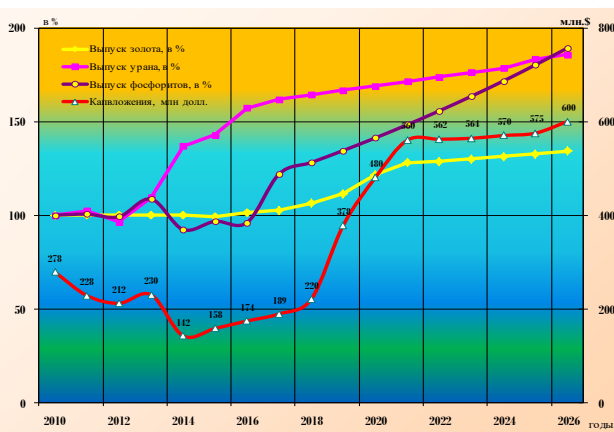


Рис 3. Динамика инвестиций и рост производственной продукции в НГМК до 2026 года.



система постоянного мониторинга текущих и перспективных потребностей рынка труда в кадрах различной квалификации. Сформирован учебный научно-производственный комплекс упреждающей подготовки персонала.

Стройная система подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов и рабочих позволяет обеспечивать потребности всех звеньев предприятия в кадрах. В учебных центрах в течение года проходят обучающиеся различных категорий начиная от рабочих до руководителей. Как подчёркивает глава государства, у нас в республике создана система непрерывного образования, позволяющая нашей молодёжи овладеть конкретной специальностью, для того чтобы реализовать себя, найти достойное место в обществе. Подготовка специалистов с высшим образованием для Навоийского комбината осуществляется в ВУЗах республики, а по отдельным, особо востребованным специальностям — в вузах ближнего и дальнего зарубежья. Подготовка специалистов со средним специальным, профессиональным образованием производится в трёх учебных заведениях: Навоийском, Зарафшанском и Учкудукском. По 22 специальностям получают профессию почти две с половиной тысячи учащихся. Все колледжи оснащены современным учебно-лабораторным оборудованием, компьютерными и лингафонными классами, мультимедийной аппаратурой, учебно-производственными мастерскими, позволяющими вести учебный процесс на высоком уровне.

В комбинате есть большие перспективы и возможности для профессионального роста молодых специалистов. Молодёжь активно участвует в научных исследованиях, разработке новых и высоких технологий, внедрении их в производство. Кроме того, ведётся целенаправленная работа по получению молодыми рабочими и специалистами вторых и смежных профессий, по повышению их квалификации.

В Узбекистане утверждена Программа комплексного развития системы высшего образования на период 2017-2021 годы по качественному и кардинальному совершенствованию уровня высшего образования, модернизации и укреплению материально-технической базы высших образовательных учреждений, оснащению современными учебно-научными лабораториями, информационно-коммуникационными технологиями.

В нашем регионе за полноценное воспитание и образование будущих квалифицированных кадров, отвечающих за выполнение поставленных задач, возложено, в первую очередь, на Навоийский государственный горный институт (НГГИ). С 2017 года в нём открыто заочное отделение. Рассчитанный на 2000 студентов новый учебный корпус института, начавший работу с 2016 года, занимает 19 гектаров. Здание оснащено лабораторным оборудованием для занятий по физике, электроэнергетике и автоматизации управления. На данный момент в институте действуют факультеты по нескольким направлениям: горный, энергомеханический, химико-металлургический и общетехнический



Рис. 5. Торжественное открытие участка по добыче РЗЭ. ГТР-4 рудоуправления № 5.



(в городе Зарафшане) факультеты, в их составе действуют 4 кафедры.

Региональное отделение Академии наук Республики Узбекистан, которое создано согласно Постановлению главы нашего государства «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности Академии наук, организации, управления и финансирования научно-исследовательской деятельности» от 17 февраля 2017 года, специализируется на проведении фундаментальных, практических и инновационных научных исследований, направленных на технологическое и социальное развитие Навоийского региона. В его составе ведут деятельность 5 научных лабораторий.

Подготовка высококвалифицированных научно-педагогических кадров осуществляется через докторантуры, которые открыты в НГГИ по специальностям: 02.00.13 – «Технология неорганических веществ и материалы на их основе»; 02.00.14 – «Технология органических веществ и материалы на их основе»; 02.00.16 – «Процессы и аппараты химических технологий и пищевых производств»; 04.00.10 – «Геотехнология (открытая, подземная и строительная)»; 04.00.14 – «Обогащение полезных ископаемых»; 05.01.08 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»; 05.01.02 – «Системный анализ, управление и обработка информации»; 05.02.01 – «Материаловедение в машиностроении. Литейное производство. Термическая обработка и обработка металлов давлением. Металлургия черных и цветных металлов».

Государственная аттестация высококвалифицированных специалистов и научно-педагогических кадров осу-

ществляется через специализированный Совет (созданный НГГИ и Ташкентским государственным техническим университетом имени Ислама Каримова), по присуждению учёных степеней DSc.27.06.2017.T.06.01 доктора технических наук (DSc) и доктора философии (PhD) по следующим специальностям: 04.00.10 – геотехнология (открытая, подземная и строительная); 04.00.14 – обогащение полезных ископаемых (по техническим наукам); 04.00.09 – маркшейдерия (по техническим наукам) – разовая. С 2016 по 2018 годы через действующий научный Совет защитили (3 PhD) доктора философии по техническим направлениям и (10 DSc) докторов технических наук.

Благодаря грамотному и своевременному решению возникающих задач и проблем, развитому интеллектуальному потенциалу специалистов комбината ежегодно удаётся добиваться не только стабильного функционирования производства, но и обеспечивать устойчивые темпы его роста. Инновационный путь развития комбината, эффективность которого признана международными специалистами, - это, к тому же, бесценный опыт, накопленный коллективом.

Благодаря всесторонней и постоянной поддержке правительства и лично Президента Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёева, обладая высоким научным и кадровым потенциалом, богатым опытом преемственности поколений комбинат на пороге своего 60-летия уверенно смотрит в 21 век, являясь лидером в глубоком освоении минеральных ресурсов, наращивании объёмов высоколиквидной продукции и интенсивного развития новых видов производств.





ПРОФСОЮЗ – ГАРАНТ ЗАЩИТЫ

Мақолада Навоий кон-металлургия комбинати касаба уюшмаси қўмитасининг ҳар томонлама фаолияти ҳақида ҳикоя қилинади. Шу жумладан, меҳнат ва дам олиш учун муносиб шароитлар яратилиши, пенсионерларга, комбинат меҳнаткашларига, ўсиб келаётган ёш авлодга ғамхўрлик кўрсатиши. Спорт ва ижодкорлик билан шуғулланиш учун шарт-шароитлар яратиш, комбинат меҳнаткашлари ва уларнинг оила аъзоларини соғломлаштириш.

Таянч иборалар: касаба уюшмаси, ижтимоий муҳофаза, меҳнат муҳофазаси, спорт, маданият, соғломлаштириш.

The article describes the versatile activities of the Trade Union Committee of Navoi Mining and Metallurgical Combinat. In particular, about the creation of decent working and resting conditions, the care of pensioners, employees of the combinat, the younger generation. The article also tells about the creation of conditions for exercising sports and creativity, health improvement of the workers and members of their families.

Key words: trade union, social protection, labor protection, sport, culture, health improvement..

Главной традицией в комбинате является внимание к человеку — это социальная защита, всемерная поддержка нуждающихся в помощи. Благополучие людей и развитие социальной сферы являются одним из основных направлений «Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 гг.», утвержденной Указом Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. В рамках данного документа в стране осуществляются последовательное повышение реальных доходов и занятости населения, совершенствуется система социальной защиты населения и охраны здоровья с повышением социально-политической активности женщин, реализуются целевые программы по строительству доступного жилья, развитию и модернизации дорожно-транспортной, инженерно-коммуникационной и социальной инфраструктуры, обеспечивающие улучшение условий жизни населения, развиваются сферы образования и науки, совершенствуется государственная молодежная политика.

В этом плане Совет профсоюза Навоийского горно-металлургического комбината является достойным примером. Осуществляет он свою деятельность на основании Закона «О профсоюзах» и Коллективного договора, который является локальным нормативным правовым актом, регулирующим трудовые и социально-экономические отношения между работодателем и работниками НГМК.

Профсоюз НГМК представляет собой широкую организационную структуру, включающую 6 объединенных профсоюзных комитетов и 21 профсоюзный комитет подразделений комбината. На сегодняшний день членами профсоюза комбината являются более 73 тысяч человек. Практически каждый работник комбината стремится вступить в профсоюз, поскольку тогда он получает право на все социально-экономические нормы и льготы, предусмотренные в Коллективном договоре.



Рахматов И.К.
председатель Совета профсоюза
Навоийского ГМК

Охрана труда и обращения граждан – на постоянном контроле

Многие работодатели для получения большей прибыли осуществляют финансирование вопросов охраны труда по остаточному принципу. В Навоийском ГМК эта работа находится на особом и постоянном контроле, поскольку горно-металлургическое производство сопряжено с определённым риском, связанным с наличием сложных технологических процессов. С целью повышения безопасности производства в комбинате вводятся новые, более безопасные технологии, на постоянной основе ведётся модернизация техники и существующих технологий. В связи с этим оказывается поддержка рационализаторскому движению.

Систематически анализируются состояние условий труда, уровень производственного травматизма и профзаболеваний, оценивается эффективность проводимых мер по оптимизации условий и охраны труда. Работники профсоюза горняков совместно со специалистами отделов по охране труда и техники безопасности также участвуют в улучшении условий труда, принимают участие в проведении аттестации рабочих мест.

Для трудящихся работающих во вредных условиях труда предусмотрено лечебно-профилактическое питание (ЛПП), качество и выдачу которого контролируют специалисты Совета профсоюза. Также на постоянном контроле находятся вопросы обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, состояния промышленной санитарии и производственного быта в подразделениях комбината.

Также Совет профсоюза осуществляет общественный контроль за охраной труда через своих уполномоченных, находящихся непосредственно в подразделениях комбината. Они осуществляют свою деятельность в соответствии с нормативными актами, инструкциями по безопасному веде-



нию производственных работ, печатными и видео- методическими пособиями, материально стимулируются за счёт средств комбината и профбюджета. Традиционными стали конкурсы «Лучший знаток законов и правил по охране труда и технике безопасности», «Лучший уполномоченный по охране труда НГМК», «Лучший молодой специалист года». В результате проводимой работы улучшаются условия труда, и количество несчастных случаев ежегодно уменьшается.

Одной из действенных форм осуществления защитных функций работников НГМК является рассмотрение профсоюзом обращений трудящихся и пенсионеров комбината. Среди обращений - вопросы защиты трудовых прав, оказания материальной помощи, оплаты и охраны труда, возмещения вреда пострадавшим на производстве, решение жилищных проблем и другие вопросы. Большинство из них решаются положительно.

Здоровье – гарант успеха

Ещё одним из немаловажных направлений деятельности Совета профсоюза НГМК является оздоровление работников. Медсанотдел комбината объединяет пять крупных медико-санитарных учреждений, расположенных в городах Навои, Учкудук, Зарафшан, Нурабад, Зафарабад с охватом обслуживаемого населения в 200 тысяч человек. Все учреждения оснащены современным медицинским и диагностическим оборудованием. В 2016 г. на базе МСЧ-3 открылся Скрининг-центр матери и ребёнка. Врачи медсанчастей систематически проходят обучение на курсах повышения квалификации на базе ведущих клиник г. Ташкента за рубежом.

Для оздоровления трудящихся в г. Навои функционирует санаторий-профилакторий «Металлург», оснащённый современным оборудованием и предоставляющий широкий спектр оздоровительных процедур, с комфортабельными коттеджами и комнатами для отдыхающих. В г. Учкудуке действует профилакторий «Кончи», в котором закончился капитальный ремонт и он также приобрел современный вид. В городе Нурабад находится бальнеологический санаторий «Нуробод». В 2018 г. вводится в эксплуатацию ещё один санаторий на 150 мест в Зааминском районе Джизакской области, климат которого славится чистейшим воздухом.

Для отдыха трудящихся и членов их семей круглогодично действует пансионат «Горняк» в предгорьях Чимганских гор, и для сезонного отдыха летняя база отдыха «Тудакуль» и, кроме того, профсоюзом приобретаются путёвки в санатории Республики Узбекистан, а также в г. Ялта и г. Кисловодск.

Хороший досуг стимулирует труд

В Навоийском ГМК также созданы благоприятные условия для реализации трудящимися и членами их семей своих спортивных и творческих способностей.

Для этого на балансе НГМК находятся 2 дворца культуры, 2 дома культуры, 2 клуба, культурно-спортивный центр, дом детского творчества, дом хореографии. В них создано более 170 творческих коллективов художественной самодеятельности и кружков, 41 из них имеют звание «Народный» и «Образцовый». Всего в них занимаются около 5000 детей и взрослых. Отрадно, что самодеятельные коллективы комбината не раз становились лауреатами и призёрами республи-



канских и международных конкурсов, фестивалей, выставок во многих странах мира.

Ежегодно творческими коллективами культурно-образовательных учреждений комбината проводятся более 2,5 тысяч массовых мероприятий, в которых в целом участвуют около 650 тысяч трудящихся комбината и членов их семей. Кроме того, самодеятельные коллективы выезжают с концертами в отдалённые сельские районы, в подразделения НГМК во время торжеств по поводу ввода в строй новых объектов, государственных праздничных дат. В последние годы родилась ещё одна замечательная традиция – в начале мая творческие коллективы культурно-образовательных учреждений НГМК в составе более 450 человек дают благотворительные концерты в большом столичном Дворце «Туркистон» и Истиклол.

В городах Навои, Учкудук, Зарафшан, Нурабад также имеются библиотеки с общим книжным фондом более 360 тысяч экземпляров. По итогам прошлого года число их пользователей составило 23,8 тысячи человек, в том числе 8,2 тысячи детей до 15 лет.

С 2013 г. в здании ДК «Фархад» города Навои действует музей истории НГМК. В его просторных залах выставлены около 1000 экспонатов, исторических артефактов, свидетельствующих о древнейшей истории Кызылкумской земли, богатейшей кладовой недр знаменитой пустыни. А также фотографии первопроходцев и этапов освоения пустыни, книги об истории комбината, в которых запечатлены каждый из 60 годов развития комбината.





Привлекают внимание также стенды с кубками и наградами, врученными НГМК за высокое качество продукции, живописный макет известного во всём мире карьера «Мурунтау», образцы полезных ископаемых и многое другое. Ежедневно музей посещают сотни гостей города Навои и комбината, группы трудящихся со всех подразделений, студенты и учащиеся школ. Вполне возможно, в будущем они пополнят ряды трудового коллектива Навоийского ГМК.

Дети – будущее комбината

Детские оздоровительные лагеря комбината ежегодно становятся лучшими в республике по итогам конкурса Совета Федерации профсоюзов Узбекистана. Загородные ДОЛ – «Сармыш», «Болажон», «Сугдиёна», «Зарафшон». За годы независимости построен ещё один лагерь – детский спортивно-оздоровительный – «Пахлавон» на берегу Чарвакского водохранилища. Также функционируют 5 городских лагерей дневного пребывания детей, в том числе два лагеря труда и отдыха для подростков 15-17 лет в г. Зарафшане и г. Навои. Ежегодно летом в ДОЛ НГМК отдыхают более 10 тысяч детей. В их числе и воспитанники детских домов «Меҳрибонлик» и «Шодлик», дети из малообеспеченных семей отдалённых районов Тамды, Нураты, Канимеха, Зарафшана и Учкудука. В 2017 г. на баланс НГМК передан ДОЛ «Золотинка», расположенный в живописном Ургутском районе Самаркандской области, который после капитальной реставрации в текущем году принял 900 детей трудящихся комбината.

Спорт – в приоритете

В комбинате активно ведётся работа по развитию детского спорта, оздоровлению, пропаганде здорового образа жизни, гармоничному физическому развитию. Порядка 30 тысяч трудящихся и членов их семей являются участниками спортивной жизни комбината. Физкультурно-оздоровительная и спортивно-массовая работа проводится в 8 физкультурно-спортивных клубах (ФСК), расположенных в городах комбината, и 96 коллективах физической культуры. Для полноценных занятий имеются стадионы, спорткомплексы с просторными залами для занятий командными видами спорта, современные стадионы, плавательные бассейны. Спортсмены комбината участвуют в чемпионатах международного и республиканского уровней. В их «копилке» — сотни золотых, серебряных и бронзовых медалей.

За последние годы в поселках Заркент, Зафарабад, городах Марджанбулак, Зарафшан, Учкудук построены новые



спорткомплексы и тренировочные залы, клубы и дома культуры, по плану проводятся ремонтные и реконструкционные работы.

В структуру ФСК «Согдиана» (г. Навои), «Алпомыш» (г. Зарафшан) и СОК «Лочин» (г. Учкудук) также входят комплексные детско-юношеские спортивные школы с филиалами в Нурабаде и Зафарабате и с общим охватом занимающихся более 2800 детей.

Во взрослых спортивных и оздоровительных группах занимаются более 6 тысяч человек. Занятия проводятся в удобное для работников время – до и после работы, в обеденный перерыв, по будням и выходным. Ежегодно в три этапа проводится Спартакиада трудящихся НГМК. Современные спортивные комплексы, плавательные бассейны доступны любому труженику нашего комбината и членам их семей.

Спортивные учреждения комбината заслужили высокую репутацию в стране, а их воспитанники добиваются значительных успехов на республиканских и международных соревнованиях. Так, Махлиё Тагаева победительница чемпионата Азии по тяжелой атлетике, Малика Хакимова – по фехтованию, Умида Саидова – по самбо, Лола Кодирова признана победительницей Афро-Азиатского чемпионата и Кубка Азии по тяжелой атлетике. Истам Кудратов - чемпион Азии по самбо, двукратный чемпион мира. Мохинур Кахрамонова - чемпионка Республики Узбекистан по шахматам, Зария Косимова, Ирода Жуманова, Дилноза Камолова - лауреаты Государственной премии имени Зульфии. В 2017 г. зарафшанская воспитанница школы тяжелой атлетики Гульноза Ахмадова стала серебряным призером чемпионата мира в Таиланде и чемпионкой Азии в Непале. Истам Кудра-





тов завоевал бронзовую медаль на V Азиатских играх в закрытых помещениях в Ашхабаде.

Стоит особо отметить работу навоийского плавательного центра «Олтин сув». Его по праву можно назвать кузницей по подготовке спортсменов высокого класса, победителей Азиатских и мировых соревнований. Только в 2017 г. на чемпионате Азии по плаванию Хуршид Турсунов завоевал 3 золотые медали, Данил Тулупов - одну золотую, Алена Томина - 2 золота, одну бронзу, Алена Васильева – золотую, бронзовую и 2 серебряные медали.

Необходимо отметить, что Навоийский ГМК является генеральным спонсором Федерации плавания Узбекистана, генеральным спонсором футбольной команды «Кызылкум», которая стабильно на протяжении многих лет играет в высшей лиге чемпионата Республики Узбекистан и показывает хорошие результаты.

Необходимо отметить, что профсоюз комбината принимает непосредственное доленое участие в строительстве, реконструкции и ремонте медицинских, спортивных и культурных учреждений городов НГМК, выделяет средства на оснащение их необходимым инвентарём, на поездки наших творческих коллективов и спортсменов на конкурсы и соревнования различного уровня.

В целом, проводимая комбинатом и Советом профсоюза физкультурно-оздоровительная и культурно-массовая работа способствуют пропаганде здорового образа жизни, развитию детского спорта, оздоровлению подрастающего поколения и трудящихся, гармоничному физическому развитию работников комбината и членов их семей. А самое главное, обеспечению достойного труда, полноценного досуга, жизни и социальной безопасности трудящихся комбината.





УДК 338.4.:622.342.

© Ражабов И.Б. 2018 г.

СЧАСТЛИВЫЕ ЛЮДИ – ЗАЛОГ УСПЕХА ПРЕДПРИЯТИЯ

Мақолада Навоий кон-металлургия комбинатида ижтимоий муҳофиза соҳасида амалга оширилаётган 60 йиллик тажриба; Комбинат шаҳарлари қандай ободонлаштирилгани, ҳар йили ободонлаштириш бўйича қандай ишлар қилингани тўғрисида; Турар-жойлар, ётоқхоналар, ижтимоий-маиший соҳа объектлари, фавворалар қурилиши тўғрисида; Комбинатнинг агросаноат комплексининг иши ҳақида сўз юритилади. Кон-металлургия саноати учун кадрлар тайёрлашга, коллеж ва олий таълим муассасалари битирувчиларини иш билан таъминлашга катта эътибор қаратилаётганлиги, янги иш ўринларини яратилаётганлиги баён.

Таянч иборалар: жамоа, ижтимоий сиёсат, ижтимоий-маиший объектлар қурилиши ва уларни сақлаш, агросаноат сектори, кадрларни тайёрлаш.

The article tells about the 60-year experience of the social policy conducted in NMMC. About how the cities of the combinat were being improved, what kind of improvement work is carried out annually. About the construction of housing, dormitories, social and cultural facilities, fountains. About the work of the agro-industrial complex of the combinat. Much attention is paid to the training of personnel for the mining and metallurgical industry, the employment of graduates of colleges and universities, plans for creating new jobs.

Key words: collective, social policy, construction and maintenance of social and cultural objects, agro-industrial sector, personnel training.

60 лет назад на Кызылкумскую землю прибыли первые специалисты горного дела, для которых вскоре эта суровая пустыня стала родным домом. Здесь они нашли своё трудовое призвание, здесь создавались семьи, рождались дети. Здесь сложились трудовые династии, воспитывались профессионалы горной и металлургической отрасли, которые и по сей день являются золотым запасом Навоийского горно-металлургического комбината.

Сегодня коллектив комбината насчитывает более 60 тысяч человек. Несмотря на сложности, связанные с мировым экономическим кризисом, руководству НГМК удалось сохранить сеть медицинских, культурных и спортивных учреждений. Поэтому по сей день в комбинате проводится сильная социальная политика, которая направлена на улучшение условий труда и быта, повышение жизненного уровня трудящихся и членов их семей, что позволяет сделать значительный вклад в развитие и социальную стабильность пяти регионов страны, в которых расположены подразделения комбината.

В городах комбината - Навои, Учкудук, Зарафшан, Нурабад, Зафарабад, Марджанбулак, посёлках Заркент и Карнаб-ота живут и трудятся более 350 тысяч человек, благосостояние которых в той или иной мере связано с НГМК. Города обеспечены теплом и водой, ежегодно строятся объекты социально-бытовой сферы. С 1991 г. в Зарафшане построены 36 жилых домов, в Учкудуке - 13 многоквартирных домов, в Зафарабаде - 10 благоустроенных коттеджей и молодёжное общежитие, в Заркенте - 13 новых



Ражабов И.Б.
заместитель директора по общим
вопросам и кадрам ПО «НМЗ»

многоэтажных домов и 4 общежития. Многие работники комбината стали владельцами современных коттеджей в сельской местности, благодаря выделенным руководством комбината долгосрочным ссудам.

Жилищно-эксплуатационные конторы комбината, расположенные в этих населённых пунктах, обслуживают все системы жизнеобеспечения этих домов, объектов социально-бытовой сферы городов, проводят плановые и предупредительные ремонты, благоустройство прилегающих территорий.

Большое внимание руководством комбината уделяется благоустройству наших городов в пустыне, созданию комфортных условий для отдыха и досуга их жителей. В 2015 г. в Зарафшане введён в строй детский аквапарк «Камалак», в 2016 г. - аквапарк в посёлке Заркент. Построены светомузыкальные фонтаны в г. Зарафшане, Навои, Зафарабаде, молодежный центр в Учкудуке. В 2017 г. - культурно-спортивный центр с бассейном в поселке Зафарабад. Все культурные и спортивные сооружения – дворцы культуры, бассейны, стадионы, спортивные площадки содержатся в образцовом порядке, согласно графику ремонтируются и реставрируются, снабжаются необходимым инвентарём, аппаратурой и оборудованием.

Для работников производственной сферы, занятых в горном, металлургическом, машиностроительном и других производствах в структуре комбината функционируют 5 комбинатов питания, в состав которых входят 51 организация питания с посадочными местами на более 4500 чело-



век. В соответствии с Коллективным договором, а также учитывая особенности технологии горно-металлургического производства и физиологические потребности организма работающих на вредном производстве, через сеть столовых и буфетов комбината организовано лечебно-профилактическое питание.

В структуре НГМК имеется также агропромышленный комплекс, в состав которого входят 5 подсобных хозяйств и агрофирма «Дустлик». В их хозяйственном обороте более 1200 га земельных угодий. В тепличных хозяйствах ежегодно выращивается до 30 тонн овощей. В цехах озеленения - 300 тысяч штук цветов, которые ежегодно высаживаются на городских клумбах и становятся их живым и красочным украшением.

В животноводческом секторе содержится более 2700 голов крупного и мелкого рогатого скота. Ежегодно производится 70 т мяса говядины и баранины, 116 т мяса птицы, 7,5 млн штук яиц, более 2100 т молока и молочной продукции. Кроме того, производится 300 т зерна, 700 т овощей и бахчевых, 460 т фруктов и винограда. В составе агрокомплекса функционируют 3 птицефермы, консервный цех, 3 мини-молокозавода, в городе Учкудук успешно работает мини-пивзавод, в Нурабаде – цех по разливу минеральной воды и производству напитков.

Производимая продукция, экологически чистая, калорийная, становится хорошим дополнением к столу наших трудящихся.

Кадровая политика

На протяжении вот уже шестидесяти лет кадровая политика Навойского ГМК остается неизменной и заключается в своевременном и качественном комплектовании действующих и новых производственных объектов предприятия квалифицированными рабочими и специалистами. Ведь без целенаправленной кадровой политики невозможно решить задачи по наращиванию объемов и повышению эффективности производства.

В НГМК действует система постоянного мониторинга текущих и перспективных потребностей рынка труда в кадрах различной квалификации. Сформирован учебно-научно-производственный комплекс упреждающей подготовки персонала.

Стройная система подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов и рабочих позволяет



обеспечивать потребности всех звеньев предприятия в кадрах.

Одним из немаловажных моментов в вопросе подготовки квалифицированных специалистов является сотрудничество предприятия с различными учебными заведениями. Это позволяет перевести подготовку инженерно-технических специалистов на более высокий качественный уровень. Для этого между подразделениями комбината и рядом образовательных учреждений Узбекистана (в том числе Навойским государственным горным институтом, Зарафшанским профессиональным промышленным, Навойским горным колледжами) заключены долгосрочные договоры, которые предусматривают проведение производственной, преддипломной и других видов практики для учащихся этих учебных заведений, с последующим трудоустройством выпускников именно в те подразделения, где они проходили практику и получали рабочую профессию.

Подобная интеграция образовательных и производственных связей приводит к формированию системы «образование — производство», отвечающей интересам как институтов и колледжей, так и предприятий и предусматривающей деятельный и личностно-ориентированный подход к получению знаний учащимися и студентами. Данная система выгодна для всех: учебное заведение осуществляет не только теоретическое, но и практическое обучение; учащиеся получают конкретную рабочую профессию; производство имеет готового специалиста, обученного для работы на конкретном предприятии. Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время в НГМК создана эффективно действующая система подго-



NKMK 60 Yoshda



товки кадров и формирования профессионально подготовленного персонала, готового выполнять планы дальнейшего развития предприятия.

Надо отметить, что коллектив Навоийского горно-металлургического комбината на 30% состоит из молодёжи в возрасте до 30 лет и для них из года в год создаются всё более благоприятные условия для всестороннего развития. Формируются новые рабочие места для выпускников колледжей и вузов, молодым семьям выделяются ссуды на погашение первичного взноса для строительства жилья в сельской местности, молодые специалисты активно выдвигаются на руководящие должности, проводятся конкурсы на звание лучших по профессии, немаловажное внимание уделяется духовному и спортивному развитию молодёжи и т.д. Большое внимание уделяется получению молодёжи смежных профессий в Учебных центрах НГМК.



Согласно программе развития комбината в 2017-2026 гг., инициированной президентом Узбекистана Шавкатом Мирзиёевым, в Навоийском горно-металлургическом комбинате до 2026 г. будет создано свыше 31 тысячи новых рабочих мест в результате реализации 27 инвестиционных проектов.

Вышесказанное свидетельствует о том, что создавая новые производства, обеспечивая техническое перевооружение и выпуск конкурентоспособных товаров, мы не забываем о самой главной ценности — о Человеке, Труженике, Созидателе, чьими руками в сложнейших условиях пустыни построены наши города, заводы, рудники. Мы гордимся своим коллективом, снова и снова подчеркиваем: люди — вот главное богатство Кызылкумской земли, золотой запас Навоийского комбината.





УДК 622.772

© Хван А.Б., Руднев А.С. 2018г.

ОБЗОР ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

Ер қаъридан олтин олиш технологиясининг фиръавнлар давридан то бугунги кунгача бўлган ривожланиши кўрсатилган. Агар авваллари олтин соф (парча) ҳолда қазиб олинган бўлса, ҳозирги пайтда олтин айнан таркибида олтин бўлган асосли рудалардан олинади, бунда олтиннинг йириклиги ўн ва бир микронни ташкил этади. Келажакда олтинлар асосан йириклагининг наноўлчамлари 100 дан 1 нанометр бўлган олтин рудаларидан олинади

Таянч иборалар: олтин, рудалар, микрон, нанометр, тарих, фиръавнлар даври, бугунги кун.

The development of technology for obtaining gold from the Earth's interior, from the time of the Pharaohs to the present day, is shown. Earlier, gold was mined in the form of nuggets from placers, but now mostly gold is mined from indigenous gold-bearing ores, where the size of gold is tens and units of microns. In the future, it is likely that the main gold will be mined from ore, where the gold size is nano-size from 100 to 1 nanometer.

Key words: gold, ore, nanometer, history, time of pharaohs, today.

Хван А.Б.
Ведущий инженер
геологического отдела НГМК



Руднев А.В.
Главный геолог НГМК



Египетский фараон в современном мире был бы на 12 месте в мире по добыче золота

Золото, первобытные люди находили с незапамятных времен. Древние люди случайно находили в песке или на дне рек и ручьев яркие желтые камешки, которые удивляли их своим блеском на солнце, и их почему-то не хотелось выбрасывать. Уже тогда они постепенно начинали понимать уникальность и редкость этого божественного металла. Так как "солнечные" камешки встречались очень редко, они оставляли их себе и делали из них простые украшения и талисманы. Эти предметы изготавливались без применения огня и плавки, так как золото чрезвычайно ковкий металл [1].

Вполне осмысленно золото люди начали добывать еще в медном веке - примерно 6 тыс. лет назад. Египет стал первым золотодобывающим государством в мире. Древнеегипетское месторождение золота находящееся на территории между Красным морем и Нилом - в Нубии, считается самым древнейшим. Всего это месторождение дало миру около 6 тыс. тонн золота [1]. При фараоне Тутмосе III (XV до н. э.) ежегодная добыча золота доходила до 50 тонн, что немало и по современным меркам [2]. Сегодня с такой добычей золота египетский фараон был бы на 12 месте в мире, среди таких золотодобывающих стран, как Россия, Австралия, Канада, Узбекистан.

В Древнем Египте первое золото добывалось из россыпных месторождений, с использованием промывки золотоносных песков через кусок ткани. Затем в добыче золота стали применяться и более сложные трудоемкие процессы, такие как - отделение руды от общей массы породы и ее измельчение.

В древнегреческом мифе о золотом руне отражен интересный древний способ промывки золотоносного песка с использованием бараньих шкур, которые улавливали мельчайшие крупинки золота.

Во времена Римской империи часто велись разработки месторождений золота, где содержание благородного ме-



Рис.1. Самородок золота [13]



Рис.2. Промывка золотого песка [13]

талла в массивах породы было невысоким. На этих месторождениях древним римлянам пришлось решать задачу, как переработать огромный объем горной породы, чтобы из него получить как можно больше золота. В результате они придумали довольно простой способ добычи золота. Он заключался в том, что сначала в золотоносной породе проделывались тоннели, в которых ставились подпорки и перемычки. После того как подпорки убирались, горная порода под своей массой обрушивалась и дробилась. Раздробленную золотоносную породу тщательно промывали водой из искусственно созданных водоемов. Подсчитано, что в районах Астурии и северной Португалии было переработано около 500 млн. т. руды при среднем содержании золота 3 г/т - это дало 1500 т. металла. Золотой запас Римской империи во времена Юлия Цезаря составлял 1,0...1,5 тыс. т [2].

После падения Римской империи, во времена средневековья золота добывалось очень мало, и технология добычи золота существенно не менялась. Многие технические приемы, распространенные в римскую эпоху, были забыты, например метод амальгамации.

И только в 16 веке снова начали применять метод **амальгамации**, это стало возможным благодаря наличию в Испании огромного ртутного месторождения - Альмаден. В этом методе увлажнённая дроблённая порода смешивалась с ртутью и подвергалась дополнительному измельче-



Рис.3. Коренная золотая руда [13]

нию в дробилках. Амальгаму золота - соединение ртути с золотом, извлекали из получившегося шлама промывкой, после чего ртуть отгоняли из собранной амальгамы и использовали повторно [2].

Современная гидрометаллургическая технология переработки золота начинается в Африке в 19 веке

С ускорением развития научно-технического прогресса, добыча золота с середины 19 века начала набирать новые обороты. В 1821 г. в России, на Урале и в Сибири стали добывать россыпное золото [4], в 1823 г. стали добывать золото в Канаде, в 1848 г. были открыты богатейшие россыпи Калифорнии, в Австралии разработка золотоносных россыпей началась в 1851 г. Появление этих новых центров добычи золота, сразу дало ощутимый толчок мировой добыче [2]. В это время основным способом была гидравлическая добыча и включала разрушение аллювиальных отложений (россыпей) с помощью струй воды высокого давления.

В 1886 году в ЮАР было открыто крупнейшее в мире месторождение «Витватерсранд» (*от афр. Witwatersrand - хребет белой воды, произошло от названия хребта*) или Ранд, которое в значительной мере вносило коррективы в мировую добычу золота до конца 20 века. В 1970 году в ЮАР был зафиксирован рекордный уровень годовой добычи золота в одной стране, более 1000 тонн, который вряд ли будет побит. На сегодня из рудных тел этого месторождения добыто около 48000 тонн золота [3].

Южноафриканское месторождение было не россыпным, а коренным, где золото находится в крепкой породе – золотоносных конгломератах (фото.5). При определенных условиях много миллионов лет назад, окатанные камушки кварца, кальцита и других минералов были сцементированные глиной в которой содержалось золото. Эта сцементированная масса довольно твердая и называется конгломератами. С помощью струи воды, пусть даже под большим давлением, коренное золото (в данном случае конгломераты) извлечь нельзя. При добыче золота в ЮАР основным методом стал гидрометаллургический метод с применением цианидов. Золотоносные конгломераты сначала дробили и измельчали для разделения золотоносного цемента и незолотоносных окатанных камушков кварца, а затем цемент обрабатывали цианистым раствором для растворения золота. Это в значительной мере уменьшило себестоимость добычи, а также улучшило качество добытого золота. Растворимость золота в растворе воды и цианида была обнаружена в 1783 году Карлом Вильгельмом Шееле, но только в конце 19-го века был разработан промышленный процесс [5]. В 1887 году Джон Стюарт Макалтур, работая в сотрудничестве с братьями д-ром Робертом и доктором Уильямом Форрестом для компании Tennant в Глазго (Шотландия) разработал процесс Макалтура-Форреста для добычи золотых руд. Путем перемешивания измельченной руды в цианидном растворе было достигнуто извлечение до 96% золота. Этот процесс был впервые использован в промышленном масштабе в Витватерсранде в 1890 году, что привело к буму инвестиций, поскольку были открыты более крупные золотые прииски. В 1896 году Бодлендер



подтвердил, что для этого процесса необходим кислород, в чем сомневался Макартур, и обнаружил, что перекись водорода образуется в качестве промежуточного продукта [5]. Кроме Шееле, значительный вклад в изучение растворения золота в цианистых растворах внесли Багратион (1844), Элснер (1846) и Фарадей (1847), а химическая реакция между золотом и цианидом натрия носит название «уравнение Элснера» (Elsner's Equation).

Использование цианистого процесса для переработки золотых руд произвело революцию в начале 20-го века. Теперь переработка золотосодержащих руд стала более эффективной, рентабельной и широко применяемой. Далее процесс цианирования только совершенствовался. Самым прекрасным свойством цианирования была очень низкая концентрация цианидов для растворения золота. Достаточно растворить 200...300 мг/л цианистого натрия в теплой воде, чтобы все золото в руде растворилось. Низкая концентрация цианидов при цианировании сначала была определена опытным путем, но затем в 1967 году, Хабаши объяснил причину этого. Для растворения золота в цианистых растворах требуется очень малая энергия активации, и если увеличивать концентрацию цианидов, то реакция не только не ускорится, а наоборот замедлится. При увеличении концентрации цианидов на поверхности золотин образуется соляная корка, которая замедляет процесс растворения.

В 2000 году Гузман определил положительное влияние свинца, ртути, висмута и таллия на скорость растворения золота в цианистых растворах. Добавление свинцовых солей в цианистые растворы уже были распространенной практикой, направленной на противодействие вредному воздействию сульфидов, в то время как ртуть, висмут и таллий не используются из-за их чрезвычайно высокой токсичности [6].

Каталитическая активность свинца при анодном растворении золота заключается в образовании золотосодержащих сплавов, таких как $AuPb_2$, $AuPb_3$ и металлического свинца на поверхности золота. Эти сплавы занимают некоторые участки поверхности на золоте и препятствуют образованию полимеризованной пленки $Au(CN)$ и некоторых других пассивирующих видов. Однако чрезмерный свинец замедляет анодное растворение золота путем образования пассивного слоя $Pb(OH)_2$ на поверхности золота [7]. Небольшое количество нитрата свинца, не более 2 мг/л, увеличивает скорость растворения золота. Однако скорость растворения начала снижаться при концентрациях свинца выше 2 мг/л.

Вредное воздействие мышьяка и сурьмы при цианировании наблюдается при pH выше 12

В случае присутствия сульфидов – пирита, арсенопирита, реальгара, антимонита, добавление нитрата свинца тоже влияет положительно. Пассивация золота сурьмой может быть уменьшена путем добавления $Pb(NO_3)_2$ и/или понижением pH. Высокий уровень растворенного кислорода (DO) не оказало положительного влияния на кинетику выщелачивания золота в присутствии Sb [7].



Рис.4. Амальгамация золота. Слева золотые зерна покрытые ртутью (амальгама) [13]

Растворимость сульфидных минералов в цианистых растворах исследовалась полвека назад Хедли и Табачник (1958). Они обнаружили порядок убывания растворимости в цианистом растворе для наиболее распространенных сульфидных минералов – пирротин- марказит - пирит. Минералы мышьяка и сурьмы не образуют стабильных цианидных комплексов. Растворимость этих минералов зависит от pH. При значении pH 12, аурипигмент, антимонит и реальгар значительно растворяются. При значении pH 10, только аурипигмент заметно растворяется.

Уравнение Элснера показывает, что кислород является критическим для растворения золота. Максимальное содержание растворенного кислорода в разбавленном цианидном растворе 8,2 мг/л при 25°C. Обычно цианирование ведется при pH выше 10 и концентрации O_2 больше, чем 6 мг/л. Если концентрация растворенного кислорода опускается ниже 4 ppm, скорость растворения золота значительно снижается. С другой стороны, растворение золота заметно увеличивается, если концентрация растворенного кислорода поднимается выше 10 мг/л. Обогащенная кислородом операция - это операция, проводимая путем барботирования кислорода в пульпе. Это означает, что пропускную способность можно увеличить, используя более высокое содержание растворенного кислорода.

Сорбционное цианирование – основной промышленный процесс извлечения золота из золотосодержащих руд.

Для получения золота из цианистых растворов с 1888 года использовался цинк. Он применялся либо в виде

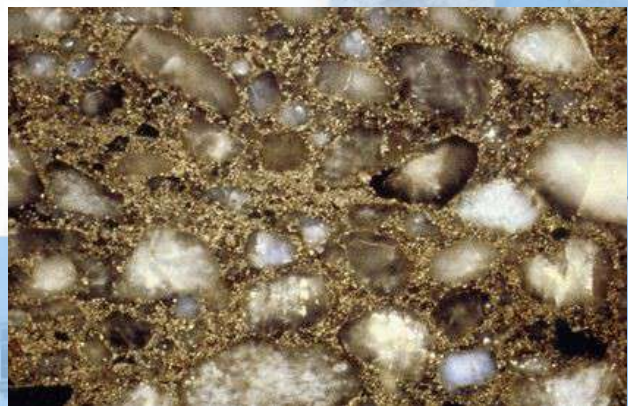


Рис.5. Золотосодержащий конгломерат (ЮАР) [13]



Рис.6. Мелкое золото в кварцевой руде [13]

пыли, либо стружки. Процесс осаждения золота с помощью цинка был хорошо известен под названием процесса Меррил-Кроу (Merrill-Crowe). Недостатком этого процесса было то, что его можно применять только для чистых растворов. Поэтому перед осаждением пульпу после цианирования подвергали сгущению и фильтрации. Эти операции делали весь технологический процесс, более дорогим.

Следующим новым процессом, который повлиял на технологию переработки золотосодержащих руд стало добавление активированного угля в золотосодержащие цианистые растворы для извлечения золота. В 1927 году Гросс и Скотт из Горного бюро США опубликовали обширный отчет об использовании древесного угля для извлечения золота и серебра из раствора цианида [6].

Однако, новый метод не сразу пришел на замену методу Меррил-Кроу. Применение активированного угля содерживалось тем, что не было технологии извлечения золота из насыщенного угля, а получение золота сжиганием насыщенного угля было слишком дорогим.

Современное применение активированного угля в качестве альтернативы процессу Меррил-Кроу произошло только после разработки процесса Задра (Zadra, J.B., 1952), процесса десорбции золота из насыщенного активированного угля с использованием крепких цианистых растворов и со встроенным электролизом. С 70-х годов прошлого столетия процессы цианирования, осаждения на активированный уголь, процесс Меррил-Кроу, и метод Задра, успешно применяются в промышленности [6].



Рис.7. Ласкорин Б.Н [13]

Как альтернативу процессам с активированным углем, Мерил-Кроу и Задра, можно рассмотреть развитие золотодобывающей промышленности в Советском Союзе.

В 20-м веке в мире действовали два различных гидрометаллургических процесса по переработке золотосодержащих руд

В конце 60-х годов прошлого столетия в Советском Союзе был введен в эксплуатацию золотодобывающий гидрометаллургический комплекс в Узбекистане, который впоследствии стал известен как Мурунтау (Muruntau). В переработку были вовлечены золотые руды с мелким золотом, для которых в то время не существовало приемлемой технологии. Эксплуатация нового комплекса, по известным причинам, осуществлялась в строго засекреченных условиях, поэтому информации о работе комплекса в свободной прессе, практически не было. Такие «инкубаторские» условия работы комплекса привели к независимому или другому, отличному от западного, направлению развития технологии добычи и переработки золотосодержащих руд. Для доказательства сказанного можно вспомнить, как развивалась советская золотодобывающая промышленность в 60-х годах прошлого столетия.

Советская золотая технология разрабатывалась на базе существующей урановой гидрометаллургической технологии. В конце 50-х годов прошлого столетия под руководством советского ученого Ласкорина Бориса Николаевича, была разработана новейшая технология получения закиси-оксида урана из урановых руд месторождения Учкудук. Новая технология предусматривала выщелачивание (растворение) урана с помощью серной кислоты из измельченной урановой руды. Далее в кислую измельченную урановую руду с растворенным ураном, добавлялась мелкая синтетическая дробь размером чуть более 1 мм. Эта дробь забирала в себя весь растворенный уран. Затем с помощью обыкновенного сита дробь, насыщенная ураном отделялась от измельченной руды. Дробь насыщенная ураном промывалась, с помощью специальных реагентов, уран смывался с дроби, и осаждался в виде желтого осадка. Далее желтый осадок прокаливался в печи и получался темно-коричневый порошок закиси-оксида урана. Простая на первый взгляд технология являлась первым переделом в длинной цепочке технологических циклов по получению атомного оружия для Советского Союза. Синтетическая дробь, которая забирала уран из измельченной руды, называлась ионообменной смолой. Ноу-хау новой технологии заключалось в составе и применении этой смолы. Новая технология первоначально называлась бесфильтрационный метод переработки урановых руд [8], а когда данная технология стала широко применяться в промышленности (в основном в советской), и немного сняли секретность, то называться она стала технологией сорбционного выщелачивания урановых руд.

Слово «бесфильтрационный» утратило свой смысл, потому что новая технология была настолько успешной, что никто уже не вспоминал, что технология разрабатывалась для того, чтобы исключить дорогую операцию фильтрации пульпы. Новая урановая технология была внедрена



в 1964 году на гидрометаллургическом заводе №1 в г. Навои.

Всего через 5 лет на базе урановой технологии, Ласкорин разработал технологию, переработки бедных золото-содержащих руд, где одним из ну-хау тоже была ионообменная смола. Принципиально золотая технология мало, чем отличалась от урановой. В измельченную золотосодержащую руду тоже добавлялся растворитель для извлекаемого металла. Здесь для растворения добавлялась не серная кислота, как в случае с ураном, а известный растворитель золота - цианид натрия. Для извлечения растворенного золота из измельченной руды (пульпы), Ласкорин создал новую ионообменную смолу, которая селективно извлекала только золото.

Новая технология первоначально тоже имела другое название – технология сорбционного-выщелачивания бедных золотосодержащих руд из пульп, но затем слова «бедные» и «из пульпы» потеряли смысл. В 60-х годах «бедными» считались руды с содержанием золота – 3 г/т, но со временем такие руды стали рядовыми и даже богатыми. Со временем на всех новых золотоизвлекательных заводах Советского Союза стали внедрять эту технологию, и получалось, что все новые заводы извлекают золото из пульпы т.е. прежнее отличие исчезло. Со временем новая технология приобрела свое современное название – технология сорбционного-выщелачивания золотосодержащих руд. В 1969 году данная технология была внедрена на ГМЗ-2.

Такой затянутый экскурс в историю сделан для того, чтобы показать независимость развития западной и советской технологий гидрометаллургической переработки золотосодержащих руд.

Чем же отличаются эти две технологии друг от друга?

1.1. Советская технология была разработана от начала и до конца или как сейчас говорят «под ключ» для золотосодержащих руд с мелким золотом. Это была совершенно новая, для того времени, технология. Доля новых технологий т.е. разработанных специально для ГМЗ-2, составляла более 90%.

- впервые стало применяться полусамозмельчение руд;
- впервые стала применяться технология оборотного водоснабжения;
- впервые стала применяться технология сорбционного выщелачивания золота;
- впервые стала применяться технология десорбции и регенерации ионообменной смолы;
- впервые стала применяться технология аффинажа золота, с получением слитков с содержанием золота 99.99%.

Из готовых технологий, которые применили при строительстве ГМЗ-2, было только крупное дробление и складирование хвостов.

На Западе, как сказано выше, такая технология разрабатывалась частями. Сначала был разработан цианистый процесс, только через 30 лет был разработан «угольный» процесс, и еще 20 лет понадобилось чтобы появился про-



Рис.8. Золотосодержащий пирит [13]

цесс Задра. Это первое отличие – советская технология была разработана полностью всего за 5 лет, западная технология разрабатывалась в течение 50..70 лет, с перерывами по 20...30 лет.

1.2. Но основным отличием двух технологий является тип сорбента применяемого для извлечения растворенного золота. В советской технологии применяется ионообменная смола, в западной – активированный уголь. В.В. Лодейшиков, один из («последних из могикан») представителей советской золотоизвлекательной технологии, в своей статье [7] показывает некоторые преимущества смоляной технологии:

- меньшая загрузка смолы по сравнению с углем;
- более высокая емкость смолы по золоту;
- более низкие механические потери с хвостами.

1.3. Для десорбции золота в советской технологии применяется тиомочевина, в западной крепкий раствор цианистого натрия.

1.4. Конечным продуктом советской технологии являются слитки золота с содержанием золота 99.99%, в западной технологии конечным продуктом является, так называемый сплав доре с содержанием золота от 80 до 90%.

Какая из технологий оказалась лучше, может решать любой, но в настоящее время обе технологии продолжают развиваться и применяться в промышленности, взаимно дополняя друг друга.

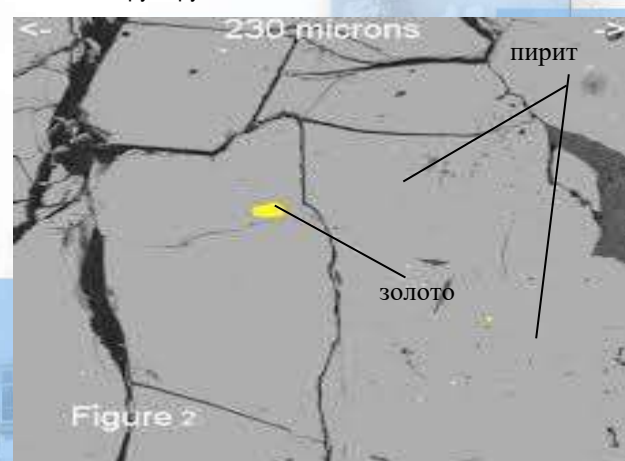


Рис.9. Микронное золото в пирите

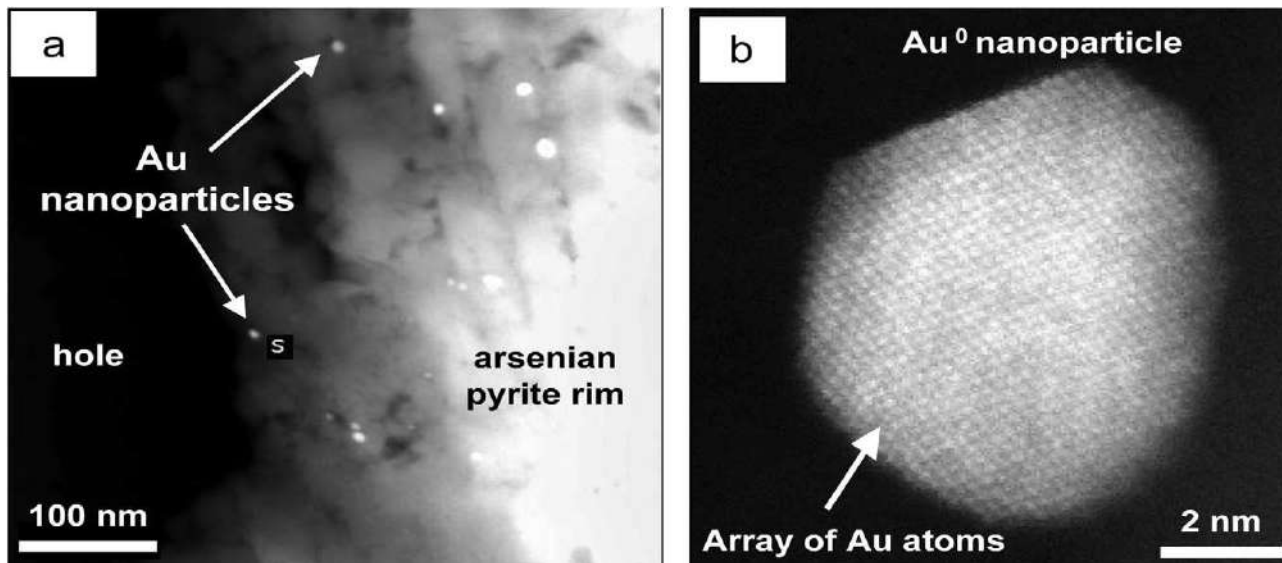


Рис.10. Нанозолото в мышьяковистом пирите [13]

Переработка упорных золотосодержащих руд

Рассмотренные технологии сорбционного выщелачивания золотосодержащих руд, как западная, так и советская, предназначены для так называемых «легкоцианируемых» руд или, как говорят на западе, для свободно измельчаемых (free milling) руд. Если говорить о крупности золота, то эти технологии предназначены для мелкого золота.

Геологам давно известен другой тип золотосодержащих руд, это так называемые сульфидные руды с еще более мелким - микронным золотом. Это золото обнаружить очень трудно. На фото 8. изображен очень красивый минерал, очень похожий на золото. Но это не золото – это минерал серы и железа – пирит. Новички его часто путают с золотом. Другое название пирита – золото дураков. Но в пирите иногда содержится настоящее золото, и его не видно, потому что оно очень мелкое, размером всего несколько микрон. Микронное золото в пирите можно разглядеть только в микроскоп (рис. 9.).

Такое золото плохо извлекается по вышеописанным технологиям, сульфидные руды содержащие это золото называются упорными золотосодержащими рудами (refractory gold ore).

Упорные руды требуют предварительной обработки, чтобы цианирование было эффективным при извлечении золота.

Упорная руда содержит кроме пирита, другие сульфидные минералы (арсенопирит, антимонит). В состав упорных руд часто входят органический углерод, глинистые минералы, или и то, и другое вместе. Сульфидные минералы представляют собой непроницаемые для цианистого раствора, минералы, которые закрывают частицы золота, что затрудняет растворение золота.

Природный органический углерод, присутствующий в золотой руде, может адсорбировать растворенные золотоцианидные комплексы во многом так же, как активированный уголь или смола. Этот так назы-

ваемый «preg-robbing», когда природный углерод, насыщается золотом и смывается в хвосты, потому что он значительно более мелкий, чем сетки, используемые для извлечения активированного угля. Глинистые минералы тоже могут сорбировать на себя растворенное золото и как природный уголь смываться в хвосты.

Варианты предварительной обработки упорных руд включают:

- Окислительный обжиг;
- Биоокисление;
- Окисление под давлением (автоклавное окисление);
- прямая плавка с медным штейном.

Процессам предварительной обработки упорных руд может предшествовать концентрация золота – это обычно флотация и гравитация.

Окислительный обжиг используется для окисления серы и органического углерода при высоких температурах с использованием воздуха и/или кислорода.

Биоокисление включает использование бактерий, которые способствуют реакции окисления сульфидов в водной среде.

Окисление под давлением является водным процессом удаления серы, осуществляемым в непрерывном автоклаве, работающем при высоких давлениях и несколько повышенных температурах.

Прямая плавка с медным штейном использует свойство расплавленной меди, коллектировать золото.

После предварительной обработки упорных руд применяются методы извлечения золота. Обычно это традиционный цианистый процесс с углем или смолой.

Как и в случае с мелким золотом, здесь, тоже развивались два параллельных, независимых направления – советское и западное. Но в отличие от мелкого золота, для микронного золота в Советском Союзе успешной технологии разработать не удалось. На Западе результаты оказались успешнее.



В 1961 году геологи компании Newmont открыли месторождение микронного золота в Карлине (штат Невада), в 1965 году был получен первый слиток карлинского золота [11]. За период с 1965 по 1998 год компания Newmont произвела 27,3 млн унций (849 т) золота.

В 1962 году на карлинское месторождение «пришла» компания Баррик (Barrick), которая тоже применила почти все известные процессы предварительной обработки упорных руд. Автоклавное окисление применяется с 1998 года, а окислительный обжиг с 2000 года [12].

Всего на месторождении Карлин с начала эксплуатации, компания Баррик произвела 42,8 млн. унций (1285 тонн) золота.

Обе компании, Newmont и Баррик, начиная с момента выпуска первого микронного золота, и по настоящее время продолжают развивать технологии по извлечению микронного золота. Поговорка «*нужда-мать изобретения*» («*necessity is the mother of invention*»), действительно отражает импульс, который заставил эти компании сосредоточиться и развивать спектр золотых технологий по извлечению микронного золота.

На сегодняшний день самым развитым районом по добыче микронного золота является штат Невада. Семьдесят два процента производства золота в Неваде в 2008 году было получено при переработке упорных золотых руд. Богатые упорные руды обрабатываются либо методом обжига в Carlin (Mill 6), либо в автоклавах в Twin Крики. Бедные упорные руды перерабатываются в Карлине либо биоокислением с флотацией, либо прямая флотация на заводе № 5. Упорные руды на заводе Феникс флотируются и медно-золотой концентрат продается на плавильный завод. Флотационные хвосты обрабатывают в цианидном цикле с углеродом в выщелачивании для извлечения оставшегося золота.

Как и во всех металлургических процессах рудная минералогия в конечном итоге диктует выбор пути извлечения ценного металла. Минералогия карлинских руд оказалась чрезвычайно сложна. Разгадывание всех нюансов нахождения золота в сульфидах была проблемой при минералогических исследованиях, так как большая часть золота была не видна под самым сильным оптическим микроскопом. Тем не менее, после очень трудоемких исследований американские ученые определили две основные формы нахождения карлинского золота [11]:

- коллоидное золото, вкрапленное в пирит и арсенопирит;
- золото в виде твердого раствора в сульфидной матрице.

По содержанию природных углистых веществ руды разделили на (0.25...0.8% С) углистые и неуглистые (0.06...0.25% С).

После минералогических исследований были проведены работы по оптимальной технологии извлечения таких форм нахождения золота.

Первым промышленным процессом извлечения микронного золота стал процесс хлорирования с последующим сорбционным цианистым выщелачиванием, используемый

компанией Newmont в течение 1970-х и 1980-х годов. Упорную руду обрабатывали жидким хлором для окисления сульфидов и удаления углистых веществ. В 1967 году Горное Бюро США открыло технологическую лабораторию на руднике Reno Nevada. Лабораторные исследования показали, что вредные эффекты углистых веществ в упорных рудах Карлина могут быть преодолены с помощью окислителей в пульпе. После многочисленных опытов Горное Бюро США, Newmont Exploration Limited и Carlin Gold Mining Company, выбрали в качестве окислителей для карлинских руд, два окислителя – жидкий хлор и гипохлорита натрия [11]. Завод по переработке упорных руд методом хлорирования был введен в эксплуатацию в 1971 г.

Технологическая схема включала измельчение, сгущение, нагрев пульпы до 27-38°C, барботаж нагретой пульпы жидким хлором. Общее время хлорирования составляло 20 часов. Емкости были резиновыми облицованные и покрытые снаружи полиуретаном для изоляции. Отработанные газы из крытых емкостей поступали в скруббер, где циркулировал раствор кальцинированной соды. Реакция между хлором и кальцинированной содой образует натрий гипохлорита, который возвращался в контур, чтобы реагировать с пульпой.

Завод хлорирования превзошел все ожидания, извлечение золота составило от 83 до 90%. Во время работы завода было установлено, что предпочтительные условия pH хлорирования находятся в диапазоне 2,5-5. При очень низком pH (<2) использование хлора малоэффективно из-за высокого давления паров хлора. В результате концентрация реагирующего хлора (HClO) в растворе является низкой. Newmont получил патент на процесс хлорирования.

В 1977 году на месторождении Карлин был установлен новый процесс окисления называемый «двойное окисление», включающий высокую температуру (от 80 до 86°C) аэрации с последующим хлорированием. Нагрев пульпы нужен был для увеличения реакционных свойств пирита и углистых веществ. При хлорировании происходило окисление этих двух упорных компонентов, при значительном снижении потребления хлора. Процесс «двойного окисления» значительно сократил потребление хлора, однако, со временем потребление хлора неуклонно возрастало по мере изменения руды с глубиной (увеличение сульфидов), и к 1981 году потребление хлора составило около 23-36 кг/т углеродистой руды. Для процесса был предоставлен ряд патентов.

Исследования проведенные в 1980-х годах для сокращения потребления хлора привели к развитию процесса «Быстрое хлорирование» («Flash Chlorination»). Низкое потребление хлора было достигнуто путем улучшения агитации, благодаря новой конструкции рабочего колеса для обеспечения высокой скорости перемешивания и улучшения взаимодействия газ-жидкость-твердое вещество. Лабораторные испытания также показали значительное увеличение извлечения золота по сравнению со стандартным процессом хлорирования Карлина. В ходе исследования было замечено, что руды, содержащие низкие количества карбонатных минералов имели низкое извлечение золота.



Это объясняется низкими потенциалами нейтрализации (Eh) для этих руд во время стандартного хлорирования. Контролируя pH хлорирования каустической содой или известью или путем смешивания руд с высокими кальцитовыми/доломитовыми рудами, проблема руды успешно решалась. Обычное время хлорирования составляло 2-4 часа, а новый «Flash Chlorination» уменьшил время до 5-15 минут. Полномасштабная установка для хлорирования пульпы, разработанная совместно Outokumpu Engineering (Денвер) и Newmont Gold была установлена и протестирована в 1987 и 1988 годах. Добыча золота увеличилась на 4,5% по сравнению со стандартным хлорированием. Newmont получил патент на этот процесс.

К концу 1980-х годов у Newmont было около 20 миллионов унций золота, связанного с углеродистыми сульфидными рудами, которые были неэкономичными для переработки хлорированием. Окисленные и малосульфидные руды быстро истощались, и было необходимо найти технологию для экономически выгодного извлечения золота из сульфидных руд с высоким содержанием угля. В 1988 году Newmont начал исследования и разработал программу для обработки упорных золотосодержащих руд, которая окисляла бы как сульфидные, так и углеродистые (преграбирующие) материалы. Прямая химическая обработка, окисление под давлением, флотация и обжиг исходной руды. Сотни испытаний были проведены и буквально сотни химикатов были проверены для потенциального использования. Был разработан низкотемпературный режим окисления всей руды методом обжига с добавлением кислорода. Исследовательская группа Newmont а обнаружила, что обогащение воздуха кислородом позволила обеспечить оптимальную температуру обжига ниже обычных температур. Оба огнеупорных компонента в руде «удалялись» при более низкой температуре, что обеспечивало жизнеспособный процесс извлечения золота из углеродистых сульфидных руд.

После успешных лабораторных и пилотных испытаний по обжигу всей руды, был построен и введен в эксплуатацию в конце 1994 года завод № 6 (Mill № 6). Технологическая схема включала дробление, сухое измельчение, предварительный нагрев руды, обжиг, утилизацию отходов, очистку газов, производство серной кислоты и извлечение золота традиционной CIL технологией. Обжиговая схема на заводе № 6 включала много новых технологий, в том числе продувку воздухом двухкамерной шаровой мельницы с сушильной камерой. Такая мельница выполняла одновременно сушку, первичное измельчение и вторичное измельчение.

Еще одним нововведением была печь непрерывного псевдоожиженного слоя (CFB), самой новой в золотодобывающей промышленности в то время.

Рабочие параметры для печи требуют температур около 550°C с обогащением кислородом и максимальным временем удерживания 10 минут. Почти все сульфиды, и примерно 30% органического углерода в этих условиях окисляются. Требуется дополнительное время удерживания от 20 до 24 минут, при температуре, предусмотренной для охла-

ждения огарка. Текущие исследования в эти годы привели к дальнейшему улучшению обжига всей руды. Newmont получил ряд патентов по обжигу всей руды.

В начале 1990-х годов Newmont провел обширную тестовую программу по использованию окисления под давлением для обработки сульфидных углеродистых упорных золотых руды из рудника Twin Creeks в Неваде. Результаты показали, что после окисления под давлением, выщелачивание золота (CIL) протекало успешно, хотя в руде присутствовал природный органический углерод. Лабораторные испытания сульфидных руд показали, что оптимальные условия эксплуатации включали измельчение до 80% класса -21 мкм, температура 225°C, давление 690 кПа, добавление кислорода, и 120 минут времени окисления.

Были начаты обширные пилотные исследования, чтобы подтвердить результаты испытаний на окисление в лабораторных условиях. Однако при пилотных испытаниях извлечение золота получили всего 49% вместо 92% при лабораторных исследованиях. Была уменьшена температура автоклава от 225°C до 200°C, это увеличило извлечение, однако все еще на 12% ниже лабораторного.

Предполагалось, что одна из возможных причин низкого извлечения золота была высокая концентрация кислоты в автоклаве. Известняк был добавлен в проблемные руды и извлечение золота увеличилась с 68% до 95%. Было также обнаружено, что смешивание руд улучшает процесс. Однако, рудное смешивание требует особого внимания. Например, 95% извлечения золота было достигнуто с использованием рудных смесей, состоящих из 56% проблемных руд. Когда доля проблемных руд увеличилась до 75%, извлечение золота уменьшилась до 70%.

Исследования с помощью электронного микроскопа показали, что была тесная ассоциация золота с органическим углеродом в автоклавном продукте. Однако никакой ассоциации не было для необработанных образцов руды. На этом этапе предположили, что золото растворяется хлоридами и впоследствии сорбируется на органический углерод в руде. Анализ проблемных руд подтвердил наличие хлоридов, то есть загрязнение из комбинации хлорид калия (используется в качестве добавки в буровом растворе) и соляной кислотой, используемой в полевых условиях для определения наличия карбонатов. Результаты автоклавного окисления без хлоридов показали резкое увеличение извлечения золота до 92%.

Как лабораторные, так и экспериментальные данные подтвердили, что окисление под давлением было подходящим способом для обработки руд Twin Creeks. Трудности встречались с рудами, содержащие низкие уровни карбонатов. Это приводило к условиям, позволяющим растворять золото хлоридами. Осаждение этого золота на органическом углероде привело к низкому извлечению золота цианированием. Контроль уровня кислоты либо путем добавления известняка и/или доломита, либо надлежащего смешивания руд в автоклаве было эффективным средством преодоления этой проблемы. Понижение температуры было также эффективно. Ряд патентов на окисление под давлением был предоставлено Newmont.



В начале 1990-х Newmont инициировала исследовательскую программу по разработке экономически выгодного процесса для бедных (0,93-3,10 г/т золота) упорных руд. Обычно эти руды требуют предварительного процесса обработки (такие как окисление под давлением или обжиг), чтобы сделать их пригодными для цианирования. Бедные руды требуют стадии концентрирования перед предварительной обработкой для того, чтобы комбинированные процессы были экономически целесообразными. Обычно для концентрирования руды используется флотация. Было обнаружено, что флотация с использованием воздуха дает плохие результаты из-за окисления реакционноспособного и тонкодисперсного золотосодержащего мышьяковистого пирита в руде. Технология флотации с использованием азота для создания инертной атмосферы во время измельчения показала, что флотация значительно улучшает извлечение золота.

На начальном этапе разработки технологии, было проведено много экспериментов по флотации различных типов руд. Технико-экономическое обоснование было завершено в 1995 году и была сделана рекомендация о строительстве флотации N2TEC на золотом руднике Lone Tree в Неваде. Строительство завода началось в 1996 году, и запуск завода в 1997 году. На заводе были установлены оригинальные флотационные машины с рециркуляцией азота, полученным при производстве кислорода. Процесс N2TEC успешно эксплуатировался с 1997 по 2007 год. Для N2TEC был предоставлен ряд патентов, и последующий патент по флотации минералов платиновой группы.

Newmont использовал возможности окисления сульфидных минералов с помощью микроорганизмов (бактерий) для разработки процесса предварительной обработки более бедных (0,09-2,0 г/т золота) сульфидных упорных золотых руд в Карлине. Разработка запатентованной био-кучи Newmont (Технология BIOPRO™) для выщелачивания бедных упорных золотых руд началась в 1989 году и охватывала многие лабораторные анализы, экспериментальные испытания и крупномасштабные испытания, демонстрационные испытания завода в конце 1990-х годов. Биокислительный процесс предварительной обработки кучи включает дробление руды с последующим применением раствора, содержащего микроорганизмы в руде, руда укладывается на кучу на пластиковое основание.

Коммерческая эксплуатация на руднике Карлин в начале 2000-х годов состояла из дробления руды до минус 13 мм и затем выщелачивания биокучи в течение примерно от 150 дней до 270 дней, в зависимости от содержания сульфидов. Руду затем удаляют с панели предварительной обработки, промывают и транспортируют на завод № 5 Carlin. Руда на заводе измельчается и перерабатывается по технологии CIL.

Через несколько лет на заводе № 5 была установлена флотация для удаления неокисленных сульфидов. Концентрат сульфидной флотации завода № 5 служил дополнительным запасом для завода № 6 и других автоклавных установок Newmont в штате Невада. Ряд патентов были получены.

Newmont разработал тиосульфатную технологию для извлечения золота из бедных углеродистых сульфидных упорных руд, содержащих преграбированный материал. Были разработаны:

- комбинированный процесс биоокисления-тиосульфатной кучи для высокосернистых руд;
- прямого тиосульфатного выщелачивания для мало-сернистых руд.

Процесс медно-аммоний-тиосульфатного выщелачивания очень сложная система. Успешное развитие и использование тиосульфатного процесса зависит от подробном знании системы и контроле химии раствора. Максимальный контроль процесса для обеспечения стабильности системы тиосульфата является важным фактором успеха, особенно если он применяется в куче выщелачивания. В отличие от цианида, тиосульфатные ионы метастабильны и имеют тенденцию к химическому разложению, особенно в присутствии сульфидов и меди. Разложение тиосульфата приводит не только к потере растворителя, но также приводит к образованию сульфидов, которые, в свою очередь, пассивируют золото и ограничивают скорость выщелачивания.

Процесс выщелачивания тиосульфатом аммония был успешно испытан на лабораторных и пилотных заводах. Демонстрационная установка для кучного выщелачивания эксплуатировалась с 1996 года по 1999 год. Около 1,3 млн. тонн бедной углеродистой упорной руды, содержащей от 1,4 до 2,4 г/т золота, было уложено на кучу для выщелачивания в Карлине с помощью тиосульфата аммония и произвели около 55 800 (1650 кг.) унций золота. Каждая укладка составляла около 320 тыс. тонн руды. Добыча золота была достигнута с медной порошковой цементацией. После извлечения золота бедный раствор возвращался обратно в кучу для выщелачивания. Технология тиосульфатного выщелачивания была разработана в то время, когда цена золота снизилась и добывать такое золото стало невыгодно. В результате все работы по тиосульфатному выщелачиванию были приостановлены. Newmont получил патент на тиосульфатное выщелачивание золота.

Кучное выщелачивание золота в Неваде может пострадать из-за низкого извлечения в определенных частях кучи из-за слишком быстрого или слишком медленного движения выщелачивающих растворов. Уплотнение кучи, переизмельчение или наличие глины в конструкции кучи обычно создают эти условия. Первая задача для оператора кучного выщелачивания – найти «сухие» зоны (куда раствор не поступает). До недавнего времени «сухие» зоны в куче определялись путем бурения; однако это дорогостоящий процесс и не всегда с надежной техникой. В последние 10 лет 3D картины удельного электросопротивления кучи оказались достаточно чувствительным, чтобы обнаружить такие зоны внутри кучного выщелачивания и таким образом активировать «целевую» обработку этих зон. Для обработки этих «целевых областей» Newmont адаптировал технологию из нефтяной промышленности (технология гидроразрыва под высоким давлением), которая позволяет выщелачивать золото в недоступных («underleached») областях кучи. Эта техника называется Hydro-Jex стимуляция.



Добиться успеха повторного инъекционного выщелачивания можно с помощью 3D-электросопротивления высокого разрешения.

Процесс Hydro-Jex в настоящее время используется на четырех кучах в штате Невада. Hydro-Jex и 3D-сопротивление высокого разрешения - эти инструменты теперь доступны для операторов кучного выщелачивания, которые могут улучшать извлечение металлов.

Тиоцианатная технология. Одной из важных особенностей тиоцианатной технологии является способность выщелачивать золото в кислых растворах, избегая при этом проблемы, связанные с нейтрализацией и переработкой материалов для добычи золота. Одной из важных характеристик тиоцианатного иона является то, что он образует стабильные и растворимые комплексы аутиотиоцианата, и аритиоцианата. При соответствующих окисленных условиях, тиоцианат может растворять золотой металл в качестве ауриус-комплекса или аурического комплекса в зависимости от тиоцианата и окислительного потенциала. Как правило, сульфат трехвалентного железа, доступный при окислении сульфидных минералов (например, биоокисление и выщелачивание под давлением) может использоваться в качестве окислителя для выщелачивания золота. Выщелачивание золота в кислом растворе тиоцианата требует относительно высокого окисления. Тиоцианат в таких условиях термодинамически не стабилен, однако разложение тиоцианата окислением трехвалентного железа происходит очень медленно. Исследования также показали, что при выщелачивании золота тиоцианатами такие минералы как халькоцит, борнит, ковеллит, энаргит, будут окисляться.

Были проведены лабораторные исследования по тиоцианидному выщелачиванию золота для разных руд.

- Тиоцианатное выщелачивание продукта автоклава (8,4 г/т золота) проходила в лабораторном реакторе с перемешиванием в течение 6 часов. Расход тиоцианата составил от 0,07 до 0,25 кг/т руды. Извлечение от 94 до 97%. Для сравнения бутылочный тест с цианированием-CIL извлечение составило 96%.

- В другой лабораторной оценке биоокисленная руда от Карлина была выщелочена в колонне в течение 16 дней. Извлечение золота из двух кислых тиоцианатных колонн были 52%, что на 10% выше, чем у цианистого выщелачивания. Потребление цианида было 0,3 кг/т руды, тогда как расход тиоцианат был вдвое выше.

- Тиоцианатное выщелачивание оксидной руды было проведено с использованием реакторов с мешалкой в лаборатории. Оксидная руда содержала 9,8 г / т золота и 0,09% серы. Извлечение золота варьировалось от 95% до 97% после шести часов, что по сравнению с 94% золота цианированием через 24 часа. Тиоцианата потребление колебалось от 0,14 до 0,43 кг/т руды.

Результаты показывают, что тиоцианат является гораздо более стабильным в выщелачивании оксидных руд, чем при выщелачивании сульфидных руд.

В Советском Союзе исследования по извлечению микронного золота были проведены в начале 70-х годов прошлого столетия, но опять же, из-за секретности, результаты исследований не были опубликованы. Первые промышлен-

ные исследования были проведены при открытии крупного золото-сульфидного месторождения Кокпатас (Узбекистан). Затем через несколько лет было открыто аналогичное месторождение Даугызтау, в 150 км от Кокпатаса. Эти месторождения очень похожи на Карлинские месторождения.

Но такого развития, как в США, месторождения с микронным золотом в Советском Союзе не получили. В чем причина, неизвестно. Может не было «*necessity is the mother of invention*».

После ухода Советского Союза, в разное время, 2000 году в России (месторождение Олимпиада), 2004 году в Казахстане (месторождение Суздаль), в 2008 году в Узбекистане (Кокпатас и Даугызтау), введены в эксплуатацию гидрометаллургические заводы с технологией бактериального окисления сульфидных упорных золотых руд для извлечения микронного золота.

Если сравнить технологию сорбционного цианирования для мелкого золота и технологию бактериального окисления для микронного золота, то сравнение окажется не в пользу последней. Главный недостаток технологии биоокисления для микронного золота – это очень низкое извлечение золота. В конце 90-х годов очень «модно» было говорить о новой технологии – бактериального окисления, ожидалось, что извлечение золота будет больше 90%! Однако на практике оно составило от 60 до 65%. Здесь нужно говорить о неудаче новой технологии. Но промышленные заводы с такой технологией уже построены, сделаны затраты, и нужно искать пути увеличения извлечения золота.

В Навоийском горно-металлургическом комбинате (НГМК) с самого начала пуска, с 2008 года, ведутся работы по улучшению технологического процесса. За этот период выявлены многочисленные недостатки бактериального процесса.

Во-первых оказалось, что процесс очень чувствителен к внешним условиям. При аварийном отключении электроэнергии на гидрометаллургическом заводе с технологией сорбционного цианирования для мелкого золота, опасность заключалась только в работе сгустителей (при остановке граблин сгустителя могло произойти лавинообразное осаждение измельченной руды, и «запуск» граблин становился невозможным, требовалась выгрузка всего сгустителя, а это 5...6 суток). Для бактериального процесса отключение электроэнергии на полчаса может привести к выходу из строя всего завода на 2..3 месяца, потому что отключится система охлаждения реакторов биоокисления, в результате чего температура пульпы резко повысится и бактерии погибнут. Процесс восстановления бактерий займет несколько месяцев.

Во-вторых повышенное содержание ионов хлора в используемой воде может так же вывести из строя весь завод. При содержании ионов хлора более 400 мг/л в жидкой фазе пульпы, бактерии тоже могут погибнуть. Но затем выяснилось, что даже 10 мг/л ионов хлора могут растворить все золото в пульпе, которое в свою очередь осядет на углистые вещества и смывается в хвосты.

В-третьих при бактериальном окислении так называемое углистое золото не освобождается и в дальнейшем не извлекается т.е. для углистого золота бактериальный про-



цесс бесполезен.

В-четвертых после бактериального окисления всю пульпу необходимо отмывать или фильтровать, что очень дорого и трудоемко. В 60-х годах прошлого столетия «ушли» от фильтрации из-за этого, а здесь приходится возвращаться к старым неудобствам.

В-пятых кислые растворы после фильтрации пульпы необходимо нейтрализовать щелочными продуктами;

Для решения этих проблем в НГМК:

- дополнительно закупили дизельные электрогенераторы для бесперебойной подачи электроэнергии;
- дополнительно закупили опреснительную установку воды производительностью 600 м³/час для снижения хлора в воде;
- ведется строительство обжигового завода для переработки углистого золота;
- разработана схема получения пигментов из кислых стоков процесса.

Пока не существует универсальной технологии для переработки упорных руд с микронным золотом. К каждой конкретной упорной руде необходимо подбирать тот или иной способ предварительной обработки или их сочетание.

Переработка природного нанозолота

До недавнего времени в любой публикации на тему минеральных процессов извлечения золота, не существовало раздела под названием природное нанозолото. Казалось, что модная сегодня тема нано-, это что-то фантастическое, голливудское, с подводными кораблями, которые путешествуют по кровеносным сосудам человека, сталкиваясь с эритроцитами-бубликами. Если и появлялись работы о природном нанозолоте, то они воспринимались как несерьезные. В 1996 году на гидрометаллургическом заводе № 3 Навоийского горно-металлургического комбината был проведен эксперимент по переработке золотосодержащей руды по новой технологии. По мнению автора технологии (Секисов А.Г.) извлечение золота должно было составить 1600%. Понятно, что большинство это восприняло как шутку, но все равно в глубине души думалось «А вдруг, будет чудо!». Чуда не произошло.

В 2004 году американский минералог Паленик детально исследовал карлинские золотосодержащие пириты и обнаружил частицы золота размером меньше 1 микрона. Такое золото называется нанозолотом, потому что имеет размеры в нанометровой шкале (от 1 до 1000 нм). Его и раньше находили в золотых рудах, но особого внимания оно не привлекало, потому что считалось, что его очень мало, и в принципе, золото меньше 1 микрона в природе существовать не может. Паленик показал, что концентрация нанозолота в карлинской сульфидной руде достигает 8% или 80 кг/т! Хотя такая концентрация золота в руде была не повсеместной, а только локальной, общая доля нанозолота в руде составляла больше 50%!

Предварительные исследования кокпатасского золота показали, что золото находится в сульфидах (пирит и арсенипирит) и имеет размеры в основном 3...5 микрон. Такое золото советские технологи называли тонкодисперсным зо-

лотом, ассоциированным с сульфидами, причем золото считалось не свободным, а в виде твердого раствора в сульфидах.

Однако при более детальных исследованиях кокпатасского золота удалось обнаружить частицы золота размером 0.3 микрона (в то время геологи еще не пользовались нанощкалой), и самое интересное это золото было... свободным! Более того советские минералоги правильно предсказали и форму природного нанозолота – сферическую.

К сожалению, при детальной разведке Кокпатаса, советские технологи не очень внимательно изучили работы геологов и минералогов по форме нахождения золота или не сочли нужным обращать внимание на такое золото. Поэтому технология извлечения кокпатасского золота была разработана в основном для микронного золота, вкрапленного в сульфиды. Если бы технологи обратили внимание, что в кокпатасских сульфидах есть свободное золото размером 0.3 микрона, то возможно сейчас мы бы писали об успешной и универсальной, и скорее всего уникальной технологии извлечения золота из упорных золотосодержащих руд. Но этого не произошло и при технологических исследованиях, тем не менее, были разработаны две основные схемы.

Обе схемы предусматривали предварительную концентрацию золота с помощью флотации.

По первой схеме подготовка флотоконцентрата осуществлялась с помощью окислительного обжига, с щелочной обработкой огарка и его сорбционным цианированием на смолу.

По второй схеме подготовка не проводилась, а весь флотоконцентрат направлялся на плавку с медным коллектором. Наиболее эффективной оказалась вторая схема, где извлечение составило более 95 %, против 82% в первой.

Технологические работы по Кокпатасскому месторождению были закончены в середине 70-х годов прошлого столетия. К сожалению, такого внимания, как месторождение Мурунтау, месторождение Кокпатас не получило, и его освоение было отложено на долгие 20 лет, которое оказалось неудачным (см. здесь «Переработка упорных золотосодержащих руд»).

В настоящее время проблема переработки сульфидных руд месторождения Кокпатас (и Даугызтау тоже) остается. Данная проблема является глобальной т.е. мировой проблемой, так как в мире еще не существует успешной технологии извлечения (не менее 90% при содержании 2..3 г/т) золота из упорных сульфидных руд.

Основная проблема или ошибка при разработке всех технологий переработки упорных руд, как западных, так и советских – это недостаточное внимание, и, как следствие, недостаточная изученность форм нахождения золота, особенно золота размером меньше 1 мкм.

Если бы советские технологи в 70-х годах прошлого столетия, обратили внимание на свободное золото размером 0.3 микрона, которое обнаружили советские геологи в Кокпатасе...!

Но и сегодня такой технологии не существует. Поэтому в данном разделе отсутствуют примеры технологий извле-



чения природного нанозолота .

Теоретически, извлечение нанозолота, а вместе с ним и микронного золота, выглядит достаточно ясно. В руде, не только сульфидной, присутствуют частицы золота размером 10...1 микрон (микронное золото) и частицы от 1 до

0.001 микрона (нанозолото).

Эти золотые частицы необходимо собрать вместе, все без исключения, в одном месте, расплавить их и получить слиток. На практике все гораздо сложнее.

Библиографический список:

1. Золото- история добычи. <http://goldomania.ru>.
2. К.С. Санакулов и др. «Все о золоте». г.Ташкент. « Турон zamin ziyu». 2017г. 456 стр.
3. С.С. Верхожин. «Золотодобыча в ЮАР». ОАО Иргиредмет. Золотодобыча, №205, декабрь, 2015.
4. А.В. Афанасова. «История развития и появления переработки благороднометаллических руд», реферат, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург, 2016г.
5. Gold cyanidation. <https://en.wikipedia.org/> ,june 2018.
6. Mike D Adams. «Advances in Gold Ore Processing».2005. Elsevier.
7. Baris Saymer. «Influence of lead nitrate on cyanide leaching of gold and silver from Turkish gold ores». *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 50 (2), 2014, 507-514pp.
8. Б.Н. Ласкорин «Сорбционное извлечение урана из пульпы и растворов». Атомная энергия. Том 9.Выпуск 4. Москва. 1960г.
9. Ковда Г. А., Ласкорин Б. Н., Невский Б. В. «Технология переработки урановых руд». Советская атомная наука и техника. Москва. 1967.
10. Лодейщиков В.В. Ионообменная технология извлечения золота: взгляд из «дальнего зарубежья». Часть 2. <https://zolotodb.ru/news/10402>.
11. Dunne R., LeVier M., Acar S., and Kappes R. «Keynote Address: Newmont's contribution to gold technology.» *World Gold Conference 2009, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 2009. 221...230 pp.
12. Luke Evans, P. Eng. Stuart E. Collins, P.Eng. Jason J. Cox, P.Eng. Holger Krutzelmann, P.Eng. «BARRICK GOLD CORPORATION. TECHNICAL REPORT ON THE GOLDSTRIKE MINE, EUREKA AND ELKO COUNTIES, NEVADA U.S.A.» NI 43-101 Report. Toronto, ON, Canada. April25, 2017.
13. gstatic.com

УВАЖАЕМЫЙ КУВАНДИК САНАКУЛОВИЧ!

Академия Наук Республики Узбекистан
Институт Ядерной Физики



Позвольте от имени коллектива Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан сердечно поздравить Вас и всех сотрудников Навоийского горно-металлургического комбината с 60-летним юбилеем.

Навоийский горно-металлургический комбинат является флагманом индустрии Республики Узбекистан и, несомненно, единственным предприятием в Узбекистане, осуществляющим добычу урана и поставку на экспорт готовой продукции в виде его закиси-оксида. Благодаря достижениям коллектива, Узбекистан вошел в первую десятку стран-производителей золота и превратился в динамично развивающуюся страну, успешно осваивающую свои богатейшие недра, обладающую высокоразвитым промышленным комплексом и новейшими технологиями.

Приятно отметить, что Институт ядерной физики Академии наук РУз более 50 лет плодотворно сотрудничает с НГМК в области разработки и внедрения ядерно-физических методов анализа и контроля технологических процессов, новых технологий попутного извлечения редких металлов, охраны окружающей среды и других областей.

В 1978 - 1988 гг. в ЦРУ НГМК эффективно функционировала лаборатория Института ядерной физики АН РУ. В 1983 г. на базе ЦНИЛ была создана совместная лаборатория ИЯФ и НГМК, проработавшая 17 лет. Эти две лаборатории активно внедряли в Зарафшане и Навои современные ядерно-физические методы элементного анализа и

контроля технологических процессов и внесли в эту область свой посильный вклад.

Мы рады, что с участием сотрудников ИЯФ АН РУ в рамках программы интеграции науки с производством, решен ряд актуальных научно-производственных задач. К ним относится оперативный и информативный контроль действующего производства урана и золота, разработка технологий попутного извлечения вольфрама и таких ценных элементов, как рений и скандий, переработке урансодержащих руд. Вот уже более 30 лет в практике НГМК широко используются радиоизотопные плотномеры, разработанные в ИЯФ АН РУз.

По результатам выполненных работ оформлено более 50 научных отчетов, получено около 30 патентов, авторских свидетельств на изобретение и внедрено в производство более 30 законченных научных разработок, с существенным экономическим эффектом, опубликовано более 100 научных статей, подготовлены высококвалифицированные кадры, в том числе кандидаты и доктора наук. Наш Институт и впредь открыт для активного и взаимовыгодного сотрудничества с вашим предприятием.

Желаем вам, дорогие друзья здоровья, счастья и дальнейших успехов на благо и процветание Республики Узбекистан.

Директор ИЯФ АН РУ, академик Юлдашев Б.С.

УДК 556.3.04:556.332.52:553:575.1

© Ибрагимов А.С., Бакиев С.А., Мирходжаев Б.И. 2018 г.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА УЧАСТКАХ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Мақолада уран ва нефт-газ конларини қазиб олиш жараёнида гидрогеокимё тўсиқлар мувозанатининг бузилишини илмий назарияси келтирилган. Натижада, маъдан уюмлар ва нефт-газ захиралар атрофида фойдали компонентлар ер ости сувларда тарқалиб ёйилиш гардишларини шакллантиради. Ер ости сувларида оғир металллар миқдорини баҳолаш мақсадида геоэкологик мониторинг қўлланиши лозим.

Таянч иборалар: уран ва нефт-газ конлари, гидрогеокимё тўсиқлар, фойдали компонентлар, оғир металллар, ёйилиш гардишлари, геоэкологик мониторинг.

The article are scientifically justify in the mechanism of disturbance of chemical equilibrium in the extraction of uranium and oil gas. As a result in the underground waters of uran, oil and gas deposits a haloes of useful components are formed. To assess the concentration of heavy metals in groundwater a geoeological monitoring should be applied.

Key words: uranium deposit, oil and gas, chemical equilibrium, heavy metals, geoeological monitoring, halo of metal scattering.

В недрах земель, на которых ведётся добыча урана скважинным подземным выщелачиванием (СПВ), всегда формируются так называемые «техногенные воды» с резко отличающимися физико-химическими свойствами от природных вод, а концентрация некоторых компонентов в которых может многократно превышать их природный уровень. Размеры зон растекания таких «техногенных вод», скорее всего, перекрывают площади обрабатываемых рудных залежей. Как правило, эти горизонты имеют гидравлическую связь с выше и ниже залегающими водоносными горизонтами. Такая связь может выражаться в формировании «гидравлических окон» как следствие отсутствия или вымывания отложений, выполняющих роль водоупоров. В результате, напорные воды мигрируют в соседние водоносные горизонты, изменяя гидрогеологическую картину ураноносных горизонтов. Аналогичную роль «перевалочного пункта» могут выполнять разрывные нарушения или восходящие термальные растворы, пересекающие горизонты СПВ, по которым подземные воды резко меняют направление и гипсометрический уровень, а вместе с ними и содержащиеся в их составе радиоактивные и тяжёлые металлы, поднимаясь в верхние горизонты могут достигнуть уровня грунтовых вод, где базируются колодцы питьевой воды. Есть большая вероятность того, что одной из причин наблюдаемых в Центрально-Кызылкумском регионе выхо-

дов подземных вод (нередко термальных) на земную поверхность (так называемые самоизливы) являются вышеуказанные изменения гидрогеологической обстановки.

Как известно, инфильтрационные урановые залежи формируются на выклинивании зон пластового окисления и все минеральные компоненты, входящие в её состав всегда находятся в гидродинамическом равновесии со вмещающей её средой – отложениями водоносного горизонта (общеизвестный факт из гидродинамики). Это состояние подземных вод отражено на рис.1. Геолого-разведочные и горно-добычные работы, связанные с выемкой части рудозалежи, приводят к нарушению этого равновесия, и

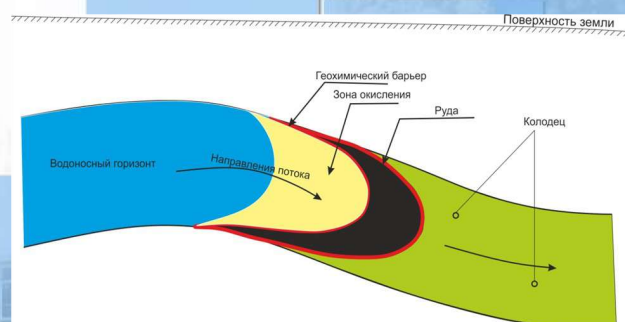


Рис.1. Схематический разрез рудного тела, находящегося в гидродинамическом равновесии со вмещающей средой

Ибрагимов А.С.
ведущий научный
сотрудник ГП
«Институт
ГИДРОИНГЕО»
к.г.-м.н.



Бакиев С.А.,
главный научный со-
трудник ГП «Институт
ГИДРОИНГЕО»
д.г.-м.н.



Мирходжаев Б.И.
ведущий инженер
геолог геологического
отдела НГМК,
д.г.-м.н.





к последующему разрушению геохимического барьера. В результате, остаточные техногенные запасы металла (~20-30% от исходного), приходят в движение, разубоживаются и перемещаются по направлению потока подземных вод, создавая геохимические ореолы рассеяния элементов рудной залежи. В результате нарушения гидродинамического равновесия, оставшиеся *insitu* остатки урансодержащей руды начинают мигрировать вместе с инфильтрационным потоком – это U, Mo, V, Se, Re, Rb и ряд редких земель (рис. 2). Масштаб развития ореолов загрязняющих подземные воды радиоактивных и тяжёлых металлов зависит от особенностей геолого-гидрогеологического строения водоносного горизонта. Это – физические размеры урановорудных залежей, концентрация продуктов естественного радиоактивного распада, обладающих высокой миграционной способностью, концентрация химических реагентов, использованных при выщелачивании металла, гидрогеологические параметры рудовмещающей толщи и др.). Возникают 2 вопроса: 1-й – как далеко по «своему» водоносному горизонту могут мигрировать эти элементы? и 2-й – могут ли последние переместиться в вышезалегающие водоносные горизонты Центрально-Кызылкумского артезианского бассейна?

Определение физико-химических параметров такой миграции (расстояние, направление – восходящее или нисходящее, скорость, содержание тяжёлых металлов в массе воды и др.) проводится на основе данных полученных с наблюдательных скважин, пробуренных по определённой методике.

Выявление геохимической картины ореолов рассеяния тяжёлых и радиоактивных металлов, возможно только на основе режимных наблюдений, связанных с бурением скважин вниз по потоку подземных вод как это показано на рис.2, и проведением гидрогеохимического опробования. Это даст максимально точное представление о современном состоянии подземных вод на площади развития техногенных запасов и современных границах разброса химических элементов по площади рудного поля в пределах соответствующего водоносного горизонта (рис.3), а также о вероятности миграции металлов по латерали и вертикали.

Проведёнными исследованиями по выявлению распространения металлов в подземных водах Бухара-Хивинского

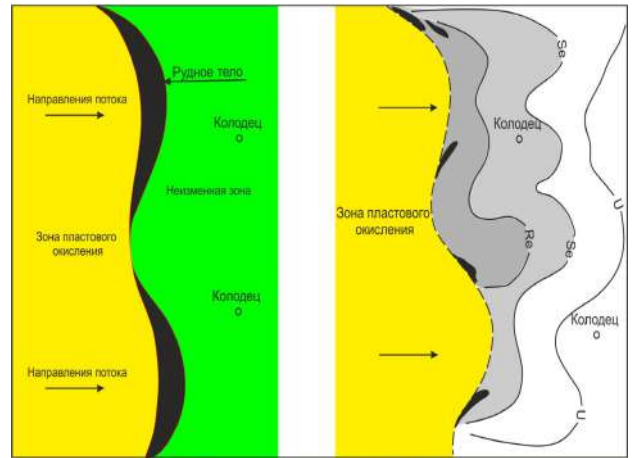


Рис.3. План-схема локализации рудного тела, до начала (А) и после (Б) проведения геолого-разведочных и горно-добычных работ

нефтегазоносного бассейна (Каршинская ступень) установлено, что закачка в скважины попутных вод для поддержания пластового давления на нефтегазовых месторождениях приводит к аналогичному нарушению гидродинамического равновесия и, как следствие, к увеличению в подземных и попутных водах таких компонентов как уран, молибден, ванадий и др. (рис.4). Кроме того, как показали исследования, что нарушение гидродинамического равновесия в таких структурах приводит к уменьшению концентрации в подземных водах таких элементов как йод, бром, литий, бор, рубидий, стронций в 6-8 раз и увеличению концентрации тяжёлых металлов (молибден, ванадий, серебро, вольфрам, торий, уран) от 4 до 50 раз [3].

На рис.4 показано, что до начала разработки нефтегазовой залежи, углеводородное сырьё находилось в гидродинамическом и гидрогеохимическом равновесии с вмещающими его породами и подземными водами. Возникновение тектонических нарушений в структуре нефтегазоносной залежи, равно как и процесс добычи углеводородного сырья, приводят к нарушению этого равновесия и появлению восходящих потоков углеводородов (CH₄, H₂S), которые поднимаясь смешиваются с кислород-содержащими подземными водами и образуют поля эпигенетических изменений с ореолами рассеяния тяжёлых металлов (рис. 5).

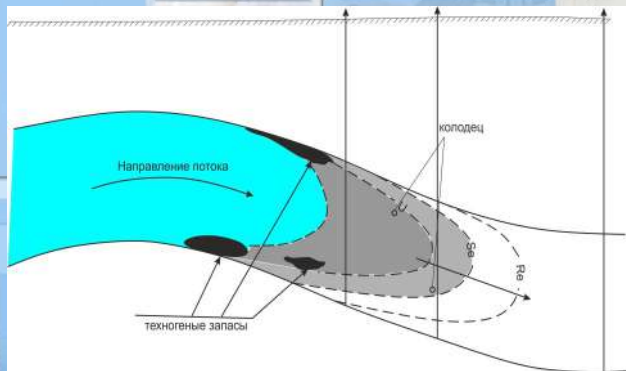


Рис.2. Схематический разрез рудного тела, с нарушенным гидродинамическим равновесием

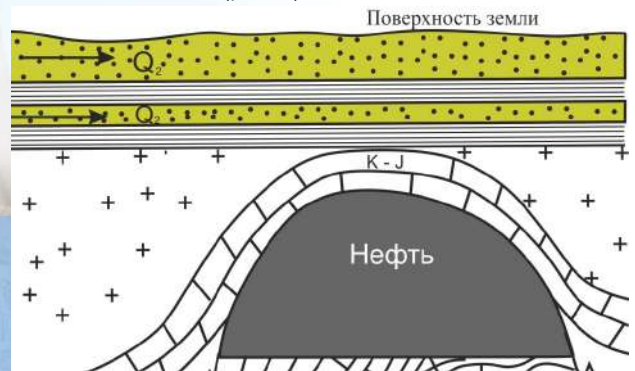


Рис. 4. Разрез нефтеносной толщи до начала геолого-разведочных и добычных работ

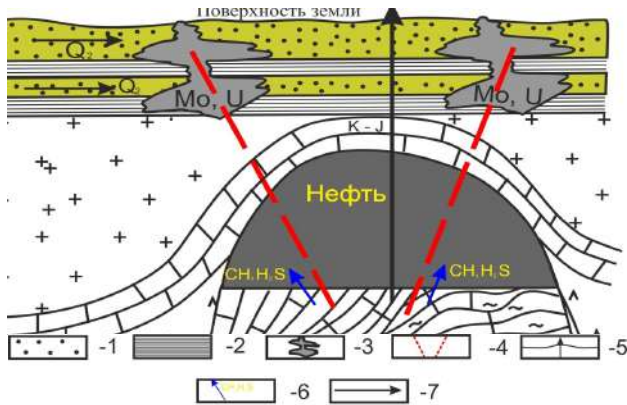


Рис. 5. Разрез нефтеносной толщи после геолого-разведочных и в процессе добычных работ.

1 – водоносный горизонт; 2 – водоупоры; 3 – ореолы распространения тяжелых металлов и полезных компонентов; 4 – тектонические нарушения; 5 – буровая скважина; 6 – направление миграции углеводородов; 7 – направление движения подземных вод.

В Центрально-Кызылкумской урановорудной и Бухаро-Хивинской нефтегазоносной провинциях известно большое количество естественных и искусственных источников подземной воды. Образующиеся в процессе эксплуатации месторождений ореолы рассеяния тяжелых металлов вносят изменения в гидрогеохимический фон подземных вод, существенно меняя их минеральный и химический составы. Важно держать руку на пульсе качества подземных вод Центральных Кызылкумов, представляющий уникальный источник минеральных, термальных и питьевых вод региона. Для оценки современного состояния и сохранения пер-

возданного качества подземных вод в районах разработки месторождений полезных ископаемых необходимо вести геозекологический мониторинг. Последний включает следующий комплекс исследований:

- бурение наблюдательных скважин с отбором керна и проб воды, их последующий анализ;
- составление карты гидрогеохимических ореолов рассеяния химических элементов, включая радиоактивные и тяжелые металлы;
- разработка геотехнологии нейтрализации в загрязнённых подземных водах тяжёлых и радиоактивных металлов, связанных с техногенными запасами полезных ископаемых.

Государственная Программа по реализации Стратегии действий по 5 приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан 2017-21 гг., включает такой пункт: «предотвращение экологических проблем, наносящих урон состоянию окружающей среде и обеспечение экологической безопасности проживания людей».

Поля развития ореолов рассеяния радиоактивных и тяжёлых металлов, возникающих на участках в процессе ведения геолого-разведочных и горно-добычных работ могут распространяться на значительную площадь месторождений полезных ископаемых и негативно отразиться на качестве подземных вод. Следовательно, при выборе источника водоснабжения в районах освоения месторождений имеет важное значение проведение геозекологического мониторинга как одного из действенных методов оценки современного состояния подземных вод и окружающей среды в целом.

Библиографический список:

1. Учкудукский тип урановых месторождений Республики Узбекистан, Т., 1996 г., 334 с.
2. Мирходжаев Б.И. Петролого-геохимические критерии оценки урановорудных структурно-вещественных комплексов Западного Узбекистана. Т., ГП НИИМР, 2014г, 208 с.
3. Бакиев С.А., Ибрагимов А.С. Влияние закачки поверхностных вод на изменение макро-микроминерального состава пластовых вод нефтегазовых месторождений. Материалы XIII Международной научно-практической конференции Москва, 5 – 7 апреля, 2017 г. «Новые идеи в науках о Земле» том 2, с.105-107.

Outotec

Уважаемый Кувандик Санакулович!

Поздравляем Вас и сотрудников “Навоийского Горно-Металлургического Комбината” со знаменательным юбилеем – 60-летием основания НГМК!

Сегодня ГП Навоийский ГМК является признанным лидером отрасли в Центральной Азии, активно развивает разные направления деятельности - разведку месторождений, добычу, обогащение и переработку полезных ископаемых, строит новые гидрометаллургические заводы. Стремится укреплять свои позиции на рынке за счет внедрения новых технологий, рационального использования полезных ископаемых.

ПОЗДРАВЛЕНИЕ КОЛЛЕГ!

Отношения компаний «Outotec» и НГМК имеют очень хороший потенциал для развития, и мы стремимся поддерживать наши партнерские отношения с НГМК на самом высоком уровне. Мы искренне гордимся тем, что наша компания имеет возможность принять участие в реализации программ развития Навоийского ГМК.

Желаем НГМК долгой истории и крепких традиций, а сотрудникам – здоровья, новых творческих решений, удачи и успехов!

**С уважением и наилучшими пожеланиями,
Марина Красюк и команда Outotec**



УДЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗВЕДАННЫХ ЗАПАСОВ ЗОЛОТА И СОСТОЯНИЕ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НАВОИЙСКОГО ГМК

Мақолада Ўзбекистон замини олтин маъданлари, махсулотдорлиги ва «Навоий кон металл-пургия комбинати» тасаруфига қиравчи 1,2,3,4,5 гидрометаллургия заводлари ва Маржонбулоқ олтин бойитиш участкаси минерал хомашё базалари, Мурунтау, Мютенбай, Амантайтау, Кокпатас, Даугизтау, Аристантау, Каракутан, Чармитан, Ўрталиқ, Ғужимсой ва Маржонбулоқ олтин конлари истиқболли заҳиралари ва ресурслари ҳақида маълумотлар келтирилган.

Таянч иборалар: Олтин маъдан махсулотдорлиги, гидрометаллургия заводлари, Маржонбулоқ олтин бойитиш участкаси, Мурунтау, Мютенбай, Кокпатас, Даугизтау, Амантайтау, Аристантау, Каракутан, Чармитан, Ўрталиқ, Ғужимсой, Маржонбулоқ, заҳира.

The article deals with 1, 2, 3, 4, 5 hydrometallurgical plants belonging to the Mining Department of the Central, Northern, South and Hydrometallurgical Plant of the State Enterprise "Navoi Mining and Metallurgy Combine" and mineral resource bases of Marjanbulak Gold Enrichment Site, Muruntau, Myutenbay, Amantaytau, Kokpatas, Prospective reserves and resources of gold deposits in Daugiztau, Aristantau, Karakutan, Charmitan, Ortalik, Goghsoy and Marjanbulak.

Key words: Mining managers, Hydrometallurgical plants, Marjanbulak Gold Enrichment Site, Muruntau, Myutenbay, Kokpatas, Daugiztau, Amantaytau, Aristantau, Karakutan, Charmitan, Ortalik, Guzhysoy, Marjanbulak reserve.

Минерально-сырьевая база золотодобывающей промышленности Республики формируется из промышленных запасов порядка 60-ти месторождений, учтенных Государственным балансом (Госбаланс). Из них свыше 40 собственно золотые (десятки коренных и 6 рассыпных) и 9 комплексные и золотосодержащие месторождения. По степени содержания золота в руде выделяются 5 классов месторождений: 1) богатые руды (при средних содержаниях золота в подсчетных блоках более 10-12 г/т) – 29 % от общего количества; 2) средние руды (5-9 г/т) – 13 %; 3) рядовые руды (3-4 г/т) – 10 %; 4) бедные руды (1-2 г/т) – 29 %; убогие руды (0,4-0,9 г/т) – 18 %. Базой прироста запасов являются прогнозные ресурсы известных промышленных объектов, рудопроявлений и перспективных площадей, количество которых исчисляется сотнями. Источниками золота в Узбекистане являются месторождения четырех групп: коренные золоторудные, комплексные, золотосодержащие и рассыпные. Каждая группа по ряду объективных геологических и вещественных признаков, а также технологико-экономическим показателям подразделяются на отдельные геолого-промышленные типы. Территория Узбекистана занимает всего 0,28 % земной суши. Лишь два государства мира имеют аномальное значение показателя по удельной продуктивности золота на 1 км² суши – ЮАР и Узбекистан (соответственно 73,25 и 26,29 кг золота на 1 км² суши). Удельная продуктивность разведанных запасов золота на единицу площади геолого-разведочных работ (ГРП) по геолого-экономическим районам Узбекистана располагаются в следующей последовательности (в скобках показатель

1 кг золота на 1 км² выходов домезозойских образований ГРП): Тамдытауский (274,6) – Кураминский (225,5) – Букантауский (96,0) – Северо-Нуратинский (79,0) – Южно-Нуратинский (9,7) – Зирабулак-Зиаэтдинский (6,0) [1]. Следовательно, именно эти особенности аномального значения показателя о удельной продуктивности и выявленные месторождения золота рассматривает Узбекистан в качестве одного из ведущих золотоносных регионов мира.

Золоторудная сырьевая база Навоийского ГМК включает около 20 месторождений Западного Узбекистана. Суммарные запасы руды этих месторождений составляют 2123,3 млн.т. Из них активные действующие эксплуатационные запасы, целесообразность отработки которых подтверждена технико-экономическими расчетами, составляет 1995,0 млн.т. Оставшаяся часть отнесена на сегодняшний момент к категории потенциальных (перспективных) запасов. Вовлечение этих запасов в промышленное освоение требует разработки тщательных технико-экономических обоснований, по результатам которых можно будет определить и активную составляющую, а также календарные графики отработки и объемы производства золота. Ниже приведена характеристика минерально-сырьевой базы НГМК, представленная по действующим золотоизвлекающим комплексам ГМЗ-1, ГМЗ-2, ГМЗ-3, ГМЗ-4, ГМЗ-5 и МЗИУ в том же порядке. Геолого-промышленные типы, способ отработки и технология переработки руд золоторудных месторождений, числившихся на балансе Навоийского ГМК (в разрезе гидрометаллургических заводов) показана в таблице 1 [2].



Хамроев И.О.,
Заместитель главного геолога
НГМК канд. геол.-мин. наук



Таблица 1

Геолого-промышленные типы, способ отработки и технология переработки золоторудных месторождений, числящихся на балансе Навоийского ГМК (в разрезе гидрометаллургических заводов)

№ п/п	Геолого-промышленный тип (месторождения, рудное поле)	Морфология рудных зон, тел	Рудовмещающие породы, их возраст и окорудные изменения	Промышленные типы руд	Способ отработки	Технология отработки руд и % извлечения (E) металла
ГМЗ-1						
1.	Золото-кварцевый. Аристантау, Умид, Западный Умид и др.	Круто и пологопадающие жильно-прожилковые минерализованные зоны	Углеродистые кварцево-слоистые сланцы, песчаники, алевролиты (O ₃ -S ₁), полевошпат-кварцевые, альбит-хлоритовые метасоматиты	Золото-кварцевые, золото (пирит-арсенопирит), кварцевые	Открытый	Гравитация, цианирование, E _{Au} =82-84
2.	Золото сульфидно-кварцевый. Месторождения и рудные тела Зиаэтдинского рудного поля	Системы одиночных и сближенных крутопадающих прожилково-кварцевых жил переходящих в минерализованные маломощные зоны	Метаморфизованные эффузивно-терригенные отложения Катармайской свиты нижнего девона	Золото-сульфидно-кварцевые руды	Подземный (частично открытый)	Гравитация, цианирование, E _{Au} =82-84
ГМЗ-2						
3.	Золото-кварцевый. Мурунтау, Мютенбай, Беспантау и др. средние и мелкие объекты	Расслоенный штокверк, осложненный стержневыми жилами и зонами прожилковой минерализации, в мелких и средних объектах минерализованные зоны	Углеродистые кварцево-слоистые, сланцы, песчаники	Золото-шеселит-кварцевый со свободным золотом, золото (пирит-арсенопирит) – полевошпат-кварцевый.	Открытый	Гравитация, цианирование, E _{Au} =88-90.
ГМЗ-3						
4.	Золото сульфидный. Кокпатаский, Даугызтауские под типы (мышьяковистый) – залежи в терригенно-вулканогенных и терригенных породах (Кокпатас, Даугызтау, Асаукак, Аджибугут и др.)	Крутопадающие и пологопадающие, пласто и линзообразные с раздувами и пережимами	Углеродистые песчаники, алевролиты, сланцы туфоалевролиты С ₂ (Кокпатас) и O ₂ -S ₁ (Даугызтау)	Золото-пирит-арсенопирит с упорным золотом в сульфидах, золото-гидроокисный в окисленных рудах со свободным золотом	Открытый	1. Флотация, биовыщелачивание, цианирование первичных руд E _{Au} =74-76; 2. Гравитация, цианирование окисленных руд E _{Au} =80-85
ГМЗ-4						
5.	Золото-кварцевый зармитанский под тип жильный в вулканогенно-осадочных и интрузивных породах Чармитан, Гужумсай, Урталики и др.	Системы сближенных крутопадающих жил.	Граносиениты С _{2m} , ороговикованные сланцы, алевролиты S ₁ . Гумбеиты, березиты.	Золото-кварцевый, золото-шеселит, кварцевый, золото-сульфидно-кварцевый со свободным золотом.	Открытый, подземный	Глубокая гравитация, цианирование E _{Au} =92-93.
ГМЗ-5						
6.	Золото-сульфидный Амантайтауский подтип минерализованные зоны и колчеданные тела в углеродистых терригенных и вулканогенных породах Амантайтау, Узунбулак	Линзы и зоны прожилково-вкрапленных руд	Углеродистые кварцево-слоистые сланцы, песчаники, алевролиты с линзами андезитобазальтов S ₁ . Кварцевые, фельдшпатиты, пропилиты, березиты.	Золото-сульфидный со связанным золотом, золото-сульфидно-кварцевый со свободным золотом, золото-пирит-карбонат-кварцевый.	Комбинированный	1. Флотация или гравитация пироталлургия, цианирование первичных руд E _{Au} =85-90; 2. Гравитация, цианирование окисленных руд E _{Au} =85-90
МЗИУ						
7.	Золото-сульфидно-кварцевый Марджанбулакский подтип. Минерализованные зоны и жилы в терригенных породах (Марджанбулак)	Штокверки, плито- и линзообразные тела.	Углеродистые алевролиты, песчаники, сланцы, гравелиты V-E ₁	Кварц-хлорит-арсенопиритовый, золото-полусульфидный	Открытый	Прямое цианирование окисленных руд E _{Au} =70-80, гравитационно-флотационный с обжигом первичных руд E _{Au} =65-74.



Гидрометаллургический завод № 1 (ГМЗ-1)

В 1993 г. на ГМЗ-1 г. Навои на освободившихся мощностях по производству урана создана технологическая линия по переработке золотосодержащих забалансовых руд месторождения Мурунтау производительностью 620 тыс.т руды в год. С 2007 г. на ГМЗ-1 для переработки начали поступать окисленные золотосодержащие руды месторождения Аджибугут. В 2012 г. мощность ГМЗ-1 увеличена до 1450,0 тыс.т, темп роста по сравнению с 1993 г. по добыче и переработке золотосодержащих руд увеличился в 2,26 раза. Для обеспечения ГМЗ-1 сырьем в 2012 г. принято решение о создании нового рудоуправления ГМЗ-1, в состав которого вошли месторождения Каракутан, Янги-Давон, и Ташкан Зиаэтдинского рудного поля. Позже, в 2015 г. в состав рудоуправления включены месторождения Аристантауского рудного поля (карьеры Аристантау, Умид, Западный Умид и Бешаши).

Руды месторождений Зиаэтдинского рудного поля относятся к золотосульфидно-кварцевой формации, по содержанию в них сульфидов (до 2 %) - к убогосульфидной. По состоянию на 01.01.2018 г. запасы золоторудных объектов Зиаэтдинского рудного поля составляют 6,7 млн.т, а прогнозные ресурсы руды - 33,8 млн.т [3].

Месторождение Аристантау расположено в горах Аристантау в юго-восточной части Центральных Кызылкумов и сложено неравномерно переслаивающимися песчаниками, алевролитами Бесопанской свиты. Строение рудоносной зоны сложное, ее формируют серии сблизженных трещин милонитизации, кварцевые жилы, прожилковое окварцевание штокверкового типа, вкрапленная рудная минерализация. Месторождения разведаны по сети 80x80 м. Перспективы на глубину определялись бурением шарошечных и колонковых скважин до глубины 160-250 м. По состоянию на 01.01.2018 г. категоричные запасы объектов Аристантауского рудного поля составляют 6,6 млн.т. руды, а ресурсы - 11,2 млн.т.

С целью пополнения сырьевой базы по объектам Аристантауского и Зиаэтдинского рудных полей Госкомгеологией РУз разработана и реализуется «Государственная Программа геологоразведочных работ в период 2018-2026 гг.», что значительно увеличивает минерально-сырьевую базу рудоуправления ГМЗ-1.

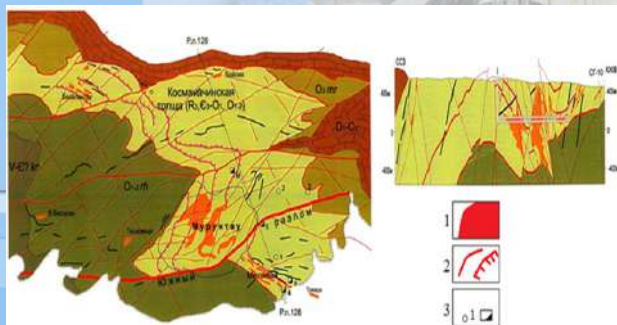


Рис.1. Геологическая карта месторождений Мурунтауского рудного поля. 1-штокверк; 2-разрывные нарушения; 3- сверхглубокие скважины МС-1,2,3 шурфы.

Гидрометаллургический завод № 2 (ГМЗ-2)

Основной сырьевой базой ГМЗ-2 являются разрабатываемые открытым способом месторождения Мурунтау и Мютенбай, к которым примыкает ряд других перспективных средних и мелких объектов (Бесопантау, Триада, Балпантау, Тамдыбулак, Бойлик и др. рис. 1). Все они относятся к золотокварцевому геолого-промышленному типу и характеризуются высоким извлечением золота при переработке руды по гравитационно-сорбционной схеме.

Открытие золоторудного месторождения Мурунтау явилось крупнейшей вехой в промышленном и культурном развитии пустынных районов Западного Узбекистана. Оно признано международной геологической общественностью величайшим событием второй половины двадцатого столетия в области золота [4]. Площадь месторождения сложена метаморфизованными терригенными породами (песчаники, алевролиты, углисто-кварцевые сланцы). Золотоносное оруденение локализуется в секущих крутопадающих кварцевых жилах с ореолами прожилкового окварцевания мощностью до 100 м с отходящими от них пологозалегающими апофизами в виде систем кварцевых и сульфидных прожилков. Морфологически месторождение представляет собой мегаштокверк, состоящий из этажно расположенных жильно-прожилковых зон, мощных стержневых крутых и пологих существенно кварцевых жил, систем крутых сульфидно-кварцевых прожилков [4]. Основной объем оруденения приурочен к окварцованным метосоматитам, наиболее высокие содержания золота связаны со стержневыми жилами. Золоторудные залежи прослежены по простиранию 800-1500 м на глубину 1500 м, а сверхглубокой структурной скважиной промышленное содержание золота установлено на глубине 2500 м. Прогнозные ресурсы оцениваются почти в 2,5 раза больше запасов, утвержденных в ГКЗ.

На первом этапе геологического изучения месторождение Мурунтау относилось к жильному типу, поэтому рассматривалось и разведывалось как система золотоносных кварцевых жил. Оцененные запасы не обеспечивали его рентабельную разработку в сложных условиях. Однако дальнейшими геологоразведочными работами была установлена золотоносность вмещающих пород, имеющих вкрапленную и прожилковую минерализацию и насыщенных разно ориентированными кварцевыми прожилками, что послужило основой для изменения представленной о морфологии и структуре месторождения. В предложенной Г.В. Касавченко модели (1963 г.) она рассматривалась как крупный, неправильной формы штокверк, вытянутый в субширотном направлении. Штокверковая модель месторождения оказалась весьма конструктивной, что проявилось в первую очередь в изменении методики геологоразведочных работ, переориентированных «на массу» штокверка и значительному увеличению запасов.

Запасы, утвержденные для карьера Мурунтау по состоянию на 01.04.69 г., были подсчитаны методом вертикальных разрезов по данным опробования геологоразведочных скважин до глубины 350 м, пробуренных по сети 80x60 м. Они послужили основой для проектирования I и II очередей отработки карьера Мурунтау, однако значительно отлича-



лись от прогнозных и имели достаточно обоснованные предпосылки на увеличение общих запасов месторождения Мурунтау. Поэтому одновременно с развитием I очереди отработки карьера интенсивно вели разведку флангов и глубоких горизонтов месторождения. В 1976 г. разработан проект III очереди для отработки запасов до глубины 460 м. К 1985 г. возникла существенная необходимость в пересчете запасов месторождения, которая была обусловлена:

- значительным объемом дополнительных данных по опробованию новых разведочных скважин и подземных выработок, что расширило представление о границе месторождения;

- большим объемом информации по эксплуатационному опробованию, позволяющей сопоставить результаты первоначального подсчета запасов с фактически отработанными запасами и при необходимости внести соответствующие коррективы в методику подсчета;

- неточностью принятого ранее метода подсчета запасов, прирост запасов балансовых руд составил 131,5 млн.т., то есть сырьевая база месторождения увеличилась с 269,0 до 400,5 млн.т., что позволило гарантировать продолжение выемки запасов по технологии открытых горных работ.

В 1992 г. на базе этих запасов АО «ВНИПИПромтехнологии» было выполнено технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства IV очереди отработки карьера (рис. 2). В соответствии с ТЭО предусматривали отработку запасов до глубины 560 м с последующим переходом на подземные горные работы, которыми предполагали отработать месторождение до глубины 950-1000 м. Сопоставление погашенных геологических запасов (1992 г.) с фактически отработанными запасами карьера выявило завышение среднего содержания золота на 24 %, что потребовало введения корректирующих коэффициентов в методику подсчета запасов.

Следующим этапом развития методов оценки сырьевой базы ГМЗ-2 явилось использование компьютерных технологий обработки геологической информации. Эти работы выполнялись совместно специалистами компании России и Навоийского горно-металлургического комбината и завершили в 1998 г. построением блочной математической модели месторождения и подсчетом его запасов.

Компьютерная технология обработки геологической информации, опираясь на гистограмму распределения содержаний, позволяет подсчитать запасы месторождения при любом бортовом содержании полезного компонента и получить оценку этих запасов по результатам эксплуатационной разведки.

Таким образом, использование при разработке ТЭО IV очереди карьера компьютерных технологий построения оптимальной финальной формы карьера и графика его развития позволило выделить активную часть запасов месторождения Мурунтау с обеспечением оптимальных экономических показателей их отработки.

Вовлечение в переработку забалансовой руды является еще одним из значительных этапов эволюции сырьевой базы предприятия. Ориентация на расширение сырьевой базы за счет такой руды была принята в качестве перспек-

тивного направления практически с самого начала освоения месторождения Мурунтау. Для этого уже в первые годы на карьере Мурунтау вели раздельную добычу и складирование товарной и забалансовой руды и вскрышных пород. Включение в сырьевую базу ГМЗ-2 запасов с бортовым содержанием 1,0 g/t стало возможным в результате непрерывного наращивания перерабатывающих мощностей гидрOMETаллургического завода и совершенствования технологии переработки золотосодержащих руд. Так, вовлечение в переработку забалансовой руды началось с 1989 г. (2 млн.т), когда в результате реконструкции ГМЗ-2 его производительность достигла 18,4 млн.т/год. В 2018 г. производительность завода по переработке достигнет 38 млн.т и в переработку, помимо балансовых руд с содержанием более 2,0 g/t, будет вовлечено 10 млн.т забалансовой руды (1,0-1,5 g/t). Кроме того, прогнозные ресурсы золота на глубоких горизонтах и флангах месторождения оцениваются в 1070 млн.т. руды.

ГМЗ-2 комбината является сегодня вторым по величине (после предприятия Грасберг в Индонезии) среди ведущих в мире золотодобывающих предприятий. Поставщик ГМЗ-2 - карьер Мурунтау при размерах в плане 3,5x2,5 км уже сейчас имеет глубину 600 м. С начала эксплуатации месторождения Мурунтау карьером извлечено более 1,7 млрд. м³ горной массы и на ГМЗ-2 отгружено для переработки более 600 млн.т. руды.

Карьер IV очереди запроектирован до глубины 630 м и в этом контуре сосредоточены запасы, которые обеспечат работы предприятия и выпуск золота, согласно разработанной Правительственной Программе, на стабильном уровне (с учётом складских запасов забалансовой руды и минерализованной массы) до 2023 г.

К 2016 г. геолого-экономический анализ запасов и ресурсов, приращенных подразделениями Госкомгеологии РУз и НГМК (с 1998 по 2015 гг.) по месторождениям Мурунтау и Мютенбай, показал возможность вовлечения в отработку запасов, расположенных на флангах и глубоких горизонтах месторождения Мурунтау (до -300 м), совместно с запасами месторождения Мютенбай, объединённым карьером Мурунтау-Мютенбай.

По результатам подсчёта запасов месторождений Мурунтау и Мютенбай по бортовому лимиту 0,5 g/t в ГКЗ РУз

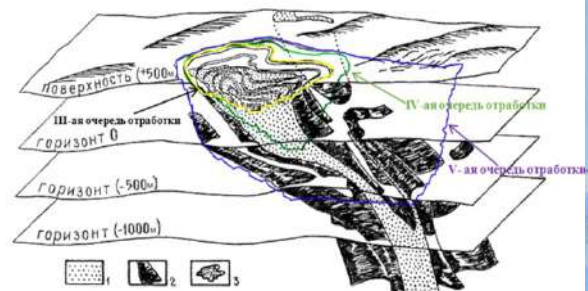


Рис.2. Схема блок-диаграмма месторождения Мурунтау (составлена по материалам М.Н. Юлдашева). 1 - золоторудная минерализация на поверхности, в контуре карьера и вертикальной плоскости Южного разлома; 2 - внешний контур золоторудного штокверка; 3 - контур карьера.



(2016 г.), общие запасы руды для совместного карьера Мурунтау-Мютенбай составляют по состоянию на 01.01.2018 г.: 1837 млн.t (в том числе в контуре IV очереди – 267,5 млн.t), в контуре карьера V очереди 1569,5 млн.t; для подземной добычи оставлено 37 млн.t. На основании выполненных проработок можно утверждать, что развитие совместного карьера на месторождениях Мурунтау и Мютенбай в оптимальных границах карьера V очереди (-300 м) будет высокоэффективным и рентабельным. Принятая цена золота в расчётах отвечает минимальному уровню тренда. Это обеспечивает достаточно высокий запас экономической устойчивости проекта и неизменность балансовой принадлежности подсчитываемых по принятым кондициям запасов для открытой добычи на весьма длительный срок.

Гидрометаллургический завод № 3 (ГМЗ-3)

Минерально-сырьевой базой здесь являются запасы первичных золотосульфидных руд месторождений Кокпатас, Даугызтау и Магрибкон (Западный Даугыз).

Месторождение Кокпатас, разведка которого началась в 1963 г. приурочено к Кокпатаасской антиклинали, сложенной известняками и вулканогенно-осадочными породами нижне-среднего карбона, а также кремнисто-карбонатными породами кокпатаасской свиты, надвинутой на более молодые стратиграфические подразделения. Структурная позиция представляет клиновидный блок на пересечении глубинного (с офиолитами) север-северо-западного разлома с системой сближенных северо-восточных разрывов. Клиновидная структура, являясь тектонически ослабленным блоком, разбита субширотными зонами дробления, размещающими многочисленные дайковые породы разнообразного состава и рудные метасоматические образования.

Золотое оруденение прожилково-вкрапленного типа приурочено к песчано-сланцевым отложениям карашахской свиты, где основными рудоконтролирующими структурами являются зоны субширотных (участок Южный I) и северо-западных (участки Западный I-IV, Восточный I, II, Дорожный, Сульфидный и др.) разломов. Контролирует оруденение также поверхность надвига между карашахской и кокпатаасской свитами (участок Карашох). Месторождение относится к золото-сульфидному типу. Рудные тела представлены кососекущими, пласто-, линзо- и жилкообразными залежами, реже встречаются столбо- и трубообразные и другие морфологические типы. Длина тел по простиранию - 80-1720 м, по падению -10-400 м, мощностью - от 2,0 до 100,0 м. Всего выявлено 40 промышленных рудных тел.

Несколько позднее (1970 г.) начата разведка Даугызтауского золоторудного месторождения (рис. 3). Месторождение Даугызтау сложено углеродисто-кварцевыми алевритами и песчаниками бесапанской свиты нижнего-среднего палеозоя, которые перекрыты нерасчленёнными мезокайнозойскими отложениями, представленными глинами, песками, песчаниками, мергелями, кремнями, брекчиями. Породы секутся многочисленными тектоническими нарушениями северо-восточного и субмеридионального простирания. Золоторудная минерализация приурочена к минерализованным зонам смятия и дробления северо-восточного

простирания, в которых отмечается окварцевание, серецизация, хлоритизация, сульфидизация. В пределах зон выявлены четыре рудные залежи. Месторождение относится к золото-сульфидному типу. Глубина зоны окисления составляет - 23-47 м.

С 2008 г. на ГМЗ-3 перерабатываются упорные золото-сульфидные руды, запасы которых составляют 80 % от общих по этим месторождениям.

Упорные золотосульфидные руды месторождений Кокпатас и Даугызтау перерабатываются совместно по технологии бактериального окисления сульфидного флотоконцентрата (BIOX), разработанной компанией «GOLD FIELDS» (ЮАР) [5], [6].

По состоянию на 01.01.2018 г. минерально-сырьевая база золотодобычи Северного Рудоуправления по остаткам запасов месторождений Даугызтау Кокпатас составляет 113,8 млн.t с бортовым содержанием 1,25 g/t, что обеспечивает загрузку ГМЗ-3 на полное его развитие (по переработке 6,65 млн.t в год) на 17 лет. Однако сырьевая база ГМЗ-3 на этом далеко не исчерпана. К потенциальной сырьевой базе золотодобычи Северного Рудоуправления следует отнести в первую очередь остатки запасов Кокпатаского месторождения (72,6 млн.t) и месторождения Даугызтау (41,2 млн.t), а также разведываемые Госкомгеологией РУз средние и небольшие месторождения (Сардор, Северное, Барханное, Турбай, Бозтау, Елсой, Заркатлам, Каскыртау, Дальнее, Айтым, Дайковое, Телкитау, Золоторудная зона № 2 и др.) суммарные запасы которых составляют порядка 62,5млн.t. (177 млн.t.руды), что обеспечит ГМЗ-3 на 26 лет.

Товарные руды этих месторождений могут перерабатываться на ГМЗ-3. Бедные и забалансовые руды, переработка которых на базовом заводе экономически нецелесообразна, следует обогащать на месте добычи, с использованием дешевых методов предварительного механического обогащения, с последующей переработкой полученных концентратов обогащения на ГМЗ-3.

Таким образом, освоение потенциальной сырьевой базы Северного Рудоуправления с использованием прогрессивной технологии предварительного механического обогащения руд позволит существенно увеличить срок его деятельности и получить дополнительное количество золота при улучшении технико-экономических показателей производства.

Гидрометаллургический завод № 4 (ГМЗ-4)

Основу сырьевой базы ГМЗ-4 составляют запасы месторождений Чармитан, Гужумсай и Урталик, вместе образующие пространную Зармитанскую золоторудную зону.

Месторождение Чармитан разведано по комбинированной горно-буровой системе с сетью 40x40 м и 80x80 м. Детальной разведкой на месторождении установлено 53 промышленных рудных тела крутым северным падением, размеры которых в плане колеблются от первых десятков метров до 1200 м мощностью от нескольких десятков долей до 6-8 м. Отдельные рудные тела прослежены до глубины 1200 м. По морфологии рудные тела относятся к жильному типу, нередко переходящему в тип маломощных зон и ха-

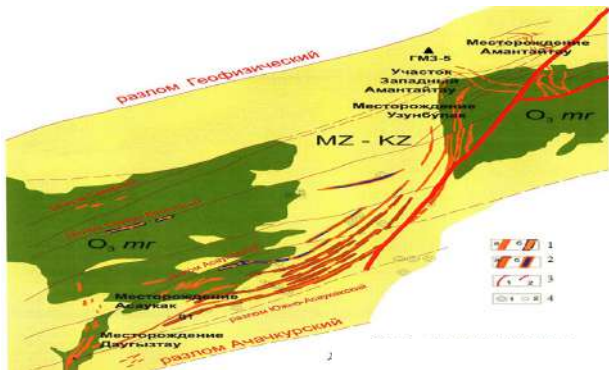


Рис.3. Геологическая карта Даугыстау-Амантайтауского рудного узла. 1-Прослеженные зоны; 2-то же предполагаемые зоны; 3- контур зоны тектонических нарушений; 4- буровые скважины.

рактируются высокой контрастностью оруденения. Коэффициент непрерывности оруденения в промышленных контурах рудных тел составляет 0,93-0,99, а коэффициент засорения рудной массы некондиционными прослоями мощностью менее 3м колеблется от 0,08 до 0,21.

Исходя из горно-технических параметров и условий размещения промышленных рудных тел, проектными решениями приняты комбинированные способы разработки месторождения. Близповерхностные мощные тела, запасы которых не превышают 4-5 % от всего объема до гор. +840-780 м, оработаны открытым способом. Нижележащие запасы месторождений Зармитанской золоторудной зоны отработывают подземным способом. Вскрытие запасов месторождения Чармитан ведут наклонным транспортным съездом (стволом), который будут углублять на проектную глубину рудника (700 м). Запасы месторождения Чармитан до горизонта +540 м (по категории C_1+C_2) переданы на баланс Навоийского ГМК (18,56 млн.т). Из всех имеющихся запасов около 95 % рассчитаны на подземный способ отработки. Горнодобычные работы осуществляются рудником Зармитан производительностью 850,0 тыс. т. Золоторудное месторождение Гужумсай является западной частью Чармитанского рудного поля и полностью перекрыто рыхлыми, слабоцементированными четвертичными отложениями от 10 (на севере) и до 140 м (на юге). Несмотря на это общая геолого-структурная обстановка хорошо интерпретировалась на основе геологии обрамляющих территорий. Площадь всего месторождения 5,6 км². Разведанные рудные тела в количестве 27 сосредоточены на площади 1,3 км². Рудные тела располагаются параллельно, кулисообразно и имеют северо-восточное простирание, все они представлены кварцевыми жилами и маломощными прожилково-жилковыми минерализованными зонами, которые соединяются друг с другом, ветвятся, имея крутые падения (70-80°) на север и северо-запад. Рудные тела, приуроченные к контакту интрузива, имеют большие мощности, чем внутри интрузива. Граница рудных тел определяется по данным опробования [7]. Руды малосульфидные (1-3 %). Количество свободного золота в золотосодержащих рудах составляет более 95%. Месторождение изучено до глубины 400-450 м от поверхности комбинированным горно-буровым способом по сети 40x40 м, 80x80 м. Глубина развития про-

мышленных руд установлена единичными колонковыми скважинами 1100 м, где параметры рудных тел весьма удовлетворяют требования подземной отработки. Геолого-промышленный тип оруденения - золото-кварцевый убогосульфидный со свободным золотом. Руды легко перерабатываются на ГМЗ-4 по гравитационно-сорбционной технологии; извлекаются в среднем 92-93 % золота и 60-80 % серебра. Учитываемые запасы золотосодержащих руд по месторождению Гужумсай составляют 11,7 млн.т. Горнодобычные работы ведет Гужумсайский рудник производительностью 550 тыс.т руды. Вскрытие месторождения осуществляют наклонным транспортным стволом.

Месторождение Урталик расположено между месторождениями Чармитан и Гужумсай в центральной части рудного поля, где рудные тела так же, как и на месторождениях Чармитан и Гужумсай, представлены сближенными кварцевыми жилами и кварцево-прожилково-жилковыми маломощными зонами. Месторождение Урталик изучено до глубины 250-350 м от земной поверхности комбинированным горно-буровым способом по сети 80x80 м. Глубина развития промышленных руд аналогична таковой на месторождениях Чармитан и Гужумсай, где параметры промышленных рудных тел выдержаны до глубины 1200 м. Рудные тела располагаются параллельно, кулисообразно по северо-восточному простиранию [7]. Горнотехнические параметры и условия локализации промышленных тел позволяют разрабатывать месторождения комбинированным способом. Близповерхностные мощные рудные тела, запасы которых не превышают 10-12 % (до горизонта +780 м), отработывают открытым способом. Вскрытие нижележащих горизонтов осуществляют наклонным транспортным стволом с максимальным уклоном не более 8°. В настоящее время Навоийским ГМК учитываются запасы для открытых горных работ в количестве 8,1 млн.т руды, а для подземных - 4,7 млн.т руды.

Однако надо отметить, что в последние годы взгляды на геологическое строение и перспективы объектов Зармитанской золоторудной зоны претерпели существенные изменения. В настоящее время определенный современный эрозионный срез проходит выше максимальных уровней рудоотложения. На месторождении Чармитан (центральная часть и восточный фланг) рудные подсечения в скважинах на глубинах 1000-1200 м от поверхности по параметрам оруденения, минеральному составу, текстурным особенностям и др. не отличаются от таковых на верхних горизонтах месторождения. Такая стабильность свидетельствует о весьма значительном вертикальном размахе оруденения и перспективах глубоких горизонтов. Первая масштабная оценка прогнозных ресурсов золотосодержащих руд месторождений Зармитанской золоторудной зоны выполнена в 2003 г. (Хамроев И.О.), где нижняя граница оценки запасов и ресурсов золотосодержащих руд составляет 1500 м от дневной поверхности. В заключение можно констатировать, что обеспеченность сырьевой базой ГМЗ-4 за счет месторождений указанной зоны является весьма высокой.



Гидрометаллургический завод № 5 (ГМЗ-5)

В 2017 г. по инициативе правительства нашей Республики начато строительство ГМЗ-5, базирующееся на минерально-сырьевой базе месторождений Ауминзо-Амантайтауского горнорудного района. На сегодняшний день минерально-сырьевую базу ГМЗ-5 представляют более 28 разведанных и перспективных месторождений, расположенных в радиусе 50 км от ГМЗ-5. Условно эти месторождения можно разделить на 4 группы.

Первая группа месторождений состоит из месторождений собственно Амантайтауского рудного поля, расположенного в радиусе до 3 км от ГМЗ-5. Они представлены двумя мелкомасштабными объектами Узунбулак, Западный Амантайтау и крупным месторождением Амантайтау, состоящим из 2-х участков: «Северный» и «Центральный». Доля запасов этих месторождений составляет 27 % от общей сырьевой базы ГМЗ-5. С 2003 по 2007 гг. окисленные руды на Центральном участке месторождения Амантайтау обрабатывались силами СП «Амантайтау Голдфилдс». На сегодняшний день начато вскрытие сульфидных руд рудником «Амантай» ЦРУ НГМК. Также рудником Амантайтау по месторождениям Узунбулак и Западный Амантайтау ведутся добычные работы окисленных руд.

Амантайтау и первая группа месторождений сложена терригенными отложениями бесапанской свиты. Рудные тела представлены кварцевыми, кварц-альбитовыми прожилками, жилами, линзами с вкрапленной сульфидной минерализацией. На месторождении разведано 12 рудных тел протяженностью от 140 до 750 м, по падению -150 – 650 м, средняя мощность рудных тел – 5,8 – 11,3 м (рис. 3).

Площадь Северного участка месторождения Амантайтау перекрыта мезо-кайнозойскими отложениями мощностью 100 – 150 м. В первичных рудах сульфиды представлены пиритом, арсенопиритом, марказитом, халькопиритом, блеклыми рудами. Золото, заключенное в сульфидах составляет до 81,5 %, из них 70 % связано с пиритом, в котором образует включения неправильной формы размером 0,01-0,1, редко до 0,2 мм. Форма золотинок: пластинчатая, чешуйки, пленки. Средняя пробность 915. В окисленных рудах золото свободное в виде зерен. Месторождение относится к золото – сульфидному типу.

Вторая группа месторождений состоит из 15 мелкомасштабных объектов Даугызтауского рудного поля, расположенного в радиусе до 30 км от ГМЗ-5. Доля запасов этих месторождений составляет 21 % от общей сырьевой базы ГМЗ-5. Запасы этих месторождений утверждены протоколами ГКЗ. На сегодняшний день из них отработаны только окисленные руды месторождения Асаукак.

Третья группа месторождений состоит из месторождений Аджибугут, Песчанное-2, Кумтош, Бижанкара, Северное Косшоха, находящиеся в Ауминтатауском рудном поле в 50 км от ГМЗ-5. Из них месторождение Аджибугут является самым крупным объектом. В период с 2005 г. по 2012 г. Северным рудоуправлением НГМК были отработаны окисленные руды месторождения. На сегодняшний день доля остаточных сульфидных руд составляет 24 % от всей сырь-

евой базы ГМЗ-5. Всего запасы 5 месторождений Ауминзатауского рудного поля составляют 40 % от всей сырьевой базы ГМЗ-5.

Четвертая группа представлена мелкомасштабными месторождениями Ясвай, Рохат и Шарыкты, расположенными в горах Джетымтау и Тамдытау. Всего запасы этих 3-х месторождений составляют 12% от всех запасов ГМЗ-5. Нарращивание объема активных запасов и обеспечение сырья на длительный период ГМЗ-5, является одной из основных задач перед геологической службой Госкомгеологии РУз и Навоийский ГМК.

Марджанбулакский золотоизвлекательный участок (МЗИУ)

Сырьевой базой МЗИУ являются запасы и ресурсы золотосодержащих руд месторождения Марджанбулак, сосредоточенные на участках Сарыкбель, Украинский, Западный, Танга-Западный, Танга-Центральный, Восточный, Гумсай, Кучумсай и на перспективных участках Марджанбулакского рудного поля Салын, Северо-Западный, Музбулак, Восточный и Юго-Восточный (рис. 4).

Само месторождение Марджанбулак приурочено к ветви глубинного Марджанбулакского разлома в крыле синклинальной складки. На площади месторождения разведаны, в установленном порядке утверждены в ГКЗ и осваиваются запасы участков: Сарыкбель, Украинский, Западный, Танга-Западный, Танга-Центральный, Восточный, Гумсай и Кучумсай.

Всего на месторождении выявлено 25 промышленных тел. Протяженность их - от 32 до 300 м, мощность - от 15 до 290 м. Содержание золота колеблется от 1,0 до 60 у.е. Рудные тела столбообразные и грибообразные штокверковые, вертикальная протяженность их не превышает 200 м; с глубиной рудные тела сменяются жильными рудными зонами. По условиям образования руды участков относятся к мало-сульфидной кварц-пирит-арсенопирит-золоторудной формации. Все они характеризуются простым вещественным составом и подразделяются на окисленные и сульфидные. Мощность зоны окисления по вертикали изменяется от 50 до 120 м.

Первоначальное промышленное освоение участков месторождения Марджанбулак начато в 1980 г. и сульфидных руд в имеющихся проектных контурах карьеров рудника Марджанбулак практически исчерпаны. Остатки запасов руд на нижних горизонтах за пределами проектных контуров карьеров (между гор.+850...+650 м) Сарыкбель, Украинский, Западный, Танги-Центральный, Танги-Западный, Восточный, Гумсай и Кучумсай составляют 4,6 млн.т (из них окисленные 0,15 млн.т). В настоящее время Марджанбулакским рудником горнодобычные работы ведутся на карьере Западный и Гумсай в проектных контурах, где остатки золотосульфидных руд составляют 0,9 млн.т. Однако, исходя из плана развития горных работ Южного рудоуправления на текущий год, добыча окисленных руд на карьерах рудника приостановлена из-за незначительных остатков (всего 0,15 млн.т). В планах развития горных работ по карьерам месторождения Марджанбулак на 2017-2018 гг. отмечается, что

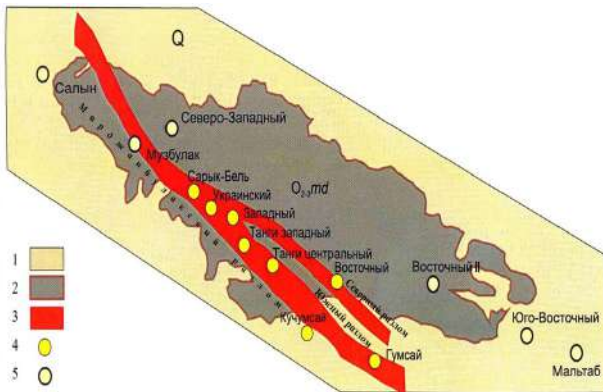


Рис.4. Схема размещения основных рудных объектов 1- Прослеженные зоны; 2-то же предполагаемые зоны ;3- контур зоны тектонических нарушений; 4- буровые скважины.

требуемое к отгрузке количество руды на МЗИУ обеспечивается при условии четырехкратного увеличения затрат на вскрышу. Эти затраты окупятся лишь через 5-6 лет ценой продления срока эксплуатации месторождения. Увеличение объема вскрышных работ по сульфидным карьерам и сокращение размеров рабочих площадок на нижних горизонтах приводит к выборочной отработке более богатых участков месторождения. В настоящее время на производственных объектах МЗИУ по мере увеличения глубины горных работ и сроков существования карьеров возникла проблема обеспечения выпуска золота в условиях роста объемов вскрышных пород, что предопределяет необходимость интенсификации горного производства на основе применения прогрессивных технологий и высокопроизводительного горного оборудования. Пути решения проблемы таковы: переоценка запасов, снижение бортового содержания остаточных сульфидных руд; учет перспективных прогнозных ресурсов, расположенных на глубоких горизонтах ниже проектных границ карьеров; оптимизация финальных форм карьеров по экономически выгодной цене на золото, а также вовлечение старых хвостов обогащения МЗИУ в отработку, где исходные содержания золота в 1980-х годах по двум месторождениям (Зармитан и Марджанбулак) составляли 4-12 у.е.

С целью пополнения минерально-сырьевых запасов МЗИУ Навойским ГМК выполнено следующее:

1. Осуществлена переоценка остаточных запасов и ресурсов ниже дна проектного контура карьера Западный по более мягким кондициям (борт - 0,5 у.е.) на основе

программы «Micromine». Пересчетом охвачены запасы руды между горизонтами +845...+680 м. Проработаны 4 варианта отработки (борта под углами 40°; 43°; 45°; и 50°). Объем балансовых руд по карьере повысился более чем в 2,5 раза и составляет 1,82 млн.т (при теперешнем остатке руды в карьере 0,71 млн.т). Аналогичные работы с таким же результатом выполняют по карьерам Сарыкбель, Украинский, Гумсай, Кучумсай и др. Ожидается общий прирост запасов руды до 9,2 млн.т., что обеспечит МЗИУ на 10 лет вперед.

2. Проведены геологоразведочные работы силами ГРЭ Навойского ГМК и Госкомгеологии РУз на флангах действующих карьеров (Гумсай, Кучумсай) и на потенциально новых участках Марджанбулакского рудного поля (Лапах, Авлиё, Салин и др.). Нарощены запасы по западным флангам указанных карьеров в количестве 1,5 млн.т окисленной руды с балансовым содержанием. Продолжаются поисковые и оценочные работы на перспективных участках.

3. Рассмотрена возможность извлечения благородных металлов из вторичного сырья, то есть из отходов золотоизвлекательных фабрик и заводов [8]. Объектом изучения стал материал хвостохранилища МЗИУ. Проведенные обширные исследования показали, что золото на площади и по глубине хвостохранилища распределено неравномерно, концентрации его варьируют в диапазоне 0,4÷3,0 у.е.; (рис. 10); среднее содержание золота по всему объему хранилища равно 0,97 у.е., а среднее сквозное извлечение достигает 48 %; общий объем вторичного сырья составляет 21 млн.т., из которого 30 % - это кондиционная масса с содержанием золота 1,5 у.е.

Таким образом, принятыми мерами Навойского ГМК расширена минерально-сырьевая база МЗИУ по объектам Марджанбулакского рудного поля, что обеспечит стабильную работу золотоизвлекательного комплекса на много лет вперед.

В завершении можно констатировать, что в настоящее время состояние золоторудной минерально-сырьевой базы Навойского ГМК удовлетворяет растущим потребностям, и обеспеченность запасами перерабатывающих комплексов комбината весьма высока. Актуальной задачей предприятия является наращивание запасов промышленных категорий на флангах и глубоких горизонтах разрабатываемых месторождений, а также освоение новых минеральных объектов на территории региона.

Библиографический список:

1. Турамуратов И.Б. и др. «Некоторые особенности минерально-сырьевой базы золота континентов, отдельных государств мира и республики Узбекистан». Ташкент 2007 г. Илмий-амалий конференция. «Геология ва Узбекистон республикаси минерал-хомашё базасини ривожлантиришнинг замонавий муаммолари.» с. 19-23;
2. Зималяна В.Я. и др. (под ред. И.Б. Турамуратова) «Геолого-промышленные типы, оценка и разведка золоторудных месторождений Узбекистана (методические рекомендации)» Ташкент-2008 г. НИМР с. 249;
3. Хамроев И.О. Состояние золоторудной минерально-сырьевой базы Навойского ГМК. АО «Издательский дом», «Руды и металлы», «Горный журнал», 2018 г., №9, с.22-32;
4. Образацов А.И. месторождение Мурунтау опыт изучения и разработки, Ташкент издательство «Фан» 2001 г.;
5. Санакулов К.С., Эргашев У.А. Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд Кызылкумов. Ташкент 2014 г.;
6. Санакулов К.С. Навойский ГМК: «Новые горизонты развития», горный журнал. Цветные металлы, 2017 г. специальный выпуск;
7. Хамроев И.О. Многофакторная модель золоторудных месторождений Чармитанского рудного поля м., ЦНИГРИ «Руды и металлы» 2007 г., №5;
8. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства издательство «Фан», 2009 г.



ПРОГНОЗ И ГЕОКОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА В УСЛОВИЯХ ЭФФЕКТИВНОЙ РАЗРАБОТКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Мақолада ер ости бойликларидан самарали ва бехатар фойдаланишда содир бўладиган геомеханик жараёнларни шаклланиш қонуниятларини назарий ва амалий асослашга уриниб кўрилган ва уларни олтин рудали конларни самарали қазиб олишда фойдаланиш кўрсатиб ўтилган.

Таянч иборалар: Геомеханик жараён, мониторинг, геоконтроль, блокли структура, рудник, карьер борти, сейсмобардошлик, геодинамик таваккал, ер қаридан бехатар фойдаланиш, моделлаштириш, прогноз, устиворлик, кучланиш-деформационлиниш ҳолати.

The article attempts to experimentally and theoretically substantiate some general patterns in the formation of geomechanical processes in the development of subsoil, substantiate and develop innovative methods for forecasting and controlling the dangerous development of geo-processes under study, as well as measures to manage these processes and reduce their negative consequences.

Key words: Geomechanical process, monitoring, geocontrol, block structure, pit pit mine, seismic resistance, geodynamic risks, safe subsoil use, modeling, forecast, sustainability, stress-strain state.



Сайидкосимов С.С.
заведующий кафедрой Маркшейдерского дела и геодезии, профессор



Насиров У. Ф.
декан факультета Горного дела и металлургии, д.т.н., профессор

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова



Казаков А.Н.
старший преподаватель кафедры Маркшейдерского дела и геодезии



Рахимов Ш.Ш.
докторант кафедры Маркшейдерского дела и геодезии

Современный этап развития горнодобывающей отрасли характеризуется значительными геомеханическими процессами, связанными с изменением напряженного состояния, деформированием и сдвижением горных пород. Эти процессы создают условия неопределенности при разработке месторождений и могут вызывать крайне неблагоприятные отрицательные технологические, экологические и экономические последствия.

В связи с этим, для удовлетворения требований современного горного производства по обеспечению промышленной безопасности при ведении горных работ, актуальной проблемой является достоверность информации о состоянии массива горных пород в недрах. Следовательно, прогноз и геоконтроль состояния массива горных пород будет положительно решен на основе внедрения инновационных методов ведения геомеханического мониторинга и компьютерного моделирования напряженно-деформационного состояния (НДС) массива.

В настоящее время во всех странах с развитой горнодобывающей промышленностью, уделяется большое внимание на обеспечение промышленной безопасности, о

чем свидетельствует возросшее число публикаций на эту тему. В этой связи приоритетными направлениями исследований в области промышленной безопасности продолжают оставаться: разработка методологии изучения и прогноза развития геомеханических процессов; разработка инновационных способов ведения геомониторинга; создание научных основ и практических способов управления геомеханическими процессами при освоении и охране недр.

Большой вклад по развитию и совершенствованию методологии натуральных геомеханических исследований внесли ученые московской, ленинградской и казахстанской школ – геомехаников [1,2,3,4].

Однако, несмотря на достигнутые успехи проблема изучения геомеханических процессов и обеспечения промышленной безопасности далека от нее решения.

Современный этап исследования геомеханических процессов получили в настоящее время новый стимул, связанный с широким распространением концепции иерархического строения трещинно-блочной структуры горных пород на различных масштабных уровнях.



В связи с этим, перспективным является разработка универсальной схемы прогноза негативных геомеханических процессов, основанная на инновационных методах изучения НДС горных пород и использовании ИТ-технологий при сборе и обработке геопространственных данных для управления природными ресурсами. Исследования в этом направлении активно ведутся в Канаде, США, Китае, Австралии и России [5,6,7].

Кроме того, мониторинг за изменением геомеханического состояния породного массива, в настоящее время, ведутся и в центральной Азии, по разным методикам, и неодинаковой точностью. Поэтому сопоставления их результатов, обобщение и использование становится практически невозможным. Решение этой проблемы в мировой практике проводится с использованием инновационных способов и средств регистрации геомеханических данных при натурных измерениях (например, лазерных, интерферометрических приборов, GPS-технологии и т.п.) и современных методик компьютерной обработки данных измерений с получением 3D моделей напряженно-деформированного состояния массива. Эти вопросы в значительной степени проработаны в России и Китае. В связи с этим, нами предлагается использование глобальных навигационных систем GNSS, лазерные сканеры и роботизированные электронные тахеометры, беспилотники, предназначенные для получения оперативной информации об объектах при минимальных затратах времени, находящие все большее применение для решения ряда природоохранных задач. Появление лазерных сканеров в практике производства маркшейдерских съемок позволяет решать многие геолого-маркшейдерские задачи путем создания 3D моделей горно-технических систем.

В рамках реализации государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Узбекистан в недропользовании рассматриваются различные способы изучения и прогноза развития деформационных процессов и явлений, возникающих в массиве горных пород. В этой связи усиливается роль инноваций, призванных увеличить производительность и эффективность приоритетных секторов экономики, одним из которых является горно-металлургический комплекс. Поэтому решаемая проблема и цели исследований полностью соответствует приоритетным задачам Концепции устойчивого экономического роста на основе инноваций.

Таким образом, разработка инновационных методов и средств, позволяющие вести оперативный контроль за устойчивостью горных выработок и повышение степени безопасности освоения недр – это есть развитие индустриально-инновационной мощи государства, бережного отношения к природным ресурсам и окружающей среде.

Как известно, маркшейдерский мониторинг геомеханических и геодинамических процессов в массиве горных пород предусматривает:

- расширения фундаментальных знаний о геомеханических процессах в природно-техногенных системах при освоении недр Земли;

- разработку методологии инновационного подхода к инструментальному прогнозу опасных геопроцессов. Создания 3D моделей НДС массива горных пород для выявления закономерностей развития геопроцессов, происходящих при разработке полезных ископаемых открытым и подземными способами.

- развития идей комплексного изучения состояния массива с учетом структурных неоднородностей и изменчивости свойств пород и особенностей геотехнологии.

- разработка научных основ необходимых инновационных методов прогнозирования и оценки состояния массива горных пород для предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Предлагаемые инновационные методы прогнозирования и оценки состояния массива горных пород отличаются от известных тем, что они базируются на достоверную информацию инструментальных наблюдений, способствующих установлению закономерностей формирования зон разрушения породных массивов с учетом (НДС) пород и временного фактора (рис. 1.).

Разработанные инновационные методы прогнозирования и оценки состояния массива горных пород, позволят обеспечить промышленную и экологическую безопасность освоения недр и повысит эффективность работы горных предприятий в целом.

Разработка инновационных методов ведения геомониторинга для создания базы геопространственных данных о напряженно-деформированном состоянии (НДС) горного массива и управления геомеханическими процессами имеет также социальное и экономическое значение. Социальное значение связано, прежде всего, с предупреждением крупных аварий, связанных с развитием негативных геомеханических процессов. Своевременное выполнение прогнозных оценок позволит избежать колоссальных материальных затрат на преодоление последствий техногенных катастроф при недропользовании

Рассматривая проблема исследований является комплексной проблемой, которая может найти решение в рамках междисциплинарного подхода. Прогнозные исследования обычно проводились либо на основе моделей напряженно-деформированного состояния массива горных пород с использованием метода конечных элементов (МКЭ), либо на основе инженерных методов маркшейдерии. Ныне привлечены новые и известные теоретические методы исследований в области геомеханики, геодинамики, гидрогеологии и смежных дисциплин. Новые методы натурных наблюдений, геоинформационные технологии (ГИС) для оценки техногенных деформаций и сдвижений пород под воздействием горных выработок различного масштаба и технология обоснования наилучшего варианта действий в ожидаемых условиях риска (рис.2.).

На пример, управление геомеханическими процессами при открытых горных работах в широком смысле заключа-



Рис.1. Концепция мониторинга эффективного освоения месторождения.

ются в определении оптимальных, с точки зрения безопасности и эффективности, конструкций бортов карьеров, определении углов откосов и высоты уступов, параметров предохранительных и транспортных берм, а также углов откосов и высоты отвалов.

Тектонические движения новейшего этапа, обусловленные действием субмеридианального и горизонтального сжатия, активизировали структуру Мурунтауского рудного поля, образовав подвижные блоки, находящихся под влиянием общих региональных полей напряжений.

Условия дальнейшего развития освоения месторождения требует разработки стратегии достоверной оценки учета и прогноза геодинамического, геотектонического и геомеханического состояния горного массива в границах карьерной выемки и использования полученной базы данных в проектных решениях, обеспечивающих рациональное и безопасное освоение недр.

Территория карьера Мурунтау является результатом подвигания каледонских плит. Наиболее динамичным, активным и наиболее опасным для оползне-обвальных процессов является юго-восточный борт карьера.

Сильно нарушенными являются участки пересечения разнонаправленных осей лежащих изоклинальных складок и осей антиформ и синформ. Опасными для обрушения являются участки зон пересечения сейсмодислокации с нарушениями, ограничивающими блоки различного порядка. Неустойчивыми являются поля развития даек основного и кислого состава, как области совмещения пластичных и непластичных пород.

Из всего этого следует, что при углублении карьера Мурунтау более всего необходимо учитывать наибольшую неустойчивость ЮВ крыла карьера в зоне второго северовосточного разлома.

На формирование неустойчивых участков горного массива большое влияние имеют направления горизонтальных и вертикальных движений по разломам. Ориентация тектонических сил внутри карьера усугубляет положение и способствует потери устойчивости.

Основную роль в формировании неустойчивых блоков горного массива играет сочетание разноориентированных

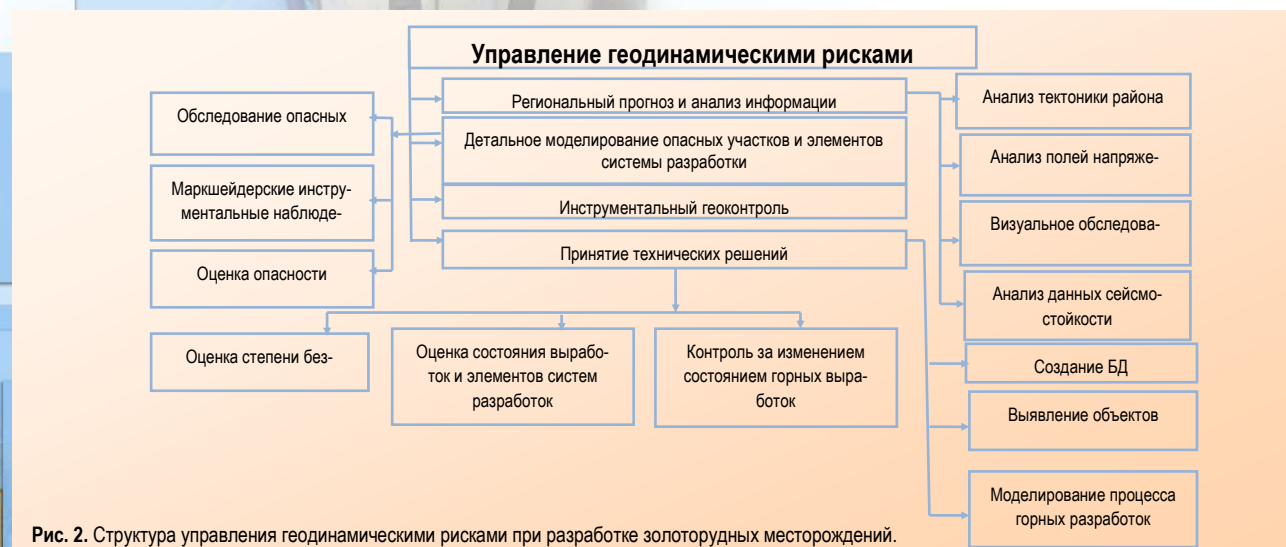


Рис. 2. Структура управления геодинамическими рисками при разработке золоторудных месторождений.



тектонических нарушений, обладающих зоной дробления, заполненных глиной трения.

На карьере зафиксировано большое количество деформаций уступов, в основном на северном, южном и северо-западном бортах.

Анализ причин деформаций бортов карьера показывает, что помимо неблагоприятного ориентирования трещин, поверхности ослабления имеют также и низкие показатели сопротивлению сдвигу.

В наибольшей степени деформированию подвержены участки бортов, приуроченные к зонам разломов, тектонических нарушений. Возникшие деформации показали, что на верхних горизонтах карьера нельзя допускать увеличения углов откосов уступов по сравнению с проектными [8]. В тоже время анализ накопленной к настоящему времени инженерно-геологической информации по глубоким горизонтам месторождения свидетельствует о повышении монолитности и прочности породного массива [1,5].

Из анализа тектонических условий месторождения с учетом местоположения деформаций следует, что:

зарождение контуров поверхности ослабления происходит под влиянием геодинамических процессов;

провоцирующими факторами являются сейсмическое воздействие взрывов, подрезка слоистости пород откосом уступа.

Однако полученные результаты при всей информативности и достоверности будут недостаточны для создания прогноза устойчивости бортов без оценки влияния региональной тектоники месторождения и определения взаимосвязи деформаций бортов карьера с сейсмической активностью района месторождения в целом.

Согласно геолого-тектоническим условиям, а так же на основании исследований методами сейсмометрии можно утвердить, что северо-северо-восточный, северо-западный и юго-восточный борта карьера наиболее подвержены опасности развития деформационных процессов на локальных участках, в районе юго- и юго-западного бортов вероятность развития деформаций значительно меньше.

Данное положение также подтверждается зафиксированными маркшейдерской службой карьера фактами развития деформаций в разные периоды эксплуатации месторождения.

Согласно базы данных по землетрясениям американского геологического общества "Geological Survey Base", в определенный период в зоне радиусом от 400 до 1000 км от карьера Мурунтау произошло 13 крупных землетрясений с магнитудами от 6 до 7,5 [2].

Указанные деформации корреспондируют с прошедшими за рассматриваемый период времени природными землетрясениями и имеют надежную корреляцию по трем параметрам - магнитуда, время, глубина землетрясений.

Выявлено, что указанные деформации произошли после землетрясений имеющих эпицентр на глубине менее 33 км и характеризующихся магнитудой более 5.

Анализ деформационных процессов при эксплуатации карьера свидетельствует о том, что одной из причин де-

формирования откосов является развитие в приконтурных породах зоны остаточных деформаций в результате сейсмозрывного воздействия массовых взрывов. Проведение взрывов, осуществляемых укороченными скважинами оказывают существенное влияние на развитие в приконтурных породах зоны остаточных деформаций и не обеспечивают защиту массива на отдельных участках от вредного влияния сейсмостектонических волн, что вызывает интенсивное заколообразование по верхней бровке уступа карьера [9].

Деформационные процессы обусловленные оползневыми процессами в условиях динамической активности прибортового массива и при дальнейшем увеличении глубины карьера, вызывают необходимость в постановке специальных исследований с целью обеспечения безопасной эксплуатации карьера.

Из анализа рассмотрения влияния разломов на устойчивость бортов следует что:

изменение напряжений хотя бы в пределах одного разлома, может привести к изменению общего поля напряжений карьера;

определение устойчивости бортов карьера следует производить для поверхностей скольжения с учетом напряжений, создаваемых существующими разломами;

для уменьшения вероятности возникновения оползневых явлений не следует создавать дополнительной нагрузки вблизи разломов, предрасположенных к росту напряжений;

дальнейшую отработку карьера необходимо вести с учетом влияния напряжений, которые могут привести к изменению коэффициента устойчивости бортов карьера.

взаимодействие IV и V порядков блоков определяет современное напряженно-деформированное состояние, в зависимости от места приложения сил к подвижным блокам.

По критерию сейсмической опасности нерабочие борта карьера Мурунтау подразделяются на 4 района [10].

Следует отметить, что сейсмоактивный блок земной коры непрерывно излучает в окружающее пространство упругую энергию в виде землетрясений различной силы. Сейсмическая энергия, выделяемая за год всеми землетрясениями и в виде упругих волн, составляет около 10^{18} Дж, при этом известно, что на земном шаре ежегодно регистрируются сотни тысяч естественных землетрясений [2]. Кроме того при взрывных работах расходуется примерно 10^7 т ВВ в год, а их суммарный вклад в сейсмические проявления характеризуется величиной порядка 10^{14} Дж.

Все это говорит о том, что горнотехнические сооружения в течение всего периода существования находятся в поле напряжений и перемещений, вызванных сейсмическим действием естественных и техногенных (взрывных) землетрясений. Так, как для каждого объекта существует резонансная частота колебаний, то каждый борт и уступ любого карьера находится постоянно в определенном резонансном режиме и соответственно реагирует на него, выбирая из всего волнового круга необходимые резонансные частоты. Явление резонанса было положено в основу прогноза объемов деформаций бортов карьеров.



Прогноз деформаций бортов карьера Мурунтау осуществляется измерением колебаний горных пород, слагающих прибортовой массив. Источником колебаний служили массовые техногенные взрывы в карьере и естественные фоновые колебания в период работы карьера. Ценность этого способа заключается в том, что можно изучить амплитуду колебаний путем сравнения на разных участках на протяжении всего периода колебаний.

Известно, что сейсмические сигналы, порожденные массовым взрывом, имеют достаточно сложную форму, а при короткозамедленном взрывании наблюдается интерференция волн разных типов, что существенно осложняет их анализ.

Для выявления резонансных частот колебаний для данного участка, необходимо установить спектр такого колебания.

При рассмотрении общей картины сейсмических колебаний от землетрясений и взрывов следует выделить то обстоятельство, что на радиус опасной зоны значительно влияют геологические условия залегания пород, в которых мощность и структуры отдельных слоев играет решающую роль. Это связано с тем, что помимо сравнительно быстро затухающих первичных волн, излучаемых источником взрыва или очагом землетрясения в отдельных случаях в горном массиве возникают вторичные, отраженные от поверхности волны, которые вследствие многократного отражения отличаются большой длительностью колебаний.

Карьер Мурунтау расположен в сейсмоопасном районе, где возможны землетрясения силой в пределах 8 баллов, что является источником мощных сейсмических волн.

Применение спектрального метода для оценки устойчивости массива горных пород позволяет изучать влияние на процессы деформаций взаимосвязанных факторов:

- нагрузка (гравитация, тектоника, сейсмика);
- размеры (высота, угол откоса) и формы конструкции (выпуклая, вогнутая);
- свойства материала (геомеханическое строение массива).

С увеличением объемов открытых горных работ связан ряд особенностей обеспечения устойчивости откосов.

Вопросы устойчивости решаются в условиях неповторимости разнообразия горно-геологических условий в весьма жестких экономических рамках при определении, как предельной глубины открытой разработки, так и углов наклона откосов бортов на предельном контуре [11]. Устойчивость откосов большинством специалистов рассматривается как результат проявления горного давления. Наряду с общностью ряда вопросов обеспечения устойчивости откосов имеются и различия и, это, прежде всего, обусловлено особенностями геологического строения месторождений, технологией разработки и требованиями к добываемому сырью.

Углы откосов уступов изменяются от 25-30 ° до 90 ° и они определяются конструктивно и составляют для рабочих бортов и берм и площадок различного назначения – 10-25°, для постоянных бортов и откосов траншей, от 15° до 45-60°.

Учитывая время, состояние откоса и его назначение, рекомендуется при проектировании варьировать коэффици-

циентом запаса устойчивости от 1,1 для уступов рабочих бортов карьеров вскрывающих выработок до 1,5 – для откосов вскрывающих выработок, содержащие стационарное устройства.

Группу технологических факторов, определяющих поведение пород в бортах, составляют способ вскрытия и система разработки.

Направление развития горных работ в пространстве необходимо выбирать с учетом инженерно-геологической структуры массива и при этом устойчивость откосов рабочих уступов и бортов карьера следует оценивать комплексным технологическим параметром – скоростью продвижения фронта горных работ. Как для рабочих, так и нерабочих бортов значение имеет учет их конструктивных параметров, формы в плане и профиле.

Однако, как показывает практика, проектные решения по основным составляющим вскрышных и добычных работ принимается без полного учета изменчивости инженерно-геологических и геомеханических условий горного массива карьерных полей. При этом изменение прочностных характеристик пород бортового массива во времени часто не принимается во внимание, что приводит к снижению достоверности определения коэффициента запаса устойчивости.

С увеличением глубины карьера изменяется характер распределения напряжения в породном массиве, по борту карьера и у подошвы откоса возникает наибольшая концентрация сдвигающих напряжений, что частично изменяет общее напряжение поля и образует опасные деформации. Следует отметить, что разрушения, в результате буровзрывных работ, проникают вглубь массива и влияют на устойчивое состояние бортов карьера. Например, перебур скважин порядка 3 м значительно разрушает верхнюю часть откоса будущего горизонта и вдоль него при этом предохранительные и транспортные бермы становятся малоустойчивыми.

Массовые взрывы вблизи предельного контура борта создают зону частичного дробления пород, распространяющуюся на 60-70 м от места взрыва, резко ослабляя их прочность и ускоряя процесс выветривания. Кроме того, заметно изменяется и напряженное состояние массива, что уменьшает прочность связи пород по наиболее слабой поверхности массива и при небольшом запасе устойчивости приводит к внезапным обрушениям значительных участков бортов карьера.

Как показывает практика, вопросы применения специальных методов ведения горных и буровзрывных работ для обеспечения устойчивости бортов карьера решаются в зависимости от горно-геологического строения прибортно-го массива и горнотехнических условий отработки карьера. Следует отметить, что поверхности структурного ослабления пород существенно влияют на ширину зоны разрушения. Поэтому применяемые на карьере Мурунтау сейсмобезопасные методы ведения БВР можно считать как одним из технологических приемов, способствующих обеспечению устойчивости бортов глубоких карьеров при разработке золотосодержащих руд в сложных сейсмо-тектонических условиях.



Наряду с чем, разрабатывается комплексный метод прогноза и контроля устойчивости прибортового массива карьера на базе новейших достижений маркшейдерских технологий спутникового позиционирования, а также методики наблюдений за геомеханическими процессами с использованием электронно-оптических приборов и технологий GPS, что позволит в перспективе осуществить мониторинг за деформационными процессами и контроля в режиме on-line за состоянием прибортового массива карьера «Мурунтау».

Предлагаемая концепция маркшейдерского мониторинга геомеханических процессов в прибортовом массиве глубоких карьеров позволяет успешно решать задачу оценки состояния устойчивости откосов по всему периметру и прилегающих территорий, а также на всю постоянно растущую глубину карьера, что позволяет:

- повысить качество разрабатываемых проектов карьеров с учетом устойчивости уступов бортов карьера по данным мониторинга природных и техногенных факторов;
- сократить затраты на проведение дорогостоящих полевых геодезических и маркшейдерских работ;

- использовать наиболее оптимальные методы расчета устойчивости бортов карьера;

- оценить влияние различных факторов на геомеханическое состояние массива горных пород;

- определить тектонические подвижки горных блоков в пределах существующих разломов.

Тенденция увеличения глубины и объемов открытых горных работ, усложнение горно-геологических условий разработки сложно-структурного месторождения требуют качественно нового подхода к управлению устойчивостью бортов карьера и откосов уступов.

Исследования комплекса задач по обеспечению устойчивости и прогнозу состояния массива горных пород на базе геомеханического мониторинга как актуальная научная и практическая проблема. Позволяет управлять состоянием прибортовых массивов карьера на основе предлагаемой концепции системного подхода и комплексного учета всех природных и техногенных факторов участвующих в формировании процессов происходящих в глубине массива горных пород.

Библиографический список:

1. Кучерский Н.И. *Современные технологии при освоении коренных месторождений золота. Москва 2006г.*
2. Ржевский В.В., Новик Г.Я. *Основы физики горных пород, изд. -4, М.: «Недра», 1984- 360 с.*
3. Силкин А.А., Кольцов О.Н. и др. *Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах Узбекистана. Ташкент, Фан, 2005.*
4. Сайидкосимов С.С. *Оценка устойчивости подрабатываемых бортов карьера при комбинированной разработке золоторудных месторождений в районах со сложными сейсмо-тектоническими условиями. Сб. научных трудов «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий» Санкт-Петербург. 2017. С. 269-283.*
5. Брайт П.И. *Геодезические методы определения смещений на оползнях. М., Недра, 1965.*
6. *Прогноз сейсмической опасности Узбекистана. Том1. Ташкент. Фан, 1994, 284с.*
7. Sayyidkosimov S. S., Nasirov U. F., Umarov F. Ya., Kazakov A. N. *Mine-Surveying monitoring geomechanical processes deep pit under development of complex gold mine seismotectonic active zones. Proceedings of the international conference on integrated innovated development of Zarafshan region: Achievements, challenges and prospects. V.1. 2017, Navoi, P.93-98.*

УВАЖАЕМЫЙ КУВАНДИК САНАКУЛОВИЧ!

Турабжанов С.М.
ректор ТашГТУ
имени И. Каримова,
д.х.н., профессор



В эти дни горно-металлургическая общественность в Узбекистане с большим воодушевлением отмечает 60-летие образования НГМК. За эти годы комбинат превратился в крупнейшую мировую компанию по добыче золота, урана и других полиметаллов. Десятки тысяч рабочих, специалистов связали свои судьбы с родным комбинатом, отдали свои знания, талант и опыт процветанию НГМК.

Ташкентский государственный технический университет на протяжении 60 лет ведет подготовку инженерных кадров горных инженеров, электромехаников, маркшейдеров, геологов, которые успешно трудились и в настоящие время продолжает успешно работает на комбинате.

Мы высоко ценим роль комбината и Навоийского государственного горного института в проведении Международных научных конференций. На Специализированном научном совете под Вашим руководством защищены докторские и кандидатские диссертации. Сотни этих ученых сегодня достойно представляют горную науку и образование в Республике.

В канун 60-летнего юбилея комбината ректорат Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова поздравляет Вас и коллектив комбината со славным юбилеем и желает дальнейшего процветания на благо нашей родины!



УДК 552.12

© Турапов М.К., Захидов Т.З., Жанибеков Б.О.,
Умматов Н.Ф., Кувондилов И.Ш., Омонбоев З.О., Насвалиев Ф.Ф. 2018 г.

МЕГАТРЕЩИНЫ ЗАПАДНОГО УЗБЕКИСТАНА



Турапов М. К.
Зав. группой тектонофизических методов исследования
ГП «Институт минеральных ресурсов» Госкомгеологии РУз,
д. г-м. наук



Жанибеков Б. О.
Ведущий геолог ГП «Институт минеральных ресурсов»
Госкомгеологии РУз.



Захидов Т. К.
Ведущий специалист отдела кадастра
Института сейсмологии АН РУз



Умматов Н. Ф.
Инженер ГП «Институт минеральных ресурсов»
Госкомгеологии РУз.

Мақолада Марказий Қазилқумнинг ёриқлар тектоникасини ўрганиш натижалари келтирилган. Улкан ёриқларни ҳосил бўлиши регионни катта тектоник элементлари ва геологик тоғ жинслари билан ўзаро боғлиқлиги кўрсатилган. Улкан ёриқларни интенсив ҳосил бўлган зоналари думалоқ линза ва полоса шаклларида бурмалар ва регионал эр ёриқларини ўқлари зонасига тўғри келади. Бу кўриниши регионал тектоник излашлар олиб боришда қўллаш тавсия этилади.

Таянч иборалар: регион, улкан ёриқлар, эр ёриқлари, эр қобиғи, тектоника, блок, харита.

Annotation: Results of studying of Central KyzylKumfractural tectonics are given in work. The interrelation of mega-fissure occurrences with large tectonic elements, and with geological formations of the region is shown. Zones with intensive occurrences of mega-fissure in the form of oval, lense and ribbon are limited to axial zones of anticlines and regional faults. This phenomenon is recommended to be used at regional tectonic researches.

Keywords: region, mega-fissure, fault, crust, tectonics, tectonic blocks, map.



Насвалиев Ф. Ф.
Магистрант
Ташкентский государственный
технический университет им.
И.А.Каримова



Омонбоев З. О.
Магистрант
Ташкентский государственный
технический университет
им. И.А.Каримова



Кувондилов И. Ш.
Магистрант
Ташкентский государственный
технический университет
им. И.А.Каримова

Вопросами трещинной тектоники и её роли в проявлениях различных геологических явлений (рудообразование, метасоматизм, землетрясение) занимались многие исследователи. Среди них особое место занимает А.В. Пэк [3], который разработал теоретические основы трещинной тектоники с разработкой рекомендаций по их практическому использованию в геологии. Поскольку с трещинной тектоникой связано размещение эндогенного оруденения, оно нашло отражение в работах Г.Ф. Яковлева, В.А. Невского, Л.И. Лукина, И.П. Кушнарева, А.В. Королева, П.А. Шехтмана, Ю.С. Шихина, В.А. Королева, В.Ф. Федорчука, Х.А. Акбарова и др. которые являются учебниками подготовки геологических кадров в высших учебных заведениях России, Узбекистана, Казахстана, Киргизии и Таджикистана.

Д. Гриффист и А. Рейд указывают, что образование разрывов сплошности-трещин и разломов сопровождается выделением энергии, значение которой взаимосвязано с размерами трещин. Образование разрывов в горных породах сопровождается волновыми процессами, энергия которых вызывает землетрясения. Таким образом, исследование процесса разломообразования и изучение механизма развития этого явления является важным звеном в познании геодинамики развития земной коры и связанных с ним землетрясений. Трещино- или разломообразования зависят от многих факторов, среди которых выделяется тип геологических образований с которыми генетически связана хрупкая и пластичная деформация. Не менее важное значение имеют и внешние силы, влияющие на геологическое и структурно-тектоническое развитие



исследуемого участка земной коры, а также на его физические особенности (напряженность) и геодинамику.

К трещинам относятся разрывы в земной коре без перемещения (или незначительное) не более нескольких сантиметров [2]. Разломы (разрывы) – это поверхности раздела, которые нарушают сплошность пород, по которым породы разделяются на части [1]. Разрывные нарушения являются самой широко распространенной структурой в земной коре. Вариация величин их проявления очень широка – от трещин до разломов планетарных масштабов. Распространение их в поверхностных горизонтах земной коры крайне неравномерно. В платформенных областях их значительно меньше по сравнению со складчатыми поясами и активизированными областями.

По данным И.П. Кушнарера и др. [1] трещины разделяются на два типа: трещины отрыва и скалывания. Первые обладают неравными, извилистыми поверхностями и относительно небольшими размерами (от миллиметра до несколько сотен метров) без существенных смещений. В противоположность к ним стоят трещины скалывания, которые обладают значительно большей протяженностью, с ровными поверхностями, с незначительными смещениями.

В отличие от трещин разломы характеризуются значительной мощностью (до и более 1000 м) и протяженностью с отчетливым смещением как по горизонтальной, так и по вертикальной плоскостям формируя сбросы, сдвиги, надвиги, сбросо-сдвиги и т.д.

Изучение трещинной тектоники и разрывных нарушений земной коры имеет важное значение для познания её истории геологического развития, в особенности структурно-тектонического развития. Оно также важно и для поисков месторождений полезных ископаемых, т.к. структуры земной коры в сочетании с геологической средой формируют структурные позиции, благоприятных для размещения эндогенного оруденения, структурные ловушки для скопления углеводородного сырья. Не менее важное значение приобретает изучение разломов и трещин для сейсмологии; для оценки влияния землетрясений на верхний горизонт земной коры, где наблюдается деятельность человека; на инженерные и коммуникационные сооружения с целью сейсморайонирования территорий и прогноза землетрясений.

В связи с этим в рамках сотрудничества между институтом минеральных ресурсов Госкомгеологии РУз и институтом Сейсмологии Академии наук Узбекистана были проведены исследования мегатрещин (разломов) территории Западного Узбекистана. Основным материалом для проведения исследований явились: государственная геологическая карта в масштабе 1:200000; геологическая карта Центральных Кызылкумов Я.Айсанова (масштаб 1:100000); тектоническая карта Средней Азии Д.Якубова, М.А. Ахмеджанова и О.М. Борисова (в масштабе 1:500000); геологическая карта Узбекистана (в масштабе 1:500000).

Целью исследований явилось изучение закономерностей распределения мегатрещин (разрывов), их густоты и связи с пикативными, кольцевыми и другими крупными элементами тектоники Западного Узбекистана, а также

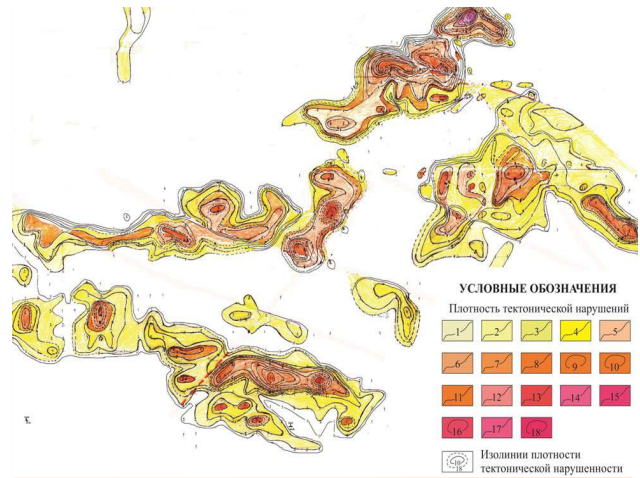


Рис.1. Фрагмент схемы развития мегатрещин Центральных Кызылкумов (гор Тамдытау, Бельтау, Кульжуктау и др.).

сейсмоактивностью земной коры.

При изучении мегатрещин изучаемой территории его геологическая карта была разбита на равные квадраты; в каждом из них определяется количество мегатрещин; полученные числа относятся к центру квадрата и одинаковые их величины соединяются изолиниями. Размер квадрата 2 км на 2 км.

Вышеизложенным методом была построена карта мегатрещин для всех территорий Западного Узбекистана. Рассматривая результаты работ по территории Центральных Кызылкумов, где как известно палеозойский фундамент почти перекрыт мезо-кайнозойским чехлом следует отметить, что распределение густоты мегатрещин характерно для открытых и полузакрытых площадей региона. Распределение мегатрещин в какой-то степени повторяет контур выходов палеозойского фундамента. Вариация количества мегатрещин: от нуля до 15 и выше.

Зоны с наиболее густым проявлением мегатрещин обычно занимают небольшие площади и имеют овальную, линзовидную и полосовидную морфологию. Все они без исключения в виде цепочек приурочены к региональным разрывным структурам северо-западного и субширотного (Кульжуктау, Ауминзатау) простираний.

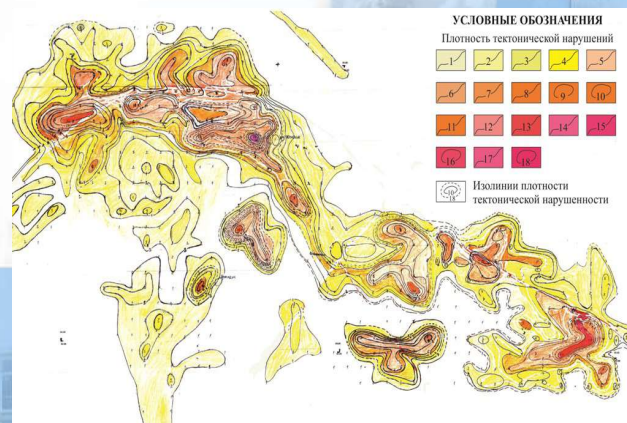


Рис.2. Фрагмент схемы развития мегатрещин Центральных Кызылкумов (гор Букантау).



Интенсивность проявлений мегатрещин в какой то степеням связана с типами горных пород. В пределах Тамдытау зона наиболее интенсивной мегатрещиноватости приурочена к карбонатной гряде (Рис. 1).

Морфология зон мегатрещин и ее простираение совпадают с направлением простираения карбонатных пород и с площадью выхода их на дневную поверхность. Аналогичная зона интенсивной мегатрещиноватости наблюдается и на севере Тамдытау. Она приурочена к зоне регионального разлома северо-западного направления. Максимальное количество мегатрещин характерно для площади Балпантауского рудного поля. Для площади Мурунтауского рудного поля характерна сложная картина проявлений мегатрещин. Волнообразные изогипсы мегатрещиноватости с вариацией их значений от 0 до 7 мегатрещин на одну квадратную ячейку дают основание считать, что формирование структур происходило под воздействием как горизонтальных тектонических усилий, так и под воздействием внутренних земных сил. Взаимосвязь проявлений различных структурных элементов с крупными тектоническими элементами земной коры наглядно проявлено на площади Кокпатауского рудного поля. Здесь зона проявления мегатрещин совпадает с контуром антиклинальной складки. Максимальное количество проявлений разрывных структур характерно для апикальной части складки.

В целом, анализ формирования и развития мегатрещин в Букантау позволяет заключить, что величина проявления процесса мегаразрушения поверхности земной коры генетически связана с региональными глубинными разломами. Приуроченность зон с максимальными проявлениями мегатрещин в виде цепочек к зонам региональных разломов в какой то степени подтверждают наши предположения (Рис.2).

Аналогичную картину проявлений мегатрещин можно наблюдать и на Кульджуктау, Бельтау и к юго-востоку от Ауминзатау. На последней площади проявления мегатрещин как генетически, так и пространственно связаны с граничными разломами структурно-формационных зон, которые проходят на юге Ауминзатау.

Таким образом, предварительный анализ данных по изучению мегатрещин Центральных Кызылкумов показывает, что их формирование и развитие связаны с крупными структурами (региональные разломы, складки) земной коры. Их масштаб, морфология, пространственное положение и активность влияют на проявление мегатрещин в околоструктурном пространстве. Интенсивность и площадь проявления мегатрещин также зависит и от геологической среды: от различия генетических типов горных пород и их сочетаний.

Повышение интенсивности проявления мегатрещин отмечается и в зонах сопряжений и пересечений региональных разрывных структур с глубинными поперечными разломами. Развитие мегатрещин в этих зонах можно объяснить проявлением многократной активности этих структур. По морфологии (полоса, линза) и пространственной приуроченности к крупным структурам, зонам проявлений интенсивной мегатрещиноватости, можно предположить, что эти структуры часто и интенсивно подвергались тектонической активности. Например, граничный разлом структурно-формационных зон проходящий в субширотном направлении на юге Ауминзатау и Бельтау в составленной схеме развития мегатрещин выражен полосовидной зоной по простираению граничного разлома. Морфология зон мегатрещин повторяет морфологию граничного разлома. Вариация мегатрещин в околоразломном пространстве варьирует от 1 до 5 и выше мегатрещин на одну ячейку.

Из выше изложенного следует заключить, что развитие мегатрещин в Центральных Кызылкумах на прямую связано как складчатыми, так и крупными региональными разрывными нарушениями. Иначе говоря, картину развития мегатрещин определяют региональные складчатые структуры. Их активность, морфология и взаимоотношение определяют проявление мегатрещин, интенсивность их проявления и территорию их распространения. Схему развития мегатрещин региона можно использовать при уточнении направления глубинных разрывных структур, их морфологии, а также для установления зоны влияния региональных разломов на вмещающую среду. При этом процесс влияния выражается образованием новых мелких трещин и разрывов, а также обновлением ранее заложенных.

Построенная схема мегатрещин Центральных Кызылкумов отражает развитие и густоту их в палеозойском фундаменте. При переходе на площади закрытые мезокайнозойскими образованиями густота проявлений мегатрещин затухает. Это указывает на то, что мезо-кайнозойский чехол не унаследовал в полном объеме структурно-тектонические особенности палеозойского фундамента.

Таким образом, предварительный анализ результатов изучения мегатрещин Центральных Кызылкумов, в рамках их взаимоотношения с региональными складчато-разрывными структурами показывает, что наибольшая густота мегатрещин наблюдается в местах перегиба слоёв – складчатых антиклинальных структур, в околоразломном пространстве региональных разломов и на участках различных структурных осложнений. Это указывает на тесную взаимосвязь мегатрещин с крупными разрывами и складчатыми структурами региона.

Библиографический список:

1. Кушнарев И.П., Мельникова К.М. // Методы структурной геологии и геологического картирования. М.: Недра, 1984, 375 с.
2. Шехтман П.А., Королев В.А., Никифоров Н.А., Федорчук В.П., Шихин Ю.С. // Детальная структурно-прогнозная карта гидротермальных месторождений. М.: Недра, 1979, 280 с.
3. Пэк А.В. Трещинная тектоника и структурный анализ. М.: Изд-во АН СССР, 1939. 154 с. 1989. С. 48-50.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ОПОР ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ БУРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Ишда портлатиш қудуқларини бурғилаш жарёнлари самарадорлигини ошириш масалалари кўриб чиқилган. Жинсларни парчаловчи асбоблар таянчларини герметиклаш динамикаси самарадор бурғилаш долото(искана)ларини яратишда асосий техник ечимлардан бири ҳисобланиб, келажакда бурғилаш долото(искана)лари таянчларини оптимал герметиклаш масалаларини қўйиш ва ечиш имконини беради.

Таянч иборалар: кон жинси, бурғилаш, бурғилаш долото(искана)си, энергия сарфи, қудуқ, таянчларни герметиклаш, ювиш суюқлиги, қоплаш майдони, ишончлилик, динамика, зичлагичлар, металл ҳалқалар.

The paper considers the issues of increasing the efficiency of blasting well drilling processes. The dynamics of sealing the supports of rock-cutting tools is one of the main technical solutions in the creation of effective drill bits, which allows in the future to set and solve tasks to optimize the sealing of drill bit supports. The compaction of the roller bit support in the developed form solves the issue of increasing its wear resistance, and consequently, increasing the efficiency of the drill bit due to an increase in its working time with a predetermined dynamics of fracture of the rock during drilling of wells.

Key words: rock, drilling, drill bit, energy costs, borehole, sealing of supports, washing fluids. Coverage area, reliability, dynamics, seals, metal rings.

Для обуривания вскрышных пород в карьере «Ташкура» используют серийные шарошечные долота диаметром 250,8 мм. К основным факторам, влияющим на эффективность и стойкость породоразрушающего инструмента при бурении скважин в изменчивых по характеристике горных породах относятся: динамические (ударные и колебательные) воздействия на инструмент, обусловленные как конструктивными особенностями бурового агрегата, так и несвоевременным регулированием режима работы с изменением параметров буримых пород [1]; недостаточная герметизация основных узлов буровых долот от воздействия промывочной воды и шламов [2, 3]; а также уровень организации и технологичность профилактического обслуживания (подбор смазочных материалов, чистка и «прокатка» долот, другие регламентные мероприятия) [4].

На стохастическом моделировании, на интуицию основаны пока оптимизационные задачи и в аспекте динамики опор шарошечных долот, и их промывочных узлов как составляющих общую динамику.

Возьмем к примеру опору шарошечного долота. Естественно, работа опор будет тем эффективнее (долговечнее), чем лучше будет выбран металл для изготовления лап с цапфами и шарошки при соответствующей термообработке, не нарушающей заданные допуски в зазорах. Здесь непременно необходимо иметь ввиду подбор смазочного материала. Но все это определяется общей

технологией машиностроения и все это необходимо. Однако всего этого будет недостаточно без надлежащей герметизации опорных узлов буровых долот [5].

Пожалуй, наибольшее число изобретений, посвященных совершенствованию опор шарошечных долот, относится к уплотнительным устройствам. И это не удивительно, поскольку именно от надлежащей работы уплотнительных устройств зависит надежность опоры и долота в целом.

В опорах современных шарошечных долот применяют в основном уплотнения как радиального, так и торцевого типа, хотя встречаются двойные (радиальное + торцевое) уплотнительные устройства и комбинированные радиально-торцевые уплотнения.

Наиболее распространенными по-прежнему являются радиальные уплотнения, в которых герметизирующим элементом служит резиновое кольцо круглого или прямоугольного (овального) сечения (рис. 1. а, б, в, г).

Классическое уплотнение - резиновое кольцо круглого сечения, расположенное в гнезде, образованном цилиндрическими поверхностями цапфы, лапы и шарошки (рис. 1. а).

Эта конструкция используется в долотах с опорами скольжения (а в последнее время и с опорами качения) почти 40 лет, но до сих пор не потеряла своей популярности ввиду своей максимальной простоты и достаточной надежности. Модернизацией классической схемы являются патентованные уплотнения, применяемые фирмой

Тошов Ж.Б.

декан факультета энергетики
Ташкентского государственного
технического университета
им Ислама Каримова
д.т.н.



Тошниёзов Л.Г.

докторант
Ташкентского государственного
технического университета
им Ислама Каримова
д.т.н.



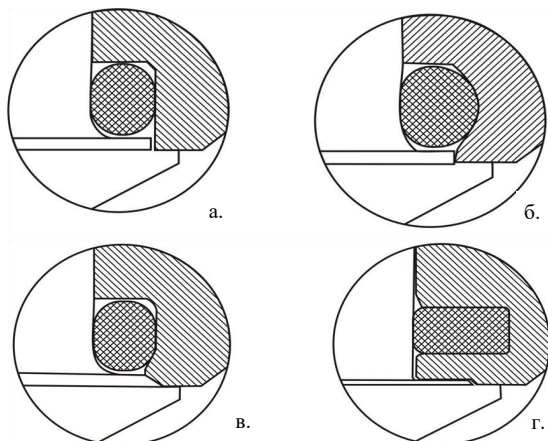


Рис.1. Фрагмент схемы развития мегатрецин Центральных Кызылкумов (гор Букантау).

а) Классическое уплотнение радиального типа, б) Радиальное уплотнение фирмы SmithTool, в) Радиальное уплотнение фирмы Hughes Christensen, г) Радиальное уплотнение фирмы Reed Tool.

«SmithTool» [6]. Оно отличается тем, что уплотняемая поверхность шарошки имеет клиновидную форму (рис. 1.б). Это уменьшает величину возможного осевого перемещения уплотнительного кольца при перепадах давления, а также его скручивания, что улучшает работу уплотнения и снижает уровень проникновения частиц шлама в опору.

Для решения тех же задач другая американская фирма «HughesChristensen» использует иную форму уплотняемой поверхности шарошки, имеющую поднутрение под углом 30° (рис. 1.в) [7].

Уплотнение фирмы «ReedTool» представляет собой плоское резиновое кольцо, размещенное в глубокой канавке шарошки (рис. 1.г).

Последние варианты этого уплотнения, предназначенные для работы в высокооборотных долотах, имеют уплотнительные кольца с ребристой («текстурированной») внутренней рабочей поверхностью трения. Это позволяет кольцу лучше удерживать смазку, за счет чего уменьшается трение, выделение тепла и увеличивается срок службы уплотнения. При этом также уменьшаются пусковой и рабочий крутящие моменты, что особенно важно при высокооборотном (турбинном) способе бурения.

Более совершенными (но и более сложными) являются современные торцевые уплотнения, которые впервые в шарошечных долотах применила фирма «HughesChristensen». В отличие от простейшего торцевого уплотнения - резинометаллической манжеты с пружиной Бельвилля, которое ранее широко применялось в опорах серии НУ (ролик - шарик - скольжение) эти, так называемые, «торцевые металлические уплотнения» (FaceMetalSeal) состоят из 4-х элементов - двух металлических и двух резиновых колец (рис. 2).

Металлические кольца, изготавливаемые из коррозионно-стойкой стали (Российский аналог - сталь 95Х18), обладающей высокой твердостью и износостойкостью, подвешены между шарошкой и цапфой лапы посредством резиновых колец, которые поджимают друг к другу металлические кольца даже при осевых перемещениях шарошки от-

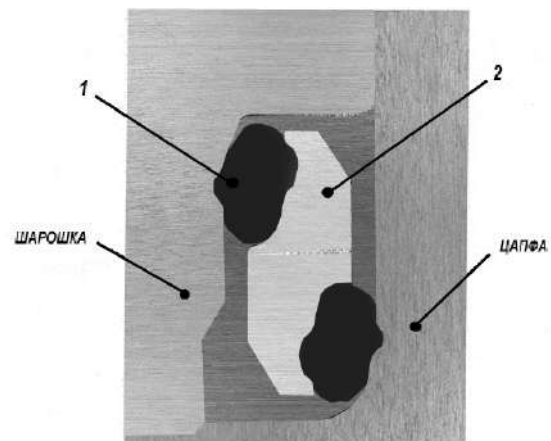


Рис. 2. Торцевое металлическое уплотнение фирмы Hughes Christensen: 1 - резиновые кольца; 2 - металлические кольца.

носителю цапфы, неизбежных из-за износа осевых подшипников и люфтов в замковом подшипнике. Одно из металлических колец имеет слабоконическую рабочую поверхность для создания масляного клина, обеспечивающего поступление смазки к трущимся поверхностям, ширина контакта которых не превышает 1 мм.

Преимущества металлических торцевых уплотнений очевидны:

- контакт происходит только между смазочными металлическими поверхностями, что значительно снижает трение и нагрев по сравнению с уплотнением резина - металл, поэтому уплотнение может выдержать гораздо большие скорости вращения;

- резиновые подпружинивающие кольца неподвижны и не подвержены абразивному износу и, следовательно, могут изготавливаться из более термостойкой резины, что повышает допустимую рабочую температуру опоры и долота в целом.

Более устойчивым в потенциале является уплотнение по патенту [8], которое работает в режиме реального времени, т.е. адекватно реагирует на образующиеся в процессе работы буровых долот в довольно значительных пределах как осевых нагрузок, так и скоростей бурения. Но в принципе это технико-технологическое направление можно считать перспективным.

Теперь встают вопросы, связанные с оптимизацией динамических составляющих по совершенствованию опорных поверхностей шарошечных узлов и по оптимизации динамики промывочной жидкости в области буровых долот, обозначенных в схеме (рис. 3, 4).

Обратимся в начале к вопросу оптимизации опорных узлов одношарошечных долот.

Известно буровое долото, у которого уплотнение опоры заключается в том, что по неподвижному металлическому кольцу на эластичной кольцевой подкладке вращается металлическое кольцо, подпертое эластичным кольцом со стороны шарошки, который является одношарошечное буровое долото фирмы «Kingdread» в котором помимо канала, выполненного в корпусе долота с выходом на поверхность шарошки, основной промывочный канал выполнен



сквозным через тело корпуса и цапфы, а на выходе этот канал сопряжен с промывочными проточками, выполненными в меридиальных направлениях по телу шарошки [9].

Недостатком этого технического решения является ничем не гарантированная стабильность посадки вращающегося кольца, размещенного в теле шарошки к легко нарушающий натяг между подвижным в выточке шарошки и неподвижным на теле цапфы кольцами из-за непосредственно контакта подвижного кольца с цапфой [10].

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому техническому решению является уплотнение опоры шарошечного долота по патенту [11], где надежность уплотнения обеспечивается за счет улучшенной и сдублированной системы размещенных металлических и эластичных колец в проточке шарошки и за счет выноса контактирующих поверхностей металлических колец подпертых эластичными кольцами в неконтактную непосредственно с телом шарошки и цапфой плоскость. Эта задача решена за счет того, что в опоре шарошечного долота, содержащей цапфу для установки на ней шарошки с расточкой, уплотнение в виде контактирующих друг с другом металлических и эластичных колец, в теле шарошки с зазорами относительно цапфы и лапы долота установлена фиксирующая уплотнение в расточке тела шарошки посредством резьбового соединения центрирующей оправки, в которой выполнена кольцевая выемка под смазочный материал, при этом металлические кольца уплотнения установлены с обоесторонними радиальными зазорами относительно цапфы и центрирующей оправки поперечно подперты с обеих сторон эластичными кольцами, причем крайние эластичные кольца

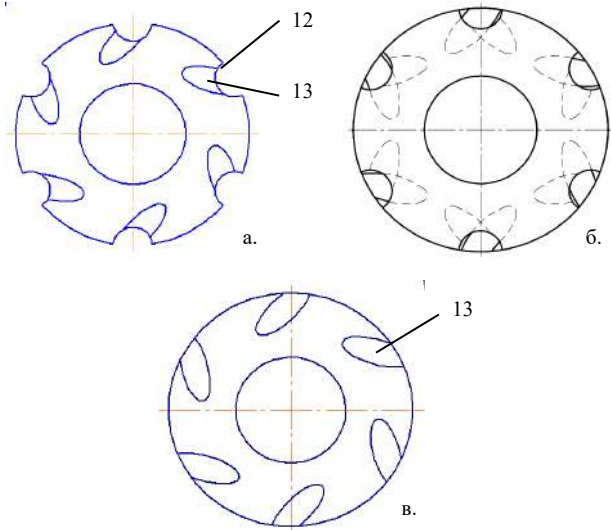


Рис. 4. Металлические кольца для устройств уплотнения а) с дуговыми выемками; б) хордонаправленными канавками; в) контактирующие с ним кольцо только с хордонаправленными канавками

ца установлены с односторонними радиальными зазорами относительно поверхности цапфы, в срединное эластичное кольцо с радиальным зазором относительно шарошки – внутри кольцевой выемки.

Выполнение уплотнения опоры шарошечного долота в такой форме решает вопрос повышения её износостойкости, а следовательно, и повышения эффективности бурового долота за счет увеличения времени его работы с заданной динамикой разрушения горной породы при бурении скважин.

Недостатком этого технического решения является ничем не гарантированная подача смазочного материала из кольцевой выемки под смазочный материал, поскольку относительные радиальные смещения контактирующих металлических колец весьма ограничены конструктивно и эффективны при жестком поджатия друг к другу.

Сущность изобретения поясняется чертежами (рис. 3.а) конструктивных элементов устройства уплотнения, а на рис. 3. б – расположения зазоров в системе этого уплотнения.

Уплотнение опоры шарошечного долота (рис. 3, 4) состоит из системы попарно контактирующих металлических колец 1 и 2 с обоесторонними радиальными зазорами δ_1 и δ_2 и подпертых поперечно с обеих сторон эластичными кольцами 3, 4, 5 с односторонними радиальными зазорами δ_3 , δ_4 , δ_5 . При этом крайние эластичные кольца 3 и 5 установлены с радиальными зазорами δ_3 и δ_5 относительно цапфы 6, а срединное эластичное кольцо 4 с радиальным зазором δ_4 относительно шарошки 10 внутри выемки 8 под смазочный материал центрирующей оправки 7, установленной с зазорами δ_6 и δ_7 относительно цапфы 6 и лапы 9 долота и фиксирующей систему колец в расточке тела шарошки 10 посредством резьбового соединения 11.

При этом одно из пары колец 1 и 2 (рис. 3.) выполнено с дуговыми выемками 12 (рис. 3.а) и хордонаправленными

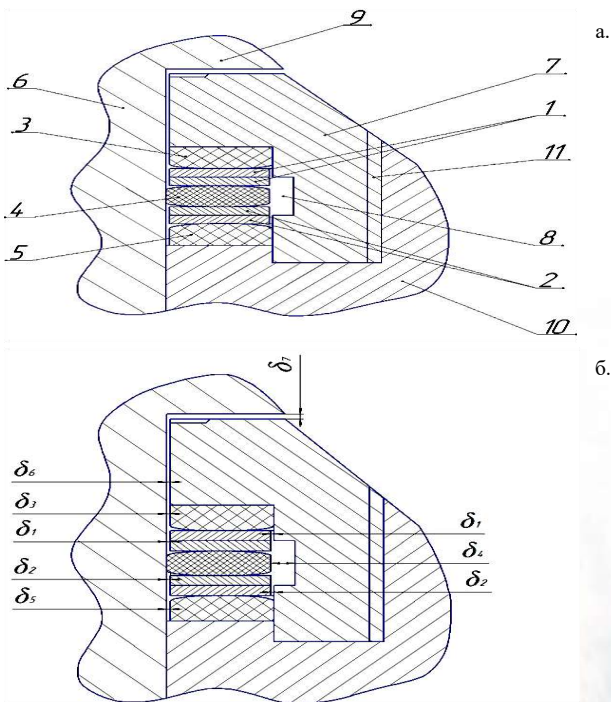


Рис. 3. Уплотнения опоры одношарошечного бурового долота: а) конструктивные элементы устройства уплотнения; б) расположение зазоров в системе уплотнения



канавками 13 (рис. 4. б), а второе контактирующие с ним кольцо только с хордонаправленными канавками 13 (рис. 4. а, б).

Работает уплотнение опоры шарошечного долота следующим образом.

При вращении шарошки 10 вокруг цапфы 6 относительно круговое перемещение их в этом уплотнении осуществляется через плотно контактирующие пары металлических колец 1 и 2, которые в свою очередь имеют возможность относительно упругого радиального перемещения за счет радиальных зазоров δ_1 , δ_2 , δ_3 , δ_5 и эластичных колец 3, 4, 5. При этом пары металлических колец 1 и 2 способны, не выходя из плоскостного контакта, упруго отреагировать на радиальные, угловые и осевые колебательные перемещения шарошки 10 относительно цапфы 6. Исключается и прихват трущихся пар металлических колец 1 и 2 по причине предоставленных им возможностей плотно-контактных относительных радиальных колебательных смещений и в силу того, что их трущиеся поверхности постоянно снабжаются смазочным материалом из кольцевого резервуара 8, за счет того, что смазочный материал из резервуара 8 постоянно будет поступать на контактирующие поверхности пары колец 1 и 2 через посредство периодического перекрестного пересечения укороченных хордонаправленных канавок 12 с дугообразными выемками 13 (см. рис. 4. в) перекрещивающимися с ними кольцом только с хордонаправленными канавками 12 (см. рис. 4. б).

Опора шарошечного долота, содержащая цапфу, шарошку, установленную с зазорами относительно цапфы и посредством резьбового соединения в теле шарошки центрирующую оправку, в которой выполнена кольцевая выемка под смазочный материал, и уплотнение в виде эластичных и попарно контактирующих друг с другом металлических колец, при этом металлические кольца уплотнения

установлены с обоесторонними радиальными зазорами относительно цапфы и центрирующей оправки и поперечно подперты собоих сторон эластичными кольцами, установленными с односторонними радиальными зазорами относительно цапфы, а срединное эластичное кольцо – с радиальным зазором относительно шарошки внутри кольцевой выемки, что на периферии плоскостей попарно контактирующих металлических колец выполнены направленные по хордам канавки, причем направления их в плане однозначно относительно хода часовой стрелки, при этом на одном из пары контактирующих металлических колец канавки выполнены исходящими из дуговых выемок, выполненных по краю кольца.

Задачей новой разработки является создание опоры шарошечного долота с надежной подпиткой смазочным материалом из кольцевой выемки контактирующих металлических колец в процессе кругового движения их относительно друг друга.

Поставленная задача решается тем, что на периферии контактирующих плоскостей металлических колец имеются направленные по хордам с укороченными их длинами канавки, причем направления их в плане однозначно относительно хода часовой стрелки и у одного из этих контактирующих колец канавки выполнены исходящими из дуговых выемок выполненных по торцу этого кольца[12].

Выполнение контактирующих колец в описанной выше форме гарантирует постоянное поступление смазочного материала из выемок под смазочный материал через перекрещивающиеся в процессе относительного кругового движения контактирующих металлических колец по укороченным хордонаправленным канавкам. А это способствует повышению абразивной стойкости опоры бурового долота и следовательно его эффективности в процессе бурения скважин.

Библиографический список:

1. LiuQingyou, QinHu. A New Slim-hole Drill Bit// The IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference and Exhibition, 13–15 November 2006, Bangkok, Thailand.
2. Тошов Ж. Б. Алгоритм процесса разработки буровых инструментов // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: сб. науч. тр. V Междунар. науч.-практич. конф. - Курск, 2015. С. 294-297.
3. Сериков Д.Ю., Ясашин В.А., Панин Н.М. Совершенствование способов крепления промывочных узлов бурильного инструмента // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2014. № 6. С. 6-11.
4. Пат., США № 4372624 от 02.08.83г.
5. Пат., США № 5129471 от 14.07.92г.
6. Пат., 2096579 РФ, МКИ E21B 10/24 Уплотнение опоры шарошечного долота / Ю.Г.Матвеев, А.А.Попов, А.В.Торгашов, С.П. Баталов // Изобретения. – 1997. - № 32.
7. KINGDREAM Шарошечное долото для бурения скважин в нефтедобывающей промышленности/ -Каталог. с.31-34.
8. Патент РУз № IAP 05118. Опора шарошечного долота / Тошов Ж.Б., Стеклянов Б.Л., Норов Ю.Д. // Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан 22.10.2015. Опубл. в бюлл. изобр. – №12, 2015.
9. Патент на изобретение № IAP 03953 Опора шарошечного долота, приоритет 22.05.2007. // Штейнert В.А., DE, Стеклянов Б.Л, Закиров А.А., Ибрагимова П.И., Рахимов Р.М., UZ/.
10. Тошов Ж.Б. Пути оптимизации промывочных узлов парода-разрушающих буровых инструментов / Горный журнал. -Москва, 2016. - № 2. - С.21=24.



УДК 546 (0.75)

© Санакулов К.С., Петухов О.Ф., Шарафутдинов У.З. 2018 г.

РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ – ИННОВАЦИОННЫЙ РЕСУРС НГМК

Муаллифлар ноёб металлларни инновацион ресурс каби йўл-йўлакай ажратиш олиш ва шу билан бирга НКМК ишлаб чиқаришини диверсификациялаш кўриб чиқиш билан яқин келажақда қуйидаги йўналишларни белгилашади: ер остида эритмага ўтказиш эритмаларидан ренийни ажратиш олишни ошириш ва аммоний перренати ажарлишини кўпайтириш; ванадий беш оксидини тайёр маҳсулот сифатида олиш билан ишлатилган катализатор ва қорасланецли рудалардан ванадийни ажратиш олиш бўйича ишларни давом эттириш; ер остида эритмага ўтказиш эритмаларидан камёб ер элементларини (КЕЭ) чиқариш олиш бўйича тажриба-саноат ишларини давом эттириш, оксидларнинг ва индивидуал КЕЭ концентратларини олиш.

Таянч иборалар: йўл-йўлакай ажратиш олиш, рений, ванадий беш оксиди, камёб ер элементлари (КЕЭ), катализатор, қорасланецли рудалар, ер остида эритмага ўтказиш, уран.

Considering the passing extraction of rare metals as an innovative resource and at the same time diversification of NMMC production, the authors identify the following areas in the near future: increasing the rhenium extraction from ISL solutions and increasing the output of ammonium perhenate; continued work on the extraction of vanadium from spent catalysts and black shale ores with the release of vanadium pentoxide as a finished product; the continuation of pilot industrial works on the extraction of REEs from ISL solutions, the preparation of a concentrate of oxides and individual REEs.

Key words: passing extraction, rhenium, vanadium pentoxide, REEs, catalyst, black shale ores, in-situ leaching, uranium.

Редкие металлы еще в XX веке зарекомендовали себя во всем мире как эффективные катализаторы научно-технического прогресса. Академик А.Е.Ферсман называл их «витаминами промышленности». В соответствии с принятым определением для этих элементов характерна минимальная распространенность в земной коре относительно остальных элементов Периодической системы Д.И. Менделеева и, соответственно, способность образования промышленных концентраций в недрах. Общее количество редких элементов, установленных в природных образованиях, — 35, включая группу из 15 индивидуальных редкоземельных элементов (14 лантаноидов и иттрий). С прикладных позиций положение редких металлов относительно остальных элементов, представляющих земную кору, иллюстрируется рис. 1, из которого очевидна их следующая специфика: во-первых, количество редких элементов несоизмеримо меньше всех остальных элементов; во-вторых, для того чтобы найти месторождение этих элементов, необходимо приложить достаточно большие усилия; в-третьих, выделение этих элементов теми или иными технологическими способами из первичного рудного сырья и полученных из него минеральных концентратов требует создания

сложных, дорогостоящих химико-металлургических предприятий и их инфраструктурного обеспечения. Специфика редких металлов и одновременно их востребованность в высокотехнологичных промышленных производствах обуславливают их высокую стоимость на мировом рынке, несоизмеримо большую, чем стоимость наиболее привычных для нас металлов, их сплавов или химических соединений. Во всем мире рост производства и потребления редких металлов во второй половине прошлого века и в начале нынешнего века оценивается в среднем в 4–5 %, хотя в отдельных странах он достигает 15–20 % [1].

Это наиболее характерно для Японии, которая, не имея собственных месторождений, отличается от других промышленно развитых стран высокими уровнями потребления редких металлов, масштабами производства высокотехнологичной продукции и, соответственно, экспортом этой высокотехнологичной продукции. Пример Японии говорит о том, что редкие металлы резко повышают качество производимой с их применением продукции и, соответственно, ее ликвидность и стоимость на мировом рынке. С XX века уровни производства и потребления редких элементов стали рассматриваться в качестве индикаторов

Санакулов К.С.,
Генеральный директор НГМК,
д.т.н., профессор



Петухов О.Ф.
Зам. начальника ЦНИЛ НГМК
по науке, д.т.н.



Шарафутдинов У.З.
Начальник инновационного
центра НГМК, к.т.н.



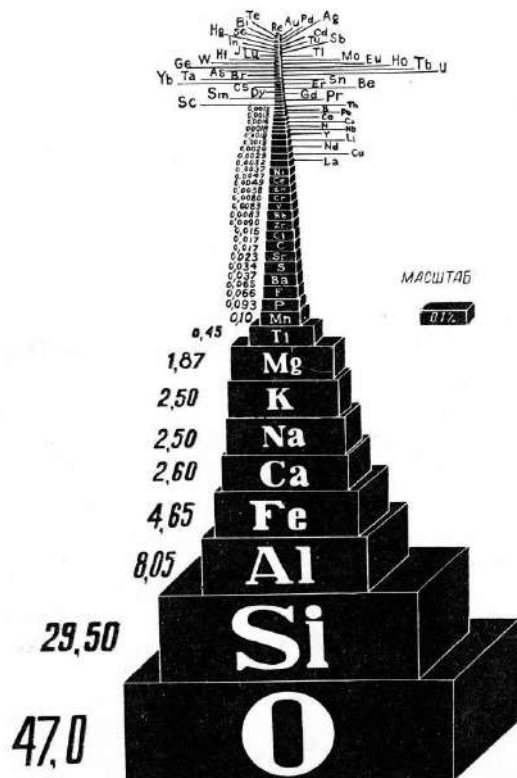


Рис. 1. Модель, демонстрирующая количественные соотношения химических элементов в земной коре. (По К.А. Власову, ИМГРЭ АН СССР, 50–60-е годы XX века).

экономической и национальной безопасности промышленно развитых и развивающихся стран. За последние 10 лет мировое потребление Li, Ta, Nb, PЗЭ, Sr, V и некоторых других редких металлов увеличилось в 1,5–3 раза, а наиболее дефицитных, стратегически важных рассеянных металлов Re и In — соответственно в 7–12 раз. Это обусловлено ростом их использования как в традиционных отраслях промышленного производства (металлургия, создание керамических и композиционных материалов, электротехника и электроника, ядерная энергетика), так и в принципиально новых высокотехнологичных отраслях. Можно только резюмировать, что в настоящее время редкие металлы должны рассматриваться не только как «витамины промышленности», но и как полноценные факторы инновационного промышленного развития НГМК и Республики Узбекистан в целом.

Рассмотрим возможности НГМК по добыче отдельных редких металлов и получению из них товарной продукции.

Рений. Рений явился первым из металлов, который попутно с ураном стал извлекаться из растворов подземного выщелачивания (ПВ) и выпускаться в виде готовой товарной продукции – перрената аммония. Этот металл называют не только редким, но и рассеянным, - слишком низкими являются его содержания в рудах: всего от 0,0001 до 0,0025 %. В растворах ПВ концентрация рения лежит в пределах 0,2–0,4 мг/л, что в сотни раз меньше, чем концентрация урана и в тысячи раз меньше, чем концентрация таких примесей, как сульфаты.

На основании проведенных исследований была разработана и впервые в мировой практике реализована в промышленных масштабах технология попутного извлечения рения из урансодержащих растворов ПВ.

Технология включает [2] совместную сорбцию урана и рения сильноосновным анионитом. При этом, если уран сорбируется на 97–98 %, то извлечение рения на этой операции составляет всего 20–25 %.

Поэтому в плане совершенствования технологии предусматривается сорбция остаточного рения из маточных растворов сорбции урана с использованием слабоосновного анионита.

Отделение рения от урана осуществляется на операции десорбции. Для этого в определенном режиме сначала десорбируется уран, а затем – рений. Изучение закономерностей десорбции рения из насыщенного сильноосновного анионита позволило разработать способ десорбции рения с полной извлечением его в десорбат на уровне 60% [3].

Таким образом, проведение операции сорбционного извлечения рения и последующей его десорбции позволяет сконцентрировать рений в десятки раз и отделить его от урана.

До получения готовой продукции – перрената аммония, осуществляется ещё несколько, так называемых, перечистных операций.

Первая перечистная операция – это экстракция. Она осуществляется с помощью экстракции рения смесью экстрагентов – триоктиламино (ТОА) и трибутилфосфатом (ТБФ) в углеводородном сырье.

Процесс экстракции осуществляется в пластинчатых экстракторах, изготовление которых производится на НМЗ комбината.

Также, как и на операции сорбции, на операции экстракции, которая осуществляется в две стадии, происходит дальнейшее концентрирование рения и отделение его от примесей. В результате операции экстракции и последующей твёрдофазной реэкстракции получают черновой перренат аммония. Этот продукт не удовлетворяет требованиям технических условий по чистоте. Поэтому проводят ещё одну перечистную операцию – электродиализ. Суть процесса электродиализа заключается в том, что при наложении постоянного электрического поля и использования ионообменных мембран, образуется рениевая кислота, которая собирается в анодной камере. Примеси катионного характера, такие как железо, алюминий, магний, калий и др. отделяются от рения и концентрируются в катионной камере.

Получение чистого перрената аммония заключается путём нейтрализации рениевой кислоты аммиаком, кристаллизации, фильтрации и сушки готовой продукции, которая отвечает марки AP-0.

Таким образом, разработанная и внедрённая в РУ-5 технология попутного извлечения рения из урансодержащих растворов ПВ, позволяет извлекать рений из растворов с концентрацией рения 0,2 – 0,4 мг/л, что в тысячи раз меньше, чем концентрация примесей в этих растворах, и получать в итоге готовую продукцию (перренат аммония) с содержанием рения 69 %.



Таблица 1

**Мировое производство РЗЭ в 2013 и 2014 годах и прогноз на 2020 год,
тыс.т**

Страна (компания)	2013	2014	2020
Китай	111,8	110,0	120,0
Россия	1,4	2,1	5,0
США (Molycorp)	4,0	4,8	10,0
Австралия (Lynas)	1,9	7,2	20,0
Вьетнам	0,2	0,3	7,0
Казахстан (Sargco)	-	0,2	1,5
Киргизия	-	-	1,5
Бразилия, Индия (добыча из монацита)	3,0	3,0	3,0
Африка, Австралия (новые проекты)	-	-	10,0
Вне Китая (переработка вторичного сырья)	-	-	5,0
ИТОГО	122,3	127,6	186,5

Разработанные и внедрённые специалистами комбината инновационные технологии извлечения рения из растворов ПВ и получения перрената аммония позволили за последние 1-2 года увеличить выпуск готовой продукции более, чем в три раза.

Ванадий. В статье [4] мы подробно остановились на сырьевой базе, мировых достижениях и тенденциях развития производства и использования ванадия. Что касается НГМК, то нашими специалистами разработана технология переработки отработанных ванадиевых катализаторов с получением V_2O_5 [5,6]. Опытная партия пятиоксида ванадия передана на НМЗ для проведения работ по получению феррованадия.

Закончены работы по извлечению ванадия из упорных руд черносланцевого типа. Запатентованная технология [7] позволяет извлекать ванадий на уровне 75-80 % с получе-

нием пятиоксида ванадия, отвечающей по качеству ТУ 48-4-429-82.

Помимо упомянутого использования ванадия в чёрной металлургии, весьма перспективным направлением в Республике Узбекистан является создание производства ванадиевых катализаторов для производства серной кислоты.

Редкоземельные элементы (РЗЭ) нашли широкое применение в химической, металлургической, ядерно-химической, стекольной и других отраслях промышленности. В настоящее время области применения РЗЭ расширяются, а объёмы их производства растут из года в год (табл. 1 и 2) [8].

В качестве источника РЗЭ, с целью организации их производства в НГМК, были изучены следующие виды минерального сырья.

Таблица 2

Структура мирового потребления РЗЭ

Области применения РЗЭ	2011 год		2013 год	
	тыс.т	%	тыс.т	%
Магниты	22	20,0	28	23,0
Сплавы	21	19,1	25	20,5
Катализаторы	20	18,2	23	18,9
Полирующие материалы	18	16,3	18	14,7
Добавки в стекло	8	7,3	9	7,4
Люминофоры	8	7,3	6	4,9
Керамика	6	5,4	7	5,7
Прочее	7	6,4	6	4,9
ИТОГО	110	100,0	122	100,0



Таблица 3

Содержание РЗЭ в фосфатном сырье и фосфогипсе

Источник РЗЭ	Содержание, г/т					
	Y ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Eu ₂ O ₃
Апатитовый концентрат	452	4500	460	1400	200	58
Фосмука из фосфорита м.Ташкура	210	64	13	59	20	10
Фосфогипс из фосмуки	95	29	5,5	26,6	9,0	4,0

Примечание: содержание остальных РЗЭ менее 20 г/т.

Фосмука, полученная из фосфоритов месторождения Ташкура, и фосфогипс, который образуется на ПО «Аммофос» в г. Алмалыке в результате сернокислотной переработки фосмуки. Отобранные в 2012 году пробы фосмуки и фосфогипса были проанализированы методом ICP MS. Сравнительные результаты по содержанию РЗЭ в фосмуке и апатитовом концентрате (Россия) [9], а также в фосфогипсе представлены в табл. 3.

Как видно из результатов табл. 3, содержание РЗЭ в фосмуке, полученной из фосфоритов месторождения Ташкура, во много раз меньше, чем в хибинском апатитовом концентрате, производство РЗЭ, из которого в настоящее время налаживается в России.

Следовательно, фосфориты месторождения Ташкура в ближайшее время вряд ли стоит рассматривать в качестве источника РЗЭ.

Зола горючих сланцев содержит также незначительные содержания РЗЭ (иттрия 50 г/т, остальных РЗЭ – менее 20 г/т), и в качестве сырья может представлять интерес только при комплексном извлечении из неё других ценных металлов (урана, рения, молибдена и ванадия).

Чёрносланцевые руды, содержат значительно больше РЗЭ и являются перспективным комплексным сырьём, из которого наряду с РЗЭ необходимо извлекать прежде всего уран и ванадий. В табл. 4 приведены содержания РЗЭ в чёрносланцевых рудах, а в табл. 5 - концентрации РЗЭ в сернокислотных растворах, полученных при выщелачивании чёрносланцевых руд.

Растворы подземного выщелачивания урана (ПВ) - наиболее перспективный, на наш взгляд, источник добычи

редкоземельных элементов (РЗЭ). В растворах ПВ РЗЭ находятся в форме катионов, и поэтому на анионообменных смолах не сорбируются совместно с ураном и рением. По мере отработки месторождения РЗЭ накапливаются в оборотных растворах, достигая в отдельных случаях концентраций в несколько мг. В табл. 6 представлены данные по содержанию РЗЭ в растворах ПВ некоторых геотехнологических рудников (ГТР).

Как видно из результатов табл. 5, наиболее перспективными источниками извлечения РЗЭ, являются растворы ПВ месторождений Лявлякан, Бешкак и северный Канимех.

В настоящее время ведутся опытно-промышленные работы по сорбционному извлечению РЗЭ из растворов ПВ и получению черного концентрата окислов РЗЭ. Результаты работ будут опубликованы в следующих статьях.

Таким образом, рассматривая попутное извлечение редких металлов как инновационный ресурс НГМК, следует на ближайшую перспективу выделить следующие направления:

- повышение извлечения рения из растворов ПВ и наращивание выпуска перрената аммония;
- продолжение работ по извлечению ванадия из отработанных катализаторов и чёрносланцевых руд с выпуском в качестве готовой продукции пятиоксида ванадия;
- продолжение опытно-промышленных работ по извлечению РЗЭ из растворов ПВ, получение концентрата окислов и индивидуальных РЗЭ.

Таблица 4

Содержания РЗЭ в чёрносланцевых рудах

Руда	Содержание, г/т														
	Y	Ce	La	Nd	Gd	Tb	Pr	Sm	Eu	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
М-е Маъдани (Рудное)	820	60	30	50	35	6	9	17	5	65	15	45	7	48	9
М-е Новое	330	72	23	23	23	3	7	23	4	43	5	27	6	35	4



Таблица 5
Концентрация некоторых РЗЭ в сернокислых растворах от выщелачивания чёрносланцевых руд

Чёрносланцевая руда	Концентрация, мг/л					
	Y	Ce	La	Nd	Gd	Tb
Месторождение Маъдани (Рудное)	25,4	2,6	1,05	3,9	1,1	0,3
Месторождение Новое	7,3	0,4	0,15	0,35	0,17	0,12

Примечание: концентрация остальных РЗЭ менее 0,1 мг/л.

Таблица 6
Результаты по содержанию РЗЭ в растворах ПВ

Рудник, ЛСУ, месторождение	Концентрация, мг/л						
	Y	La	Ce	Nd	Gd	Tb	Sc
ГТР-3, ЛСУ-2, Лявлякан	18,9	5,2	14,3	7,0	2,1	0,2	<0,1
ГТР-3, ЛСУ-8, Бешкак	3,7	4,3	8,4	12	1,4	0,15	<0,1
ГТР-3, Аксай 1	0,6	1,2	2,1	2,4	0,2	<0,1	<0,1
ГТР-3, Аксай 2	0,94	1,8	3,0	2,4	4,5	<0,1	<0,1
ГТР -2, ЛСУ -3, северный Кани-мех	3,1	1,8	3,9	1,6	<0,1	<0,1	<0,1

Библиографический список:

1. Адно Ю. «Витамины роста» в промышленности высоких технологий // *Металлы Евразии*. – 2016. - №4. - С.36-40.
2. Санакулов К.С., Курбанов М.А., Петухов О.Ф. Исследования и разработка комбинированной технологической схемы извлечения рения из руд при ПВ // *Горный журнал*. – 2018. - №9. – С. 69-73.
3. Патентная заявка Республики Узбекистан № IAP 20180161 от 17.04.2018 года. Способ десорбции рения // Авторы Санакулов К.С., Снитка Н.П., Рузиев О.Б., Назаров В.Ф., Курбанов М.А., Петухов О.Ф. и др.
4. Санакулов К.С., Петухов О.Ф., Василёнок О.П. Перспективы развития ванадиевого комплекса за рубежом и в Республике Узбекистан // *Горный вестник Узбекистана*. – 2017. - №3. – С. 84 – 87.
5. Способ извлечения пятиоксида ванадия из отработанного ванадиевого катализатора. Патентная заявка Республики Узбекистан № IAP 20150437 от 09.11.2015 // Авторы Санакулов К.С., Петухов О.Ф., Золотарёв Ю.П., Тураев Ф.Э., Ашуров О.Т. и др.
6. Петухов О.Ф., Каримов А.К., Тураев Ф.Э., Ашуров О.Т., Рузиев Б.Т. Разработка и опытно-промышленные испытания технологии получения пентаоксида ванадия из отработанных ванадиевых катализаторов // *Горный журнал. Цветные металлы*. – 2017. - Специальный выпуск. – С.35 – 41.
7. Патент Республики Узбекистан № IAP 05479 от 12.06.2015 года. Способ комплексной переработки черносланцевых руд // Авторы: Санакулов К.С., Петухов О.Ф., Золотарёв Ю.П., Каримов А.К., Рузиев Б.Т. и др.
8. Степанов С.И., Чекмарёв А.М. Разделение редкоземельных элементов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2016. – С. 35-38.
9. Локшин Э.П., Тареева О.А. Извлечение РЗМ из фосфогипса и ЭФК, получаемых при переработке хибинского апатитового концентрата // *Цветные металлы*. – 2016. - №7. – С. 53.



**УВАЖАЕМЫЙ
КУВАНДИК САНАКУЛОВИЧ!**

Выражаем Вам свое почтение и с радостью поздравляем Вас с 60-летием образования города Навои и Государственного предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат»!

Процветания Вашему городу, Вашему предприятию и всем сотрудникам Вашего комбината! Пусть все последующие годы сила Вашего города и его людей только крепнет и приумножается.

Желаем Вам новых трудовых побед и удач во всем!

С уважением коллектив компании Knuth Werkzeugmaschinen GmbH!

БОГАЩЕНИЕ СМЕШАННЫХ ЗОЛОСОДЕРЖАЩИХ РУД АУМИНЗО-АМАНТАЙСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ

2017-2018 йилларда МИТЛ тадқиқот лабораториясида Ауминзо-Амантай руда майдони рудаларининг флотацияси технологик параметрларини аниқлаш бўйича илмий-тадқиқот иши ўтказилди.

Руданинг моддий таҳлили ўтказилди, барча минерал компонентларнинг таркиби, ўсишининг ўзаро тузилиши, аралашмаларнинг шакли ва ўлчами, минералларнинг оксидлаш даражаси ва ҳар бир компонентнинг масса улуши ўрнатилган. Бойтилаётган руданинг ўрганилган минерал таркиби асосида реагентлар рецептураси белгиланган ва технологик схеманинг топологияси танланган.

Таянч иборалар: Олтин таркибли рудалар, флотация, олтин морфологияси, реагент режими

In 2017-2018 In the research laboratory of the Central Scientific Research Laboratory, a research work was conducted to determine the technological parameters of ore flotation in the Auminzo-Amantai ore field.

The material analysis of ore was carried out, the composition of all mineral components, the mutual structure of germination, the shape and size of inclusions, the degree of oxidation of minerals and the mass fraction of each component were established. Based on the studied mineral composition of the enriched ore, the formulation of the reagents was established and the topology of the technological scheme was chosen.

Key words: Gold-bearing ores, gold morphology, flotation, reagent mode.

Геология и минералогия руд, которые изменяются значительно даже в пределах одного месторождения, играют решающую роль в выборе лучшего метода обогащения для золотой руды, если привязать проблемы флотации золота к типу руды, то методы, используемые для извлечения его весьма отличаются друг от друга. Однако есть общие закономерности, которые справедливы для всех руд, содержащих золото (табл. 1).

Если привязать проблемы флотации золота к типу руды, то методы, используемые для извлечения его весьма отличаются друг от друга. Однако есть общие закономерности, которые справедливы для всех руд, содержащих золото.

Флотационная активность золота и золотосодержащих сульфидных минералов зависит от их происхождения и технологических особенностей. Крупность, геометрическая форма зерен, химический состав поверхности золотин и сульфидных минералов являются наиболее значимыми факторами, влияющими на обогатимость руд:

- Размер частицы;
- Чешуйчатость;

Зими́на А.А.
Генеральный директор
компании «РИВС»



Поперчи́кова О.Ю.
специалист
компании «РИВС»

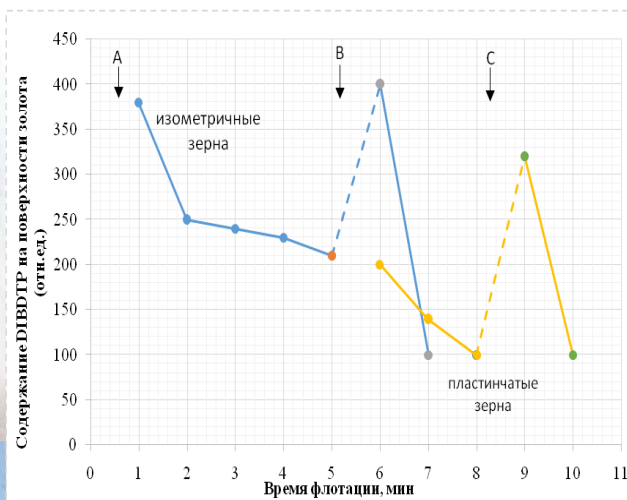


Рис.1. Влияние формы зерен золота на расход собирателя при флотации изометрически и пластинчатых крупных зерен А, В, С - дополнительная подача собирателя диизобутилдитиофосфата натрия (А-1г/т), (В-0,5г/т), (С-0,5г/т).



Таблица 1

Природные типы золотых месторождений

Тип руды	Описание	Золотодобывающие фабрики
Магматические	Золото ассоциировано с медью, никелем и платиноидами. Характеризуются низким содержанием золота в руде	Руды среднеобогатимые. Показатели зависят от степени ассоциации золота с основными минералами. Флотационные режимы данных руд могут вступать в противоречия с флотацией золота
Руды в кластерах осадочных пород	Аллювиальные месторождения, в основном конгломераты, содержащие кварц, серицит, хлорит, турмалин, в редких случаях – рутил и графит. Золото может находиться в крупных классах крупности. Некоторые месторождения могут содержать до 3% пирита. Размер зерен золота, содержащихся в пирите, варьируется от 10 до 70 мкм	Легкообогатимые руды. Флотация при грубом помоле руды. Простота реагентного режима
Гидротермальные	Этот тип представлен несколькими разновидностями руд: золото-пиритные, золото-медные, золото-полиметаллические, окисленные	Труднообогатимые руды. Более сложный реагентный режим. Технологические показатели зависят от степени ассоциации золота с сульфидными минералами. Большие потери с отвальными хвостами. Руды в основном обогащаются по селективным схемам, реагентные режимы которых вступают в противоречия с условиями флотации золота. Применение оттирочных аппаратов различной конструкции
Метасоматические или скарповые руды	Содержание пирита в руде варьируется от 3 до 90%. Нерудные минералы представлены кварцем, алюмосиликатами, доломитом. Иногда золотые руды этого типа являются труднообогатимыми и упорными. Обычно руды сложены кварцем, серицитом, хлоритами, кальцитом, магнетитом. Редко в рудах содержатся вольфрамит и шеелит	Труднообогатимые руды. Требуют тщательного выбора регулятора среды, реагентов для пассивации флотоактивности нерудных минералов, диспергаторов пульпы

Химический состав руды;
Состояние поверхности;
Тип и расход собирателя;
Конфигурация флотационной схемы;
Тип руды.

Кинетика флотации золота во многом определяет уровень его извлечения. При обогащении комплексных руд, когда заканчивается флотация медных, свинцовых и цинковых минералов флотация золота, особенно свободного, продолжается. Это является основной причиной его потерь с хвостами на обогатительных фабриках, перерабатывающих медные, медно-цинковые, свинцово-цинковые и полиметаллические руды, в которых зачастую содержится до 2-3 г/т золота.

Частицы золота угловатой, пластинчатой формы плохо извлекаются флотацией, что наглядно видно на рис. 1.

Флотация изометричных частиц золота после первой дозировки собирателя (А-1г/т) заканчивается через 5 минут, при этом концентрация собирателя на его поверхности плавно падает до с 400 до 200 отн.ед. После дополнительной загрузки собирателя (В-0,5г/т) в течение следующих 2 минут флотация изометричного золота заканчивается.

Для того, чтобы началась флотация чешуйчатого золота потребовалась вторая и третья (В и С) дополнительная загрузка диизобутилдитиофосфата натрия. При этом флотация его началась с 6 минуты и закончилась на 10. Резкая форма падения концентрации собирателя на поверхности пластинчатого золота связана с тем, что частицы с острыми краями имеют тенденцию отделяться от воздушных пузырей, что приводит к потерям золота с хвостами.

С целью предотвращения образования труднофлотируемых частиц чешуйчатой формы наиболее радикальным методом является извлечение его из песков гидроцикло-

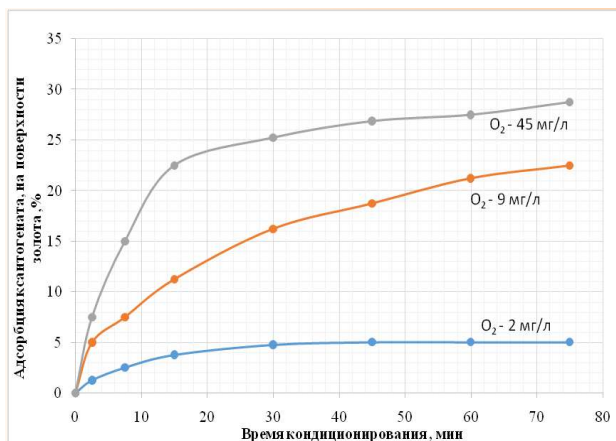


Рис.2. Зависимость между адсорбцией ксантогената на золоте, кислорода в пульпе от её времени кондиционирования.

нов, стадияльно между циклами измельчения из сливов классификации, что позволяет повысить его сквозное извлечение в среднем на 10-15 %. Если частица свободного золота в песках крупнее 200 мкм, то явно преимущество гравитационного разделения, если в песках накапливается самородное золото флотационной крупности -100 мкм и ниже, целесообразно извлекать его методом флотации.

Адсорбция коллектора на золоте и его флотоактивность значительно улучшается в присутствии кислорода. Кривая, изображенная на рис. 2 показывает зависимость между адсорбции коллектора, концентрации кислорода в пульпе и времени кондиционирования. Адсорбция собирателя резко возрастает, когда время агитации достигает 10 минут, дальше она меняется незначительно и зависит от количества кислорода в пульпе: при количестве кислорода 2 мг/л адсорбция ксантогената составляет всего 3%, при 0,9 мг/л-9%, а при 0,45 мг/л 17%.

Дефицит кислорода в пульпе может возникнуть по следующим причинам:

Отсутствие агитационных чанов перед основными и пересчетными операциями флотации;

Плохая аэрация пульпы во флотационной камере;

Наличие в руде шламов, глинистых минералов вредных для флотации самородного золота. Они могут потреблять реактивы, привести к покрытиям шламов на частицах золота и за счет этого снизить его извлечение. Минералы пустой породы часто обладают некоторой естественной флотоактивностью, что приводит к разубоживанию золото-содержащих концентратов. Эти минералы могут сформировать плотные и устойчивые пены, создают вязкую плохо аэрированную пульпу.

Устранить эти проблемы можно следующим образом:

Устанавливать специальное оборудование для флотации и агитации пульпы при необходимом и достаточном времени флотации и агитации с соответствующими реагентами;

Аэрационные узлы и геометрические размеры флотационных камер для флотации золота отличаются по своей конструкции и должны обеспечивать флотацию золота различной крупности при достаточной аэрации, но в тоже время предотвращать процесс отрыва частиц от воздушных пузырьков за счет высокой плотности особенно свободных частиц золота. Концентрации кислорода в камерах флотации составляли приблизительно 7 мг/л;

Отрицательное влияние шламов и глинистых минералов можно устранить за счет применения соответствующих реагентов: модификаторов среды, диспергаторов и анти-скалантов;

Следует учитывать тот факт, что избыточное присутствие кислорода может быть вредно при флотации золото-пиритных руд, поскольку пирит легко окисляется в пульпе кислородом воздуха.

Таблица 2

Результаты рационального анализа золота в исследуемой пробе руды

Формы нахождения золота и характер его связи с рудными компонентами	Распределение золота	
	г/т	%
Свободное и в виде сростков (цианируемое)	1,40	37,14
Цианируемое после обработки NaOH (покрытое пленками, ассоциированное с антимонитом и аморфным кремнеземом)	0,17	4,51
Цианируемое после обработки HCl (связанное с оксидами, гидроксидами железа, карбонатами, хлоритами)	0,33	8,75
Ассоциированное с сульфидами и углеродистым веществом, в том числе: а) извлекаемое цианированием после обработки HNO ₃ (ассоциированное с сульфидами); б) извлекаемое цианированием после окислительного обжига при t ⁰ =650 ⁰ C (ассоциировано с углеродистым веществом и тонковкрапленными в него сульфидами)	0,57	15,12
	1,09	28,91
Тонковкрапленное в порообразующие минералы.	0,21	5,57
ИТОГО: в исходной пробе	3,77	100,00



Месторождение Амантайтау расположено в Навоийской области, в Центральных Кызылкумах, открыто в 1976 году.

Месторождение Амантайтау размещается среди слабо метаморфизованных песчано-алевролитов-сланцевых углеродистых отложений беспанской свиты ордовик-силурийского возраста. Промышленные рудные тела локализуются в секущих разломах субмеридионального и северо-западного простираний, образующих единую рудную зону.

Основной полезный компонент руд – золота, попутные компоненты: серебро, сера сульфидная, вредная примесь – мышьяк.

Руды месторождения представляют собой интенсивно раздробленные, окварцованные, карбонатизированные и сульфидизированные песчаники и алевролиты. Среднее содержание сульфидов 7-12%, на отдельных участках достигая десятков процентов. Среди сульфидов резко преобладает пирит, в меньшей степени – арсенопирит. Встречаются также халькопирит, пирротин, галенит, антимонит.

Характерным элементом внутреннего строения рудных тел является наличие сульфидных или кварц-карбонат-сульфидных жил. Как правило, наиболее высокие концентрации золота связаны с такими жилами.

По вещественному составу и специфике технологического передела на месторождении выделяются окисленные и сульфидные руды.

Минеральный состав окисленных руд: каолинит, гидрослюда, гипс, барит, целестин, гидроокислы железа, кварц, карбонаты, ярозит, скородит. Золото в основном в самородном виде. Форма золотин: пластинчатая, дендритовидная, комковатая, губчатая. Цвет яркий золотисто-желтый. Размер золотин 0,01-0,05 мм, редко до 0,1-1,0 мм. Пробность 960-985.

Исследования проводились на технологической пробе шихты руд месторождений Центральный Амантай и Аджибугут, в соотношении 50%:50%.

Рациональный состав золота, выполненный в химической лаборатории ЦНИЛ, приведен в табл. 2.

Рациональный анализ показал, что в предоставленной для исследований пробе руды, цианируемого свободного золота и в виде сростков содержится 37% отн. Почти 44% отн. золота ассоциировано с сульфидами и углеродистым веществом.

Химический состав пробы руды приведен в табл. 3.

По минеральному составу проба руды состоит из породообразующих минералов, основными являются кварц и глинисто-слюдистые минералы. Главным рудным минералом является пирит. Результаты качественного рентгенофазового анализа пробы руды приведены на рис. 3.

Анализ пробы руды, измельченной до 60% класса -71 мкм показал, что рудные минералы более чем на 95% находятся в раскрытых зернах в широком диапазоне крупности с преобладанием зерен меньше 0,045 мм.

Незначительная часть пирита находится в полиминеральных сростаниях (2,9%отн.), для арсенопирита характерны сростания с нерудными минералами (рис. 4).

Таблица 3

Химический состав пробы руды

Компоненты	Содержание, г/т, %
Au	4,00
As	0,27
Fe _{общ.}	5,13
S общ.	2,26
S сульфидная	1,81
SiO ₂	63,04
Al ₂ O ₃	14,17

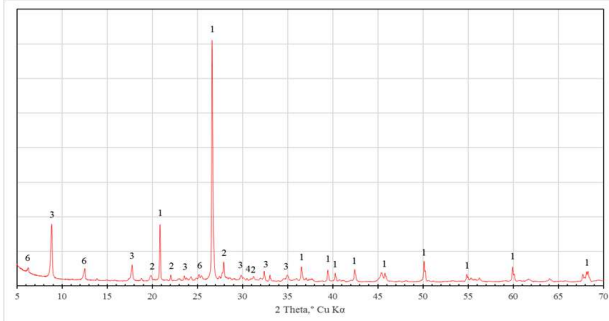


Рис. 3. Фрагмент дифрактограммы пробы руды с обозначением основных минеральных фаз. Условные обозначения: 1-кварц, 2-альбит, 3-мусковит, 4-доломит, 5-пирит, 6-хлорит.

Анализ пробы на растровом электронном микроскопе показал, что золото встречается в виде тонких включений в пирите (рис. 5). Также были диагностированы частично свободные частицы золота в ассоциации с пиритом.

Флотация представляет собой сложный физико-химический процесс, на который влияет большое количество факторов, относящихся как к особенностям флотируемой руды, свойствам флотационных реагентов, состава применяемой воды, характеристики пульпы, типа флотационных машин и параметров их работы, применяемой схемы

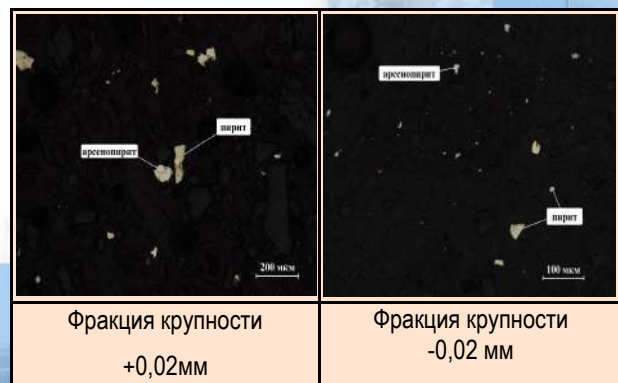


Рис.4. Характерные формы нахождения сульфидных минералов в пробе руды (60% -71 мкм). Темные зерна с рельефом – нерудные минералы. Отраженный свет, николи параллельны.

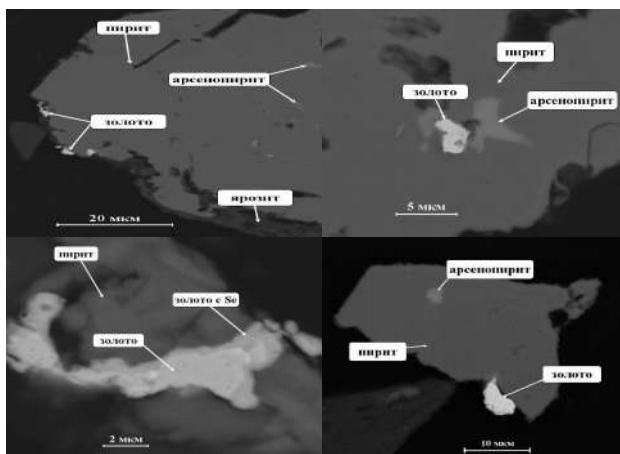


Рис. 5. Формы нахождения золота в пробе руды (60% -71 мкм). Электронный микроскоп, изображение в BSE.

флотации, требованиям к качеству получаемых продуктов флотации.

В ходе выполняемых исследований определен оптимальный помол руды в циклах первой и второй стадий измельчения по классу крупности (-71+0) мкм, обеспечивающий оптимальную флотационную крупность и раскрытие полезного компонента для последующих флотационных циклов: в первой стадии измельчения руды рекомендован помол до крупности по содержанию класса (-71+0) мкм – 58-60%; во второй стадии измельчения – 84-86% (рис. 5).

Для флотации руды месторождения «Амантайтау» был разработан реагентный режим, в ходе исследований были испытаны различные типы собирателей для флотации

золота. Собиратели – возможно, самые важные реагенты, используемые при флотации самородного золота. Гидрофобность золота увеличивается с добавлением коллекторов, используемых для флотации сульфидных руд, таких как ксантогенаты, дитиофосфаты, монотиофосфаты и тиокарбаматы, а также сочетания этих реагентов. Лучшие результаты были получены с применением смеси бутилового ксантогената натрия и дибутилдитиофосфата натрия (рис. 6).

Как видно из графических данных, предпочтительно использовать смесь ксантогенатов с дитиофосфатами поскольку они более прочно адсорбируются на частицах золота, в том числе и пластинчатой формы.

Существенное влияние на флотируемость различных минералов оказывает концентрация водородных ионов в пульпе (рН). Так, например, почти все сульфидные минералы лучше флотируются в щелочной среде при рН 8...9, т.к. применяемые для их флотации ксантогенаты в кислой среде разлагаются. Для каждого сульфидного минерала есть критическое значение рН, при которой наблюдается наилучшая флотируемость со всеми сульфгидрильными собирателями. рН пульпы имеет важное значение при флотации золота, даже при том, что золото может флотироваться в широком его диапазоне 3 - 11. Значение этого параметра зависит от природы руды, склонности её к окислению, наличию водорастворимых минералов, присутствия в концентрате "требуемого" или "нежелательного" пирита. Пирит и его закрытое золото флотируются лучше всего в кислой среде (рН фактор 4) или в щелочной среде (рН фактор 8), особенно когда используют низкие расходы коллек-

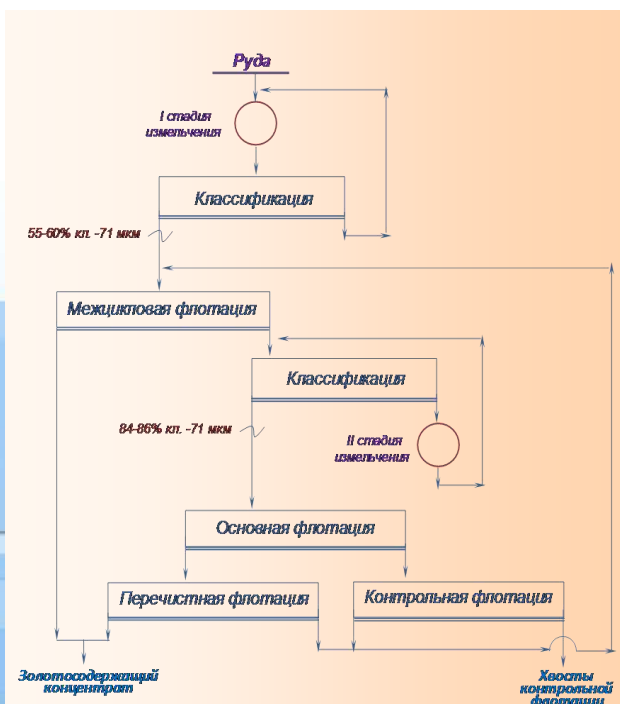


Рис. 6. Принципиальная схема переработки золотосодержащих руд Ауминзо-Амантайского рудного поля.

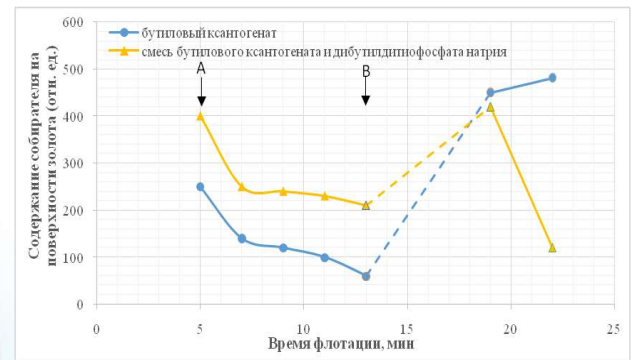


Рис.7. Влияние типа собирателя на флотацию золота. А, В - дополнительная подача собирателя.

тора. В данном случае, в качестве регулятора среды применялся карбонат натрия (Na_2CO_3).

Руды данного месторождения являются труднообогатимыми из-за присутствия в них глинистых минералов, вредных для флотации самородного золота. Они могут сорбировать реагенты, привести к покрытиям шламами частиц золота и за счет этого снизить его извлечение. Минералы пустой породы часто обладают некоторой естественной флотоактивностью, что приводит к разубоживанию золотосодержащих концентратов. Поэтому в настоящее время используют неорганические и органические рассеивающие и снижающие вязкость реагенты. Также, целесообразно



использование медного купороса для интенсификации флотации золота, покрытого натертым железом. Испытания показали положительные результаты с использованием диспергатора – низко молекулярного полиакрилата (сополимер аллилового сульфонат натрия и малеиновой кислоты), в сочетании с медным купоросом (рис. 7).

Депрессорами для свободного золота являются карбонаты, фосфаты и арсенаты, которые при определенных условиях могут вести себя как активаторы. Анализ работы зарубежных золотоизвлекательных фабрик показал, что наличие в пульпе ионов Fe^{+2} снижает извлечение золота при флотации на 4%, ионов Mg^{+2} , CO_3^{2-} , Ca^{+2} , PO_4^{3-} , AsO_4^{2-} – на 5-7%, OH^- – на 10%. Ионы тяжелых ме-

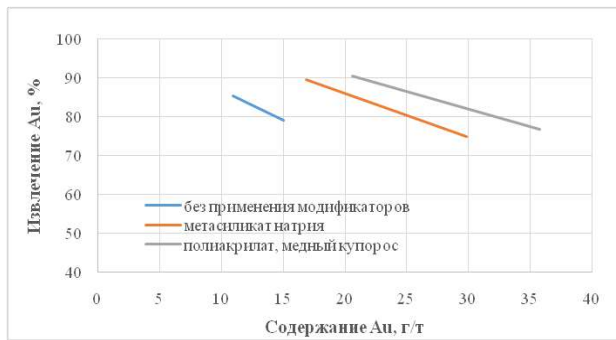


Рис. 8. Влияние типа модификатора на извлечение и качество флотационных золотосодержащих концентратов.

таллов положительно влияют на флотацию золота, а легких, которые переходят в пульпу при растворении некоторых нерудных минералов, отрицательно (рис.8).

Для изучения морфологии золотосодержащих частиц, извлекаемых в сульфидный концентрат, проба была изучена с применением метода электронной микроскопии и использованием программного пакета для автоматического поиска ярких частиц. Дальнейшая классификация частиц по составу, позволила анализировать только частицы, содержащие золото, и иметь достаточную статистику для проведения гранулометрического и минералогического анализов.

В пробе суммарного концентрата видимое золото на 67,8 % отн. наблюдается в виде свободных частиц и частиц с частично открытой поверхностью. Данные зерна наблюдаются в крупности менее 0,02 мм, большая часть этих частиц находится в крупности от 0,002 до 0,01 мм. Значи-

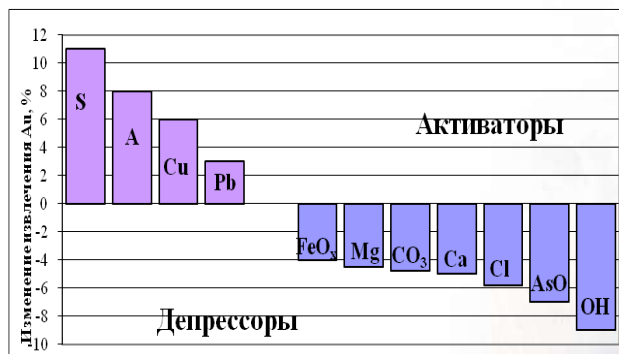


Рис. 9. Влияние ионного состава флотационной пульпы на флотацию золота.

Таблица 4
Проектные качественно-количественные показатели обогащения руды Ауминзо-Амантойского рудного поля

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, г/т	Извлечение, %
		Au	Au
Концентрат межцикловой флотации	9,56	34,00	78,61
Концентрат перечистной флотации	2,42	18,00	10,53
Суммарный концентрат	11,98	30,77	89,14
Отвальные хвосты	88,02	0,51	10,86
Руда	100,00	4,13	100,00

тельная часть (20,86% отн.) приходится на золотины, находящиеся в закрытых сростаниях с пиритом, при этом большая часть частиц золота наблюдается в крупности менее 0,002 мм. Изучение пробы хвостов контрольной флотации с применением растровой электронной микроскопии показало, что видимое золото встречается в единичных зернах. Были диагностированы частицы, находящиеся в сростаниях с нерудными минералами и сульфатами. Крупность частиц не превышает 4 мкм в поперечнике, большая часть золотины менее 1 мкм (рис. 9). Частицы золота, как правило, округлой формы, находятся в закрытых сростаниях с породообразующими минералами.

По результатам лабораторных исследований разработана флотационная технология обогащения руды Ауминзо-Амантойского рудного поля, обеспечивающая получение следующих качественно-количественных показателей:

выход флотационного золотосодержащего концентрата 11,98%;

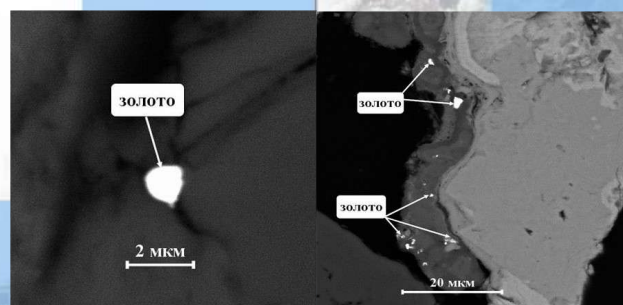


Рис.10. Закрытые частицы золота в породообразующих минералах в пробе хвостов контрольной флотации. а – в кварце, б – сульфатной корочке, развивающейся по зерну гидроксида железа. Электронный микроскоп, изображение в BSE.



извлечение золота во флотационный концентрат – 89,14%;

содержание золота в концентрате 30,77 г/т.

Рекомендуемая технологии апробирована в полупромышленных условиях опытного цеха ГМЗ-1 с подтверждением технологических показателей.

Разработан и оформлен Технологический регламент на флотационную переработку золотосодержащей руды Ауминзо-Амантайского рудного поля с производительностью 5 млн. тонн в год.

Библиографический список:

1. Ассоциация микро- и наноразмерных обособлений благороднометалльного комплекса в рудах. Анатолий М. Сазонов*, Елена А. Звягина, Сергей И. Леонтьев, Марина В. Вульф, Татьяна В. Полева, Владимир С. Чекушин, Наталья В. Олейникова. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies* 1 (2008) 17-32.
2. Зеленев В.И. Методика исследования золотосодержащих руд. Изд. 2, перераб. и доп. М., «Недра», 1978. 302 с.
3. Барский Л.А., Козин В.З. Системный анализ в обогащении полезных ископаемых. 30л.
4. Подейщиков В.В., Васильева А.В. Методические рекомендации по типизации руд, технологическому опробованию и картированию коренных месторождений золота. Иркутск 1997г.
5. Jasmina Martinovic Bsc (Chem.Eng) INVESTIGATION OF THE SURFACE PROPERTIES OF GANGUE MINERALS IN PGM BEARING ORES. *University of Cape Town*, 2004, 43, p. 71–76.
6. Бергер Г.С. Флотуемость минералов. Москва, «Госгортехиздат», 1962г., 263с.
7. *Handbook of Flotation Reagents Chemistry, Theory and Practice: Flotation of Sulfide Ores* by Srdjan M. Bulatovic/Elsevier. 2007, 445p.
8. *Froth Flotation. A Century of Innovation.* /edited by M.C/Fuersteste /Colorado. 2010. 891p.



КОЛЛЕКТИВУ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Коллектив группы компаний «РИВС» искренне и сердечно поздравляет прославленный коллектив Навоийского горно-металлургического комбината со знаменательным событием - 60-летним юбилеем!

За время своего существования Навоийский горно-металлургический комбинат — гордость и флагман индустрии Республики Узбекистан, входящий в первую десятку лидирующих мировых компаний по производству золота и урана — прошёл поистине достойный уважения и гордости путь становления и развития, пережил непростые годы испытаний и трудностей, добился впечатляющих успехов и всемирной известности.

Воздвигнутый шестьдесят лет назад и эффективно работающий сегодня мощный современный многоотраслевой производственный комплекс, превратил самое сердце Кызылкумов в одну из крупнейших индустриально-экономических зон в Центральной Азии. Как государственное предприятие он всегда работал на благо всей Республики Узбекистан и этим можно гордиться.

Для нас Навоийский горно-металлургический комбинат является примером того, как могут быть реализованы самые смелые и невероятные планы, если быть последовательным и упорным в достижении поставленных целей.

Юбилей предприятия - большой праздник и для всех его партнёров. Мы гордимся тем, что в период сотрудниче-

ства с нашей компанией, на комбинате построена вторая очередь флотационного отделения и проведена реконструкция на обогатительной фабрике по переработке золотосодержащих руд – ГМЗ-3. Благодаря плодотворной работе Навоийского ГМК совместно с группой компаний РИВС, выступившей в качестве генерального проектировщика, в рекордные сроки был реализован проект строительства и запуска в эксплуатацию гидрометаллургического завода № 4 на площадке Зармитан. Так, закладка фундамента ГМЗ-4 состоялась в августе 2009г., а уже всего через 1 год, 30 августа 2010г. был произведен пуск первой очереди. Опираясь на положительный опыт совместной работы, уверены, что и в дальнейшем будут осуществлены не менее амбициозные взаимовыгодные проекты! Группа компаний РИВС высоко ценит сотрудничество с Вами. Мы искренне рады Вашим достижениям, а также возможности содействовать развитию Вашей компании и быть свидетелями новых побед.

Поздравляя с этой знаменательной датой, желаем дальнейших творческих успехов, свершения намеченных планов, процветания дружному, сплоченному коллективу Навоийского горно-металлургического комбината, прекрасному городу Навои и Республике Узбекистан.

Генеральный директор
Зими́на А.А.



УДК 622.7

© Косынкин В.Д., Селивановский А.К., Трубаков Ю.М. 2018 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭКСТРАКЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Мақолада камёб ер элементларини (КЕЭ) экстракциялаш йўли билан ажратиш технологиясининг турли жиҳатлари кўриб чиқилган.

Ҳозирги кундаги саноат, айниқса якка тартибдагиларнинг КЕЭ бўлган эҳтиёжи кўрсатилган. ССРИ камёб ер элементлари саноати муҳокама этилиб, минерал-хом ашё базаси, хом ашёни қайта ишлашнинг технологик занжирлари, ажратишдан олдин умумлаштирилган камёб ер концентратларини дезактивациялаш зарурлиги, мавжуд бўлган ажратиш схемаларининг хусусиятлари ва камчиликлари баён этилган. КЕЭ экстракциялаш йўли билан ажратиши соҳаси бўйича "ВНИИХТ" АЖ бажарган ишлар кўриб чиқилган.

Таянч иборалар: Камёб ер элементлари, умумлаштирилган камёб ер концентратлари, экстракция, экстрагент, ажратиш каскади, технологик схема, трибутилфосфат (ТБФ), изододecilфосфетан кислотаси (ИДДФК), Versatic-10, нитрат триалкилметиламмоний (ТАМАН).

The article concerns different aspects of rare earths elements (REE) separation technology by means of solvent extraction method.

The demand for REE, individual especially, by modern industry is demonstrated. Specific features of USSR rare earths industry are discussed – mineral raw base, technological chains of raw materials' processing, the need in collective rare earths concentrates' deactivation before separation, peculiar properties and drawbacks of existing separation technological schemes.

The review of joint-stock company VNIHT (Leading Research Institute of Chemical Technology) activity in the sphere of REE solvent extraction separation is available:

Key words: Rare earths elements, collective rare earths concentrate, solvent extraction, extractant, separation cascade, technological scheme, tributylphosphate (TBP), isododecylphosphotanic acid (IDDDPA), Versatic-10, trialkylmethylammonium nitrate (TAMAN).

К редкоземельным элементам (РЗЭ) относятся элементы 3-ей группы Периодической таблицы Д.И. Менделеева: лантан (La); лантаноиды – церий (Ce), празеодим (Pr), неодим (Nd), прометий (Pm), самарий (Sm), европий (Eu), гадолиний (Gd), тербий (Tb), диспрозий (Dy), гольмий (Ho), эрбий (Er), тулий (Tm), иттербий (Yb), лютеций (Lu); иттрий (Y) и скандий (Sc).

С технологической точки зрения РЗЭ делят на две группы – легкую (La, Ce, Pr и Nd), и среднетяжелую (Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu и Y). Радиоактивный Pm в природе не существует. Элементы среднетяжелой группы в свою очередь подразделяют на две группы – среднюю (Sm, Eu, Gd, Tb, Dy) и тяжелую (Ho, Er, Tm, Yb, Lu и Y).

РЗЭ востребованы во многих отраслях: в производстве магнитов, полировальных порошков, люминофоров, керамики, стекла, катализаторов переработки нефтепродуктов. Уровни производства и потребления РЗЭ в промышленно развитых странах мира служат четкими индикаторами экономического развития и национальной безопасности.

Без редких земель невозможны современные авиация, космонавтика, электроника, ядерная энергетика.

Структура мирового потребления РЗЭ представлена в табл. 1

Ежегодно в мире производится и потребляется более 200 тыс. т. редких земель в пересчете на оксиды (РЗО). Средний ежегодный прирост потребления составляет ~ 8 %. Опережающими темпами растет потребление в сферах производств, использующих разделенные (индивидуальные) элементы. Так, прирост потребления РЗЭ в производстве магнитов достигает ~ 13 %.

В 1990 г. в СССР производилось 8500 т редкоземельных элементов в пересчете на РЗО. Развитая редкоземельная промышленность СССР занимала 3-е место в мире и полностью обеспечивала потребности внутреннего рынка и экспорта как суммарной, так и разделенной продукцией – индивидуальными элементами. Структура редкоземельного производства СССР представлена на рис. 1.

Перерабатывалось три вида рудных концентратов с различным, в т.ч., как видно из данных табл. 2, с низким

Косынкин В.Д.

главный научный сотрудник лаборатории по редким, редкоземельным и радиоактивным элементам АО «ВНИИХТ», д.т.н., профессор



Селивановский А.К.

начальник лаборатории по редким, редкоземельным и радиоактивным элементам АО «ВНИИХТ», к.х.н.



Трубаков Ю.М.

начальник центра по редким, редкоземельным и радиоактивным элементам АО «ВНИИХТ»





Таблица 1

Структура мирового потребления редких земель в 2010 и 2017 гг.

Область потребления	тонн РЗО/год		Прирост, % в год	Доля рынка, %	
	2010 г.	2017 г.		2010 г.	2017 г.
Магниты	26 000	61 000	13,0	20,8	28,1
Полировальные порошки	19 000	36 500	9,8	15,2	16,8
Металлургия, сплавы	22 000	42 000	9,7	17,6	19,4
Люминофоры	8 500	15 000	8,5	6,8	6,9
Керамика	7 000	10 500	6,0	5,6	4,8
Катализ	24 500	30 000	2,9	19,6	13,8
Стекло	11 000	11 000	-	8,8	5,1
Другие	7 000	11 000	6,7	5,6	5,1
Итого	125 000	217 000	8,2	100	100

содержанием РЗО. Так, из рудного концентрата урансодержащих фосфоритов месторождения «Меловое» с содержанием РЗО 0,65 % производилось около 50% редкоземельной продукции среднетяжелой группы.

Суммарные редкоземельные концентраты трех рудных источников существенно различались по составу индивидуальных элементов. Соответствующие данные приведены на рис. 2. Естественно, отличались и схемы разделения суммарных концентратов, в т.ч. – номенклатурой индивидуальной продукции.

Суммарные редкоземельные концентраты, выделенные из радиоактивных рудных концентратов, также радиоактивны. Более того, при выделении из нерадиоактивного сырья естественные радиоактивные нуклиды могут концентрироваться в редкоземельных концентратах, делая их радиоактивными. Радиоактивные редкоземельные концентраты нуждаются в дезактивации – очистке от долгоживущих дочерних элементов естественных рядов радиоактивного распада. Характеристики естественных долгоживущих радиоактивных нуклидов и методы дезактивации приведены в табл. 3.

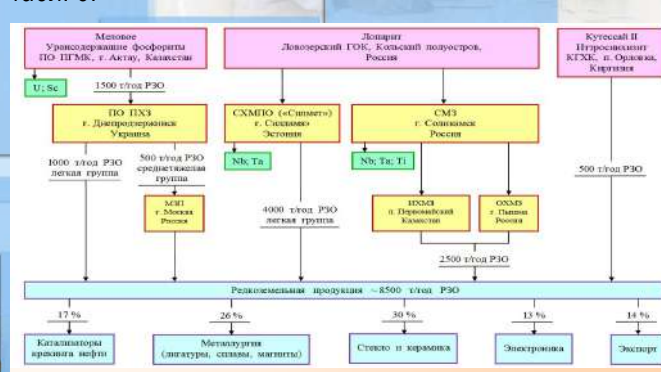


Рис. 1. Редкоземельное производство СССР.

Таблица 2

Содержание РЗО в рудных концентратах, перерабатывавшихся в СССР

Месторождение	REO, % мас.
Лопарит (Кольский полуостров)	32,3
Меловое (Казахстан)	0,65
Кутессай II (Киргизия)	6-8

Основной промышленный метод получения разделенной редкоземельной продукции, в т.ч. индивидуальных РЗЭ – экстракция. Технологические схемы разделения РЗЭ представляют собой совокупность экстракционных каскадов, организация которых представлена на рис. 3. Принцип работы каскада – полный противоток. Каскад представляет собой последовательно соединенные аппараты (экстракторы) с противоточным движением фаз – водной и органической (экстрагент), между которыми происходит массообмен редкоземельных элементов. Результат работы каскада – разделение смеси РЗЭ по линии RE_i/RE_{i+1} на две фракции. Первая – рафинат – содержит элементы, экстрагирующиеся хуже или так же, как элемент RE_i. Вторая фракция – продукт – состоит из элементов, экстрагирующихся лучше, чем RE_i, начиная с соседнего по экстрагируемости – RE_{i+1}.

Разделяемая смесь в виде водного раствора поступает в середину каскада. По мере движения по каскаду водная фаза обогащается хуже экстрагируемыми элементами. Они концентрируются в рафинате, вытекающем из секции экстракции. Противотоком в секцию экстракции подается оборотный экстрагент. Двигаясь по секции экстракции, он обогащается лучше экстрагируемыми элементами и поступает в секцию промывки. Противотоком в секцию промывки подается водный промывной раствор. В водный



Таблица 3

Долгоживущие дочерние элементы естественных рядов радиоактивного распада и методы дезактивации суммарных концентратов РЗЭ

Элемент	Материнский и дочерние элементы, периоды их полураспада			Метод дезактивации
	Ряд тория $A = 4n$	Ряд урана $A = 4n + 2$	Ряд актиноурана (0,71 % U) $A = 4n + 3$	
U ₉₂		U ²³⁸ 4,56·10 ⁹ лет U ²³⁴ 2,5·10 ⁵ лет	U ²³⁵ 7,1·10 ⁸ лет	Экстракция Сорбция
Th ₉₀	Th ²³² 1,39·10 ¹⁰ лет Th ²²⁸ 1,9 года	Th ²³⁰ 7,5·10 ⁴ лет		Экстракция Осаждение
Ac ₈₉			Ac ²²⁷ 22 года	Экстракция
Ra ₈₈	Ra ²²⁸ 6,7 года	Ra ²²⁶ 1622 года		Осаждение
Po ₈₄		Po ²¹⁰ 138,4 дня		
Pb ₈₂		Pb ²¹⁰ 22 года		

раствор из органической фазы переходят хуже экстрагирующиеся элементы. Покидающий секцию промывки водный раствор – рафинат промывки – объединяется с исходным раствором и поступает в секцию экстракции. Лучше экстрагирующиеся элементы концентрируются в экстрагенте, покидающем секцию промывки. Он поступает в секцию *резкстракции*. В секции резкстракции РЗЭ извлекаются в водную фазу – резкстракт. Часть резкстракта может использоваться для приготовления промывного раствора. Оно заключается в концентрировании (чаще всего – упариванием), корректировке кислотности и, необязательно, – во введении высаливателя. Оставшаяся часть резкстракта – продукт – выводится с каскада. Экстрагент после резкстракции направляется в секцию экстракции.

Каскад разделения позволяет получать только одну фракцию высокой степени чистоты. Получить другую фракцию аналогичной чистоты невозможно из-за неизбежных флуктуаций объемных потоков и концентраций растворов. Поэтому для получения двух чистых соседних элементов требуются два каскада, обеспечивающих очистку каждого из элементов от другого.

Чистота фракции достигается плановым сбросом незначительной части этой фракции во вторую фракцию, т.е. снижением степени извлечения целевой чистой фракции на данном каскаде и снижением чистоты второй фракции. Иными словами, линия деления планомерно смещается в одну из сторон. Для очистки второй фракции от элементов первой (чистой) фракции первого каскада требуется второй каскад, производящий разделение по той же линии с незначительным её смещением в противоположную сторону. При этом наряду с получением второй чистой фракции образуется концентрат элементов, по которым производилось разделение.

Число ступеней разделения каскада (экстракция + промывка) в зависимости от различия в экстрагируемости разделяемых элементов (коэффициента разделения) составляет 40 ÷ 90.

Выпускаемые заводами бывшем СССР индивидуальные РЗЭ отличало высокое качество. Они пользовались высоким международным авторитетом и экспортировались в такие страны, как США, Япония, Германия и т.д. Однако, технологические схемы, обеспечивающие получение этой

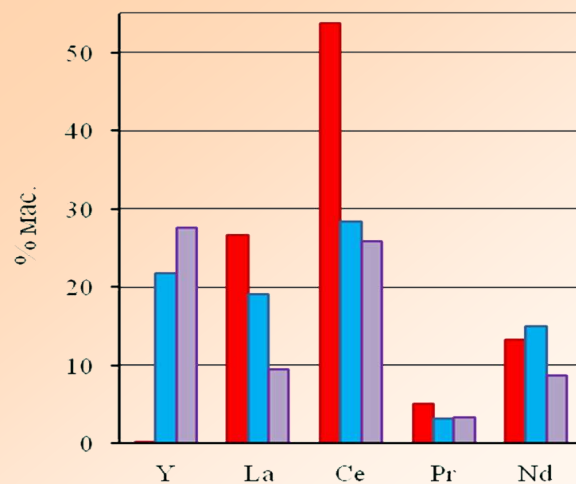
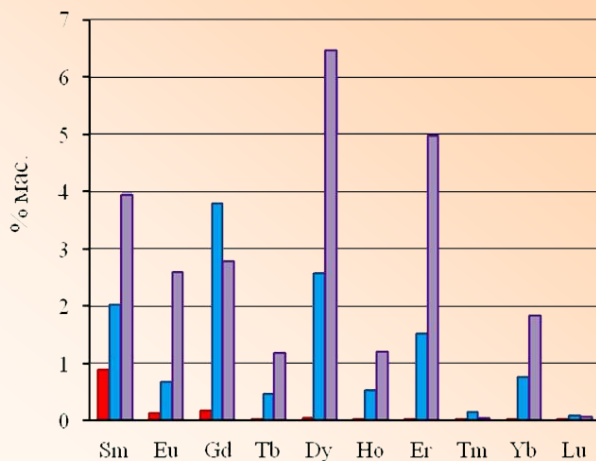


Рис. 2. Состав суммарных концентратов РЗЭ.

Лопарит ■ «Меловое» ■ Кутессай ■

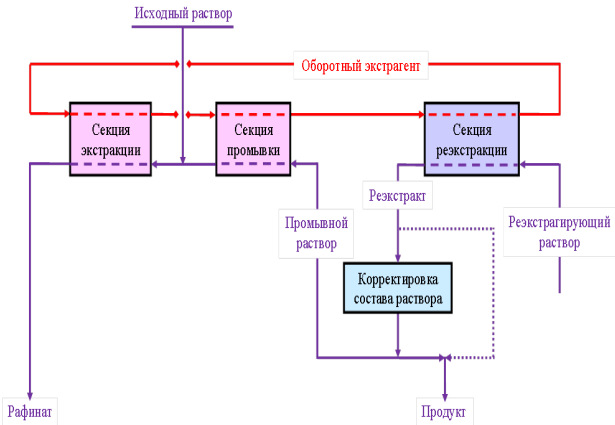


Рис. 3. Организация каскада экстракционного разделения РЗЭ.

продукции, не отвечали возрастающим требованиям экономики, экологии и промсанитарии. Примером такой схемы является представленная на рисунке 4 действовавшая на Московском заводе полиметаллов технологическая схема разделения среднетяжелой группы РЗЭ, выделенных из концентрата «Меловое» [1].

Схема состояла из 7 экстракционных каскадов; 3 узлов конверсии; 1 узла восстановления Еи цинком. Она обеспечивала получение пяти оксидов индивидуальных элементов – самария, европия, гадолиния, тербия и иттрия. Использовались три экстрагента – трибутилфосфат (ТБФ), ди-2-этилгексилфосфорная кислота (ДЭГФК) и триалкилметилламмоний нитрат (ТАМАН). Основные узлы схемы обозначены прямоугольниками. Для каскадов разделения указаны линия деления, состав экстрагента и кислотность водной фазы. Узлы осаждения, сушки и прокаливания на этой и других схемах не показаны.

Разработанные в последние годы в АО «ВНИИХТ» схемы переработки суммарных редкоземельных концентратов с получением индивидуальной продукции лишены указан-

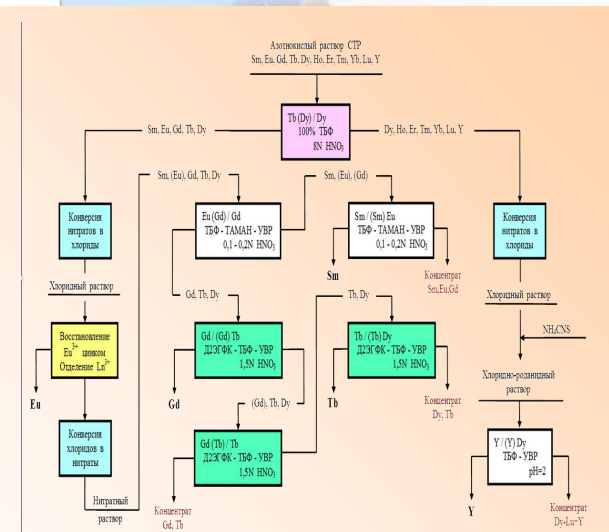


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема разделения среднетяжелой группы РЗЭ, выделенных из концентрата «Меловое» (ГП МЗП, Москва).

На рисунке 4-мя цветами выделены узлы, требовавшие исключения, замены или оптимизации технологических параметров:

при разделении по линии Tb(Dy)/Дунедопустимо высока кислотность водной фазы (8 N);

узлы конверсии нитратов в хлориды и хлоридов в нитратыреагентно- и энерго-затратны;

узел восстановления европия цинком содержит большое числоосадительных операций, процесс сопровождается сбросом содержащих цинк растворов;

использование ДЭГФКна каскадах разделения по линиям Gd/Tb и Tb/Дуосложняется ее деструкцией с образованием эмульгаторов и трудностью реэкстракции тяжелых РЗЭ.

ных недостатков. Разделение реализуется только экстракционным методом. Используется одна – азотнокислая (нитратная) среда.

Выбор экстрагентов для реализации схем провели на основе следующих требований к ним:

- разделение РЗЭ в азотнокислых (нитратных) средах;
- высокая концентрация РЗЭ в водной фазе;
- высокая ёмкость экстрагента по РЗЭ;
- максимальный коэффициент разделения;
- исключение высаливателей;
- легкость реэкстракции;
- химическая устойчивость;
- низкая растворимость в водных растворах;
- минимальная вязкость экстрагента;
- доступность;
- низкая стоимость.

Для разделения РЗЭ рекомендованы четыре экстрагента, относящиеся к четырем различным классам органиче-

<p>Трибутилфосфат (ТБФ)</p> <chem>CC(C)OP(=O)(C)C</chem> <p>Соплятный механизм экстракции $RE(NO_3)_3 + 3TBP \leftrightarrow RE(NO_3)_3 \cdot 3TBP$ $HNO_3 + TBP \leftrightarrow HNO_3 \cdot TBP$</p>	<p>Изодецилфосфетановая кислота (ИДФК)</p> <chem>CCCCCCCCC(C)OP(=O)(O)C</chem> <p>Катионообменный механизм экстракции $RE^{3+} + 3RPOOH \leftrightarrow 3H^+ + RE(RPOO)_3$</p> <p>Соплятный механизм экстракции $HNO_3 + nRO \leftrightarrow HNO_3 \cdot nRO$</p>
<p>Versatic-10</p> <chem>CCCCCCCCCCCC(O)C(=O)C</chem> <p>Катионообменный механизм экстракции $RE^{3+} + 3RPOOH \leftrightarrow 3H^+ + RE(RPOO)_3$ Водная фаза: pH = 4 – 5</p>	<p>Триалкилметилламмоний нитрат (ТАМАН)</p> $\left[\begin{array}{c} C_3H_{2n+1} \\ \\ C_3H_{2n+1} - N^+ - CH_3 \\ \\ C_3H_{2n+1} \end{array} \right] (NO_3^-)$ <p>где n = 7 - 9</p> <p>Анионообменный механизм экстракции $RE(NO_3)_3 + [R_3N]^+(NO_3)^- \leftrightarrow [R_3N]^+ [RE(NO_3)_2(NO_3)]^-(NO_3)^+$</p>

Рис. 5 Экстрагенты разделения редкоземельных элементов.

Таблица 4
Рекомендуемые экстрагенты разделения РЗЭ
и реализуемые с их использованием линии
деления.

Экстрагент	Линии деления
ТБФ (100 %)	La/Ce, Ce/Pr, Pr/Nd, Nd/Sm, Er/Y
ИДДФК – УВР	Sm/Eu, Gd/Tb, Tb/Dy, Dy/ Ho, Y/Er
Versatic-10 – УВР	Y/Er
ТБФ – ТА- МАН – УВР	Eu/Gd

ских соединений [2, 3]. Их структура и механизм экстракции РЗЭ представлены на рис. 5.

Вследствие высокой вязкости изододецилфосфетановая кислота (ИДДФК), Versatic-10 и триалкилметиламмоний нитрат (ТАМАН) используются в виде органических растворов в инертных углеводородных разбавителях (УВР) – керосине, синтине, РЭД-3. ТАМАН применяется в смеси с ТБФ.

Важным преимуществом применения ИДДФК взамен ДЭГФК является отсутствие необходимости концентрирования рафината и реэкстракта при их межкаскадной передаче для дальнейшего разделения. Технология разделения РЗЭ с использованием растворов ИДДФК в УВР успешно испытана в опытно-промышленных условиях и защищена патентом [4].

В табл. 4 представлены линии деления РЗЭ, реализуемые с использованием рекомендуемых экстрагентов.

Экстракционные схемы разделения РЗЭ разработаны для суммарных концентратов, выделенных из трех минеральных источников – монацита, и руд месторождений Кутессай II и Томтор. Как видно из рисунка 6, составы концентратов существенно отличаются по содержанию индивидуальных элементов. Это различие, наряду с различными требованиями к номенклатуре индивидуальной продукции, обуславливает индивидуальность каждой схемы.

На рис. 7 изображена блок-схема экстракционного разделения концентрата РЗМ, выделенного из монацита. Блок А содержит 4 каскада разделения, использующих в качестве экстрагента 100%-ый ТБФ. Он обеспечивает получение продукции легкой группы (чистых церия и неодима, концентратов лантана и празеодима) и концентрата среднетяжелой группы, направляемого для дальнейшего разделения на каскады блока Б.

Последовательность линий разделения при получении одной и той же продукции может быть различной. На рисунке 8 представлены два из возможных вариантов последовательности каскадов блока А.

Результаты технологического сравнения вариантов даны в Табл. 5. Преимущества варианта 2 очевидны.

На рис. 9 представлена принципиальная технологическая схема блока Б разделения концентрата среднетяжелой группы РЗЭ, выделенной из монацита. Она состоит из 7 экстракционных каскадов, на 6 из которых в качестве экстрагента используется раствор ИДДФК в УВР, а на одном – смесь ТБФ-ТАМАН-УВР. Схема обеспечивает получение трех чистых элементов – европия, тербия и диспро-

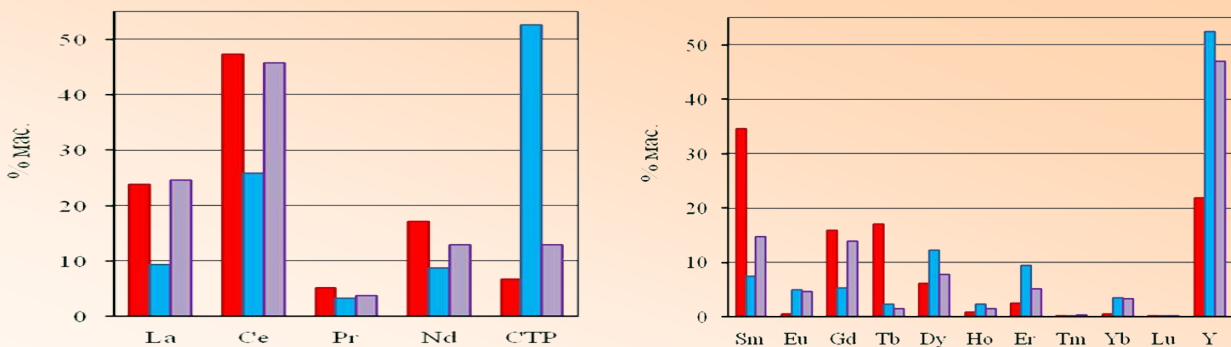


Рис.6. Состав концентратов РЗЭ, выделенных из монацита и руд месторождений КутессайII и Томтор.

Технологическое сравнение вариантов блока А.

Таблица 5

Вариант	Каскады блока А				Выпарные установки		
	Число	Общее число ступеней	Суммарный поток экстрагента, %	Суммарный объем каскадов, %	Число	Суммарный упариваемый объем, %	Суммарный объем конденсатов, %
1	4	315	113	115	5	136	145
2	4	305	100	100	4	100	100

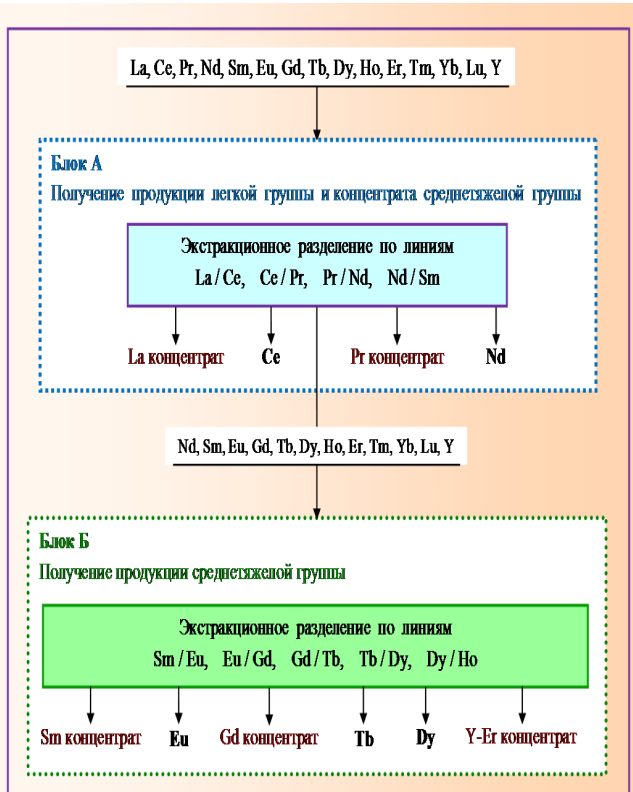


Рис. 7. Блок-схема экстракционного разделения концентрата P3O, выделенного из монацита, с получением оксидов индивидуальных P3Э.

зия, двух высокопроцентных концентратов гадолиния и самария, и концентрата тяжелой группы.

Дополнение блока Б пятью экстракционными каскадами позволит расширить номенклатуру продукции и получать *дополнительно* чистые самарий, гадолиний, эрбий и иттрий. Этот вариант блока Б представлен на рис. 10. Он реализуется с использованием всех четырех рекомендуемых экстрагентов.

В экстракционных схемах разделения P3-концентрата месторождения Кутессай-II и концентрата среднетяжелой группы месторождения Томтор также задействованы четыре рекомендуемых экстрагента. Схема разделения P3-концентрата месторождения Кутессай-II состоит из 11 экстракционных каскадов и обеспечивает получение пяти индивидуальных элементов – Nd, Eu, Tb, Dy и Y. Схема разделения концентрата среднетяжелой группы месторождения Томтор содержит 13 экстракционных каскадов. Она предназначена для получения семи индивидуальных элементов – Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er и Y.

Урансодержащие руды Узбекистана черносланцевого типа содержат редкие земли. Комплексная переработка этих руд с извлечением не только урана, но и суммарного концентрата P3Э, и дальнейшая переработка этого концентрата с получением разделенной редкоземельной продукции с высокой добавленной стоимостью может значительно повысить рентабельность их переработки.

Разработка технологии получения дезактивированного суммарного концентрата и индивидуальных редкоземельных элементов отнесена к актуальным вопросам горно-

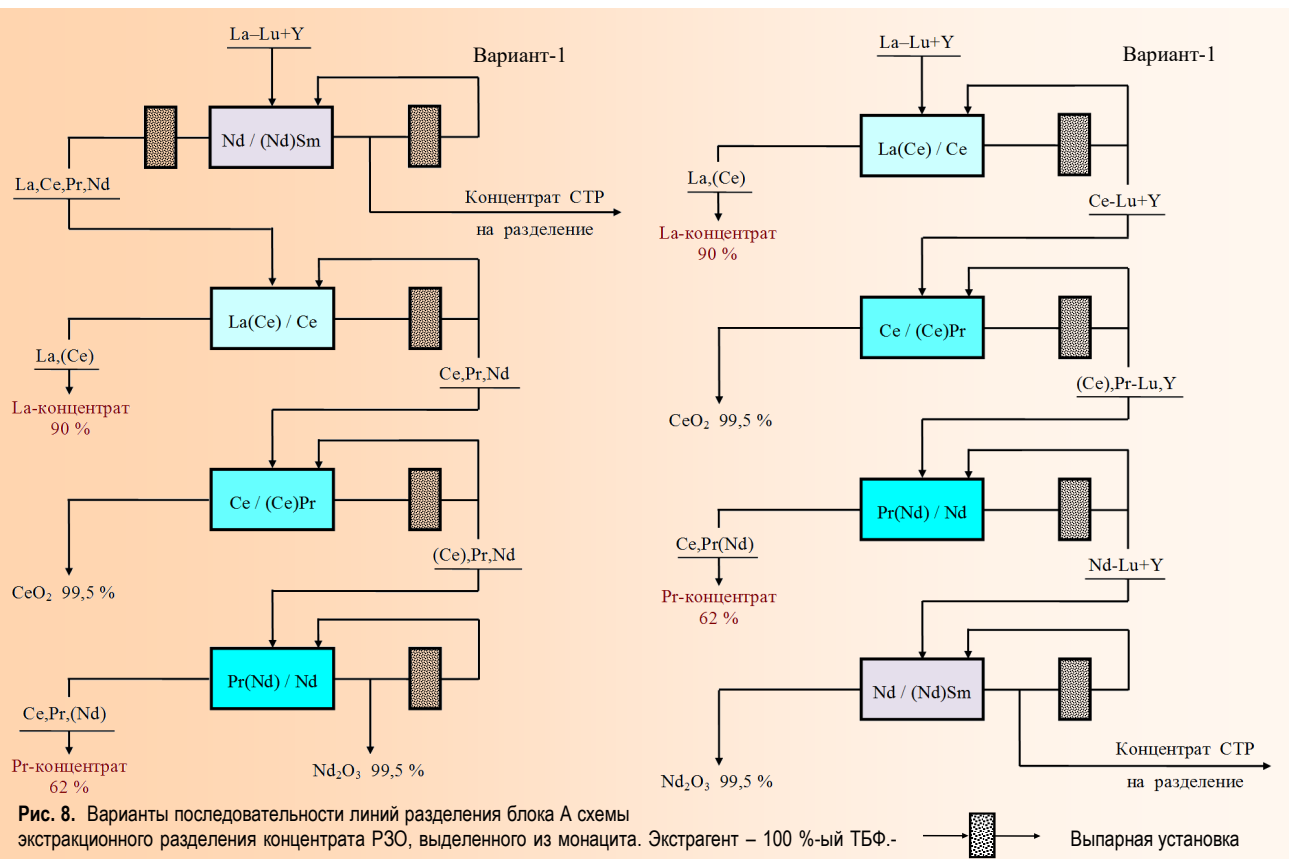


Рис. 8. Варианты последовательности линий разделения блока А схемы экстракционного разделения концентрата P3O, выделенного из монацита. Экстрагент – 100 %-ый ТБФ. — Выпарная установка

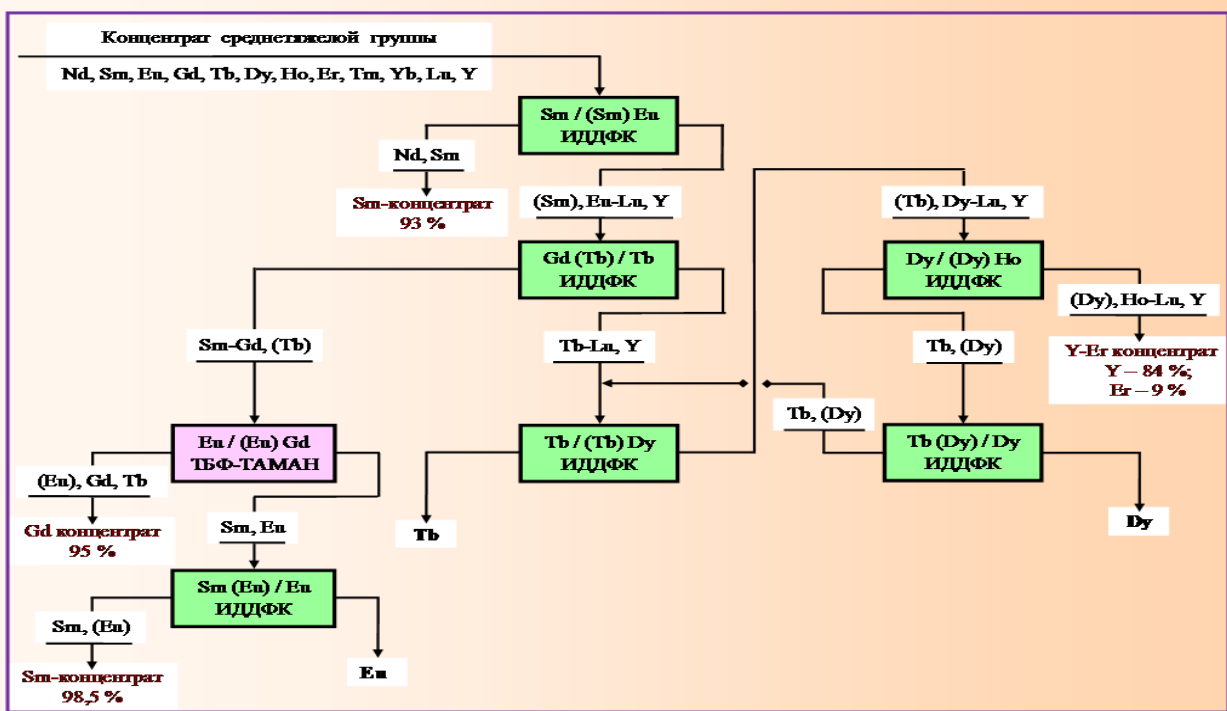


Рис.9. Принципиальная технологическая схема блока Б разделения концентрата среднетяжелой группы РЗЭ, выделенной из монацита. Ограниченная номенклатура продукции.

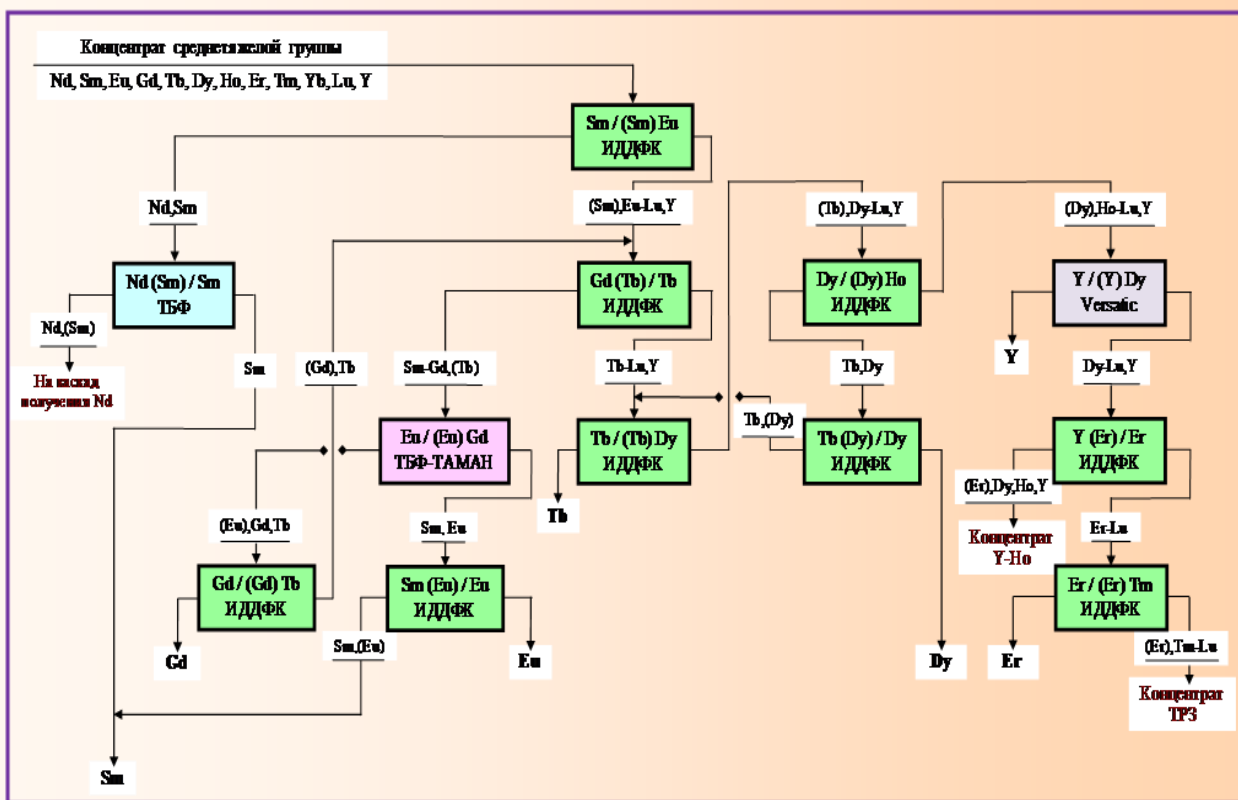


Рис. 10. Принципиальная технологическая схема блока Б разделения концентрата среднетяжелой группы РЗЭ, выделенной из монацита. Расширенная номенклатура продукции.



металлургической отрасли по разработке технологий Меморандумом о намерениях между Навоийским горно-металлургическим комбинатом и Акционерным Обществом «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии» (АО «ВНИИХТ») о сотрудничестве в области научно-исследовательской деятельности от 28 февраля 2018 г.

Сочетание богатого производственного опыта Навоий-

ского горно-металлургического комбината с компетенциями АО «ВНИИХТ» в области технологий РЗЭ позволяет надеяться на успешное решение амбициозной задачи становления редкоземельной отрасли промышленности в Республике Узбекистан.

Материал статьи основан на данных, полученных на оборудовании Центра Коллективного Пользования Испытательный Аналитический Центр АО «ВНИИХТ».

Библиографический список:

1. Косынкин В.Д., Трубаков Ю.М., Селивановский А.К. и др., «Работы в обеспечении технологии получения индивидуальных редкоземельных элементов средней и тяжелой групп из Российских сырьевых источников», отчет о НИР, Инв. № ТИ/5029 от 06.09.2013, фонды АО «ВНИИХТ».
2. Косынкин В.Д., Селивановский А.К., Трубаков Ю.М. и др., «Технология получения индивидуальных редкоземельных элементов (РЗЭ) из суммарного концентрата, выделенного из монацита, основанная на отечественных экстрагентах», V Международная конференция-школа по химической технологии т.1, стр. 124,16-20 мая 2016 г., Волгоград.
3. Косынкин В.Д., Селивановский А.К. и др., «Особенности экстракционных систем, используемых для разделения среднетяжелой группы РЗЭ, выделенных из руды месторождения Томтор», Сборник материалов международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы получения и применения РЗМ и РМ – 2017», с. 165, ОАО Институт «ГИНЦВЕТМЕТ», 21-22 июня 2017 г., Москва.
4. Федуллова Т.Т., Селивановский А.К., Косынкин В.Д., и др., «Способ экстракционного разделения редкоземельных элементов», патент RU 2319666, 2006 г.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, СОТРУДНИКИ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!

Шадрин М. А.
Генеральный директор
АО «ВНИМИ»



Ваш коллектив отмечает знаменательное событие – 60-летний юбилей!

Юбилей коллектива с богатыми традициями – всегда праздник. В такой юбилей Вы можете по праву гордиться своими успехами и взять разбег для достижения еще более высоких рубежей в своем развитии.

Наш институт «ВНИМИ» сотрудничает с Вашим предприятием в решениях сложных проблем, которые встанут перед горняками. Вместе мы находим решения по разработке месторождений в сложных условиях и достигаем желаемого результата.

Мы уверены, что тесное, творческое сотрудничество наших коллективов позволит решать задачи по обеспечению безопасных условий труда, высокой производительности, полноты выемки запасов на разрабатываемых Вами месторождениях.

Сердечно поздравляем со славным юбилеем!!!

Праздничного настроения, доброго здоровья, благополучия и счастья.

АО «ВНИМИ», Санкт-Петербург,
Уральский филиал АО «ВНИМИ», Екатеринбург.



УДК 550.42.546..882/883 (575.11)

© Гайбуллаев Х.К., Крымов Л.Р., Исмагилов М.М., Нарбадалов Ш.И. 2018 г.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕВОДА ХВОСТОХРАНИЛИЩА ГМЗ-3 ИЗ НАЛИВНОГО ТИПА В КОМБИНИРОВАННЫЙ

Саноат чиқинди ҳовузларини қуриш тажрибаси кўра тўсиқ ва ажратувчи дамбаларнинг таянч призмасини ювиш учун қурилиш материали сифатида қўлланадиган бўлақларни ҳаражати этарли даражада пасайганлиги кўриш мумкин. Меъёрий маълумотномада сақланиладиган бўлақларнинг ўрта арифметик диаметри $> 0,1$ бўлган таянч призмаларни ювиш бўйича барча методлар ишлаб чиқилган. ХТМК корхоналарига тегишли ўрта арифметик диаметрис $0,044-0,56$ мм. бўлган бўлақларни ювиш бўйича олиб борилган изланишлар натижасида ГМЗ-3нинг оқва сувлар ҳовузини тозалашда унинг теҳник имкониятлари ва иқтисодий самарадорлигини қўрсатди. Олинган натижаларга кўра ГМЗ-3 саноат чиқинди ҳовузларини қўйиш услубидан умумий услубга ўтказишни тавсия этиш мумкин ва шу билан биргалликда ишлаб чиқариш жараёнидаги тажрибавий изланишлар вақтида қурилиш ҳаражатлари, қолланадиган услубларга сал кам 3 баробарига камайиши мумкин.

Таянч иборалар: чиқинди ҳовузлари, тўсиқ ва ажратувчи дамбалар, таянч призма, қурилиш материали, седиментация, ажратувчи сув омборлари, ал-юминий, чиқинди чўкиндилар, фракционасён, норматив маълумотлар базаси, ҳақиқий ҳаражатлар, пулла, тўғон конструкцияси, ямоқлар, йўл тармоқларини муҳофаза қилиш.

Basing on the experience of construction tailing dumps there is a significant reduction of using tails as a construction material for washing retaining prisms of bund walls. In regulatory reference there have been worked out detail methods of washing retaining prisms with an average weighed diameter of stored tails ≥ 0.1 mm. The methods of retaining prisms washing have not been developed for enterprises of NMMC tails with an average weighed diameter of $0,044 - 0.56$ mm. The research work carried out on washing retaining prism with increasing sedimentation and fraction effect revealed technical capability and high economic efficiency of washing tailing dams GMZ-3. The obtained results allow recommending the transfer of tailing pond GMZ-3 from draining to combined type and with the reduction the cost for construction when conducting production research work shall be reduced not less than 3 times in comparison with applied methods.

Key words: tailing, alluvia of dams, cost reduction, resistant prisms, building material, sedimentation, separation dams, methods of alluvium, tailing sediments, fractionation, regulatory reference database, actual costs, pulp, dam construction, protection of slopes, road network.

Нормативами [1] указывается на приоритет устройства хвостохранилищ намывного типа, когда все дамбы возводятся из хвостовых отложений или комбинированного типа, когда основная часть дамб намывается из хвостовых отложений, а часть дамб (дамбы первичного обвалования, защита откосов, дорожная сеть и т.п.) выполняется из привозного грунта. Строительство хвостохранилищ наливного типа допускается только при специальном технико-экономическом обосновании.

На рис. 1 приводится конструкция намывной дамбы комбинированного хвостохранилища.

Намывная дамба комбинированного хвостохранилища включает в себя:

дамбу первичного обвалования из привозного грунта или хвостов;

упорную призму, намываемую из песчаной фракции хвостов;

пляжную зону, в которой складировается шламовая часть хвостов;

прудовую зону, в которую складировается жидкая фракция пульпы и мелкая часть хвостов.

Для возведения хвостохранилищ намывного и комбинированного типа из пульпы со средневзвешенным диаметром твердой фазы пульпы $>0,1$ мм разработана нормативная и справочная документация. Для условий хвостохрани-



Гайбуллаев Х.К.,
и.о. начальника
НИО ГТ института
«O'zGEORANGMETLITI»



Крымов Л.Р.,
начальник сектора
НИО ГТ института
«O'zGEORANGMETLITI»



Исмагилов М.М.,
зам. главного инженера
ГП НГМК



Нарбадалов Ш.И.,
главный инженер
ГМЗ-3 ГП НГМК

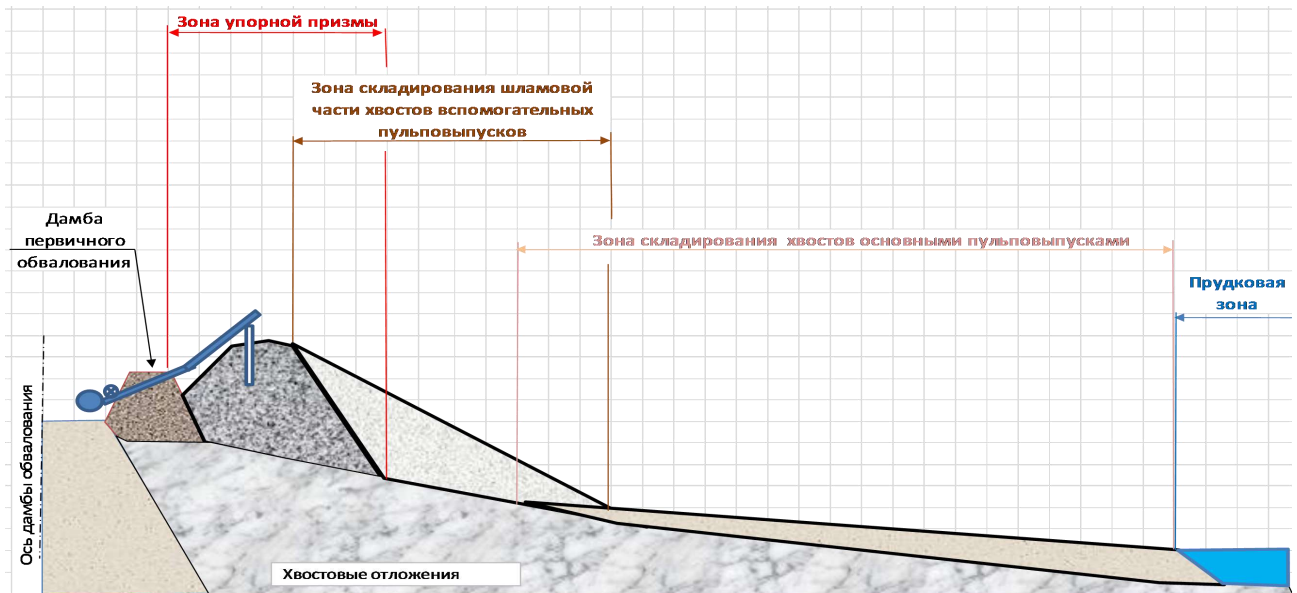


Рис 1. Конструкция намывной дамбы комбинированного хвостохранилища.

лиц НГМК, куда поступает пульпа со средневзвешенным диаметром хвостов $0,044 \div 0,056$ мм, нормативная и справочная документация отсутствует. Отсутствие нормативной базы не позволяет проектировать хвостохранилища намывной или комбинированного типа.

Очень сложно вопрос складирования хвостов стоит на хвостохранилище ГМЗ-3, хвосты которого имеют средневзвешенный диаметр 0,044 мм, капиллярные свойства и, следовательно, впитываемость практически отсутствуют, плотность хвостовых отложений составляет 1,15-1,35 т/м³, а прудок занимает до 83% площади хвостохранилища.

Первые опыты по намыву дамб, проведенные на хвостохранилище ГМЗ-3, проводились аналогично опытам на ГМЗ-2. Опыты по намыву дамб на ГМЗ-2 основывались на высокой впитываемости хвостовых отложений (капиллярное поглощение жидкой фазы пульпы до начала процесса фильтрации), которая в начальной стадии превосходила коэффициент фильтрации в 12,5

раз. Использование этого процесса позволило намыт дамбу высотой до 10 м [2].

В условиях ГМЗ-3 опыт намыва дамбы с использованием впитываемости, которая превосходит коэффициент фильтрации всего в 1,2 раза, значительных результатов не показал. В течение теплого периода был намыт фрагмент дамбы высотой более 1,5 м с внешним откосом $i=0,03$ (по КМК [1] $i \geq 0,15$), а хвосты во влажном состоянии не обладали достаточной несущей способностью.

Для намыва дамб соответствующих нормативным требованиям в условиях ГМЗ-3, были проведены опыты по усилению процесса седиментации и фракционирования [3].

Эффект седиментации (процесс оседания частиц твердой фазы пульпы в пульпопроводе под действием силы тяжести, зависящий от массы, размера и формы частиц, консистенции пульпы, а также от вязкости и плотности жидкой фазы пульпы) кроме распределительных пульпопроводов усиливался в намывных пульповыпусках [4].

Процесс фракционирования (процесс разделения твердой фракции пульпы при складировании, когда крупные частицы откладываются вблизи точки складирования, а мелкие раскладываются потоком по намываемой поверхности с постепенным уменьшением диаметра) исследовался при различных расходах пульпы.

На первой стадии исследований проводились опыты по намыву фрагментов Разделительной дамбы фронтальным, торцевым, веерным, чековым и мозаичным способами. Чековый и мозаичный способы, показавшие хорошие результаты при намыве противофильтрационных экранов, требуют длительного времени на консолидацию, поэтому были исключены из исследований по намыву Разделительной дамбы.

Более детальные исследования проводились на 5 опытных участках в 12 вариантах:

участок торцевого намыва удлиненным пульпопроводом диаметром 90 мм (1 вариант);

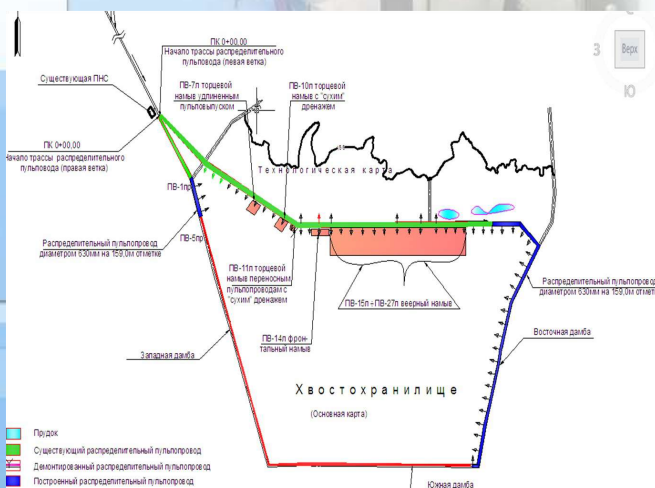


Рис.2. Схема расположения опытных участков по намыву Разделительной дамбы хвостохранилища ГМЗ-3.



участок торцевого намыва пульпопроводом диаметром 90 мм при влиянии «сухого» дренажа (дренаж без организованного водоотведения) (1 вариант);

участок торцевого намыва пульпопроводом диаметром 50 мм при влиянии «сухого» дренажа (1 вариант);

участок фронтального намыва пульпопроводами диаметром 90 мм (7 вариантов);

участок веерного намыва широким фронтом от пульповыпуска ПВ-15л до ПВ-27л (2 варианта);

На рис.2 показаны участки проведения исследований.

Опыт торцевого намыва удлиненным пульповыпуском осуществлялся на примере пульповыпуска ПВ-7л. Трубопроводная часть пульповыпуска диаметром 90 мм и длиной 70м была совмещена с гидравлическим стендом. Пульповыпуск работал непрерывно 6 месяцев, с мая по октябрь 2017 г. За это время высота конуса намыва составила более 2 м, объем упорной призмы - 14,0 тыс. м³, объем уложенных хвостов - 31600м³. Для намыва упорной призмы было использовано 44 % поступающей твердой фазы пульпы.

Торцевой намыв пульпопроводом диаметром 90 мм при влиянии «сухого» дренажа осуществлялся пульповыпуском ПВ-10л длиной 7 м. Функции «сухого» дренажа выполняла насыпанная часть дамбы высотой 0,7 м. Намыв яруса проводился в 1 такт. За 7 суток работы пульповыпуска высота конуса намыва составила 1,0 м, объем упорной призмы - 4,42 тыс. м³, объем уложенных хвостов - 5,67 тыс. м³. Для намыва упорной призмы было использовано 78 % поступающей твердой фазы пульпы.

При аналогичном опыте с пульповыпуском диаметром 50 мм в течение месяца было намито три конуса высотой 0,6 м каждый. Время намыва одного конуса около 4 суток. Объем упорной призмы - 0,14 тыс. м³, объем уложенных хвостов - 014 тыс. м³. Для намыва упорной призмы было использовано 100 % поступающей твердой фазы пульпы.

Опыты по фронтальному намыву проводились на пульповыпуске ПВ-14Л. Начало намыва дамбы на пульповыпуске ПВ-14Л фронтальным способом показано на рис.3, опыт по намыву второго яруса - на рис. 4.

Намыв каждого яруса производился слоями по 20 см. За 7 суток высота намывной упорной призмы составила более 1,4 м, объем уложенных хвостов - 6300м³, упорной



Рис.4. Намыв второго яруса Разделительной дамбы пульповыпуском ПВ-14л.

призмы - 4630м³ или 74 % поступающей твердой фазы пульпы.

При фронтальном способе намыва 1-го яруса испытывались пульповыпускные отверстия диаметром 10, 14, 16 и 20 мм. Наилучший результат показали пульповыпускные отверстия диаметром 20 мм. При намыве 2-го яруса были испытаны отверстия диаметром 20, 22, 25 и 30 мм. При работе пульповыпускных отверстий диаметром до 22 мм происходил намыв упорной призмы. При работе пульповыпускных отверстий диаметром 25 мм намыв упорной призмы сменялся размывом, при диаметре 30 мм наблюдался интенсивный размыв упорной призмы. При этом намыв осуществлялся за пределами упорной призмы и только после наращивания отметок за пределами упорной призмы начинался намыв в ее границах. На переднем плане рисунка 4 отчетливо виден процесс размыва упорной призмы пульповыпускными отверстиями диаметром 25 и 30 мм, находящимися на переднем плане, и намыв третьим отверстием диаметром 22 мм.

Опыты по веерному намыву пульповыпусками диаметром 195 мм проводились на пульповыпусках ПВ-15л+ПВ-27л. Длина фронта намыва 1,61 км. Начало намыва веерным способом 24.08.2017 г, окончание - 15.11.2017 г. Опыты производились в двух вариантах с длиной трубной части 24 и 36 м. На рис.5 показан намыв веерными пульповыпусками.

Средняя высота упорной призмы, намывной веерным способом, составила 0,87 м, максимальная - 1,39 м, объем уложенных хвостов - 420145 м³, упорной призмы 42050м³ или 10 % поступившей твердой фазы пульпы.



Рис.3. Начало намыва фронтальным способом пульповыпуском ПВ-14л.



Рис.5. Намыв Разделительной дамбы веерным способом.



С августа 2017 г, когда отставание строительных работ при реконструкции хвостохранилища привело к тому, что остаточная емкость хвостохранилища составила 0,3 млн.м³ при месячной потребности 0,45 млн. м³, было принято решение всю пульпу, поступающую с ГМЗ-3, перевести на намыв разделительной дамбы. Заказчиком было поставлено 0,5 км труб ПВХ, службой эксплуатации в течение 10 дней были смонтированы необходимые задвижки с переходниками и, совместными усилиями с НИО ГТ, - намывные пульпопроводы. В результате фронт намыва возрос с 1 км, предусмотренного техническим заданием на НИР, до 2,2 км, что дало возможность складировать всю пульпу в зоне проведения исследований до начала зимнего складирования хвостов.

Геодезические характеристики намытых фрагментов дамб характеризуются следующими показателями.

Высота вершины конуса намыва пульповыпуска ПВ-7л составила 2,3 м, на расстоянии 20м - 1,03-1,3 м, на расстоянии 60 м – 0,54-0,77. Уклоны конуса уменьшаются с 0,095 в вершине до 0,04 на расстоянии 20 м, до 0,02 на расстоянии 40 м и до 0,009 – на расстоянии до 60 м. Приведенные данные показывают, что торцевой способ намыва удлиненными пульповыпусками эффективен при расположении пульповыпусков через 40 м.

Максимальная высота яруса, намытого торцевым способом пульповыпуском диаметром 90 мм при влиянии «сухого» дренажа составила 1,0 м, на расстоянии 20 м – 0,84-0,90 м, на расстоянии 40 м – 0,43-0,77 м, на расстоя-

нии 60 м – 0,09-0,62 м. Приведенные данные указывают, что намыв торцевым способом при влиянии «сухого» дренажа эффективен при расположении пульповыпусков на расстоянии 40 м друг от друга.

Максимальная высота слоя, намытого за 4 суток торцевым способом пульповыпуском диаметром 90 мм при влиянии «сухого», составила 0,56 м, конуса намыва для образования упорной призмы должны намываться через 8 м. Этот способ требует большого количества переключок намывного пульпопровода и его частой прочистки.

На рис.6 приведен продольный профиль упорной призмы, намытый фронтальным способом пульповыпуском ПВ-14л.

Высота двух намытых ярусов колеблется от 1,11 до 1,47 м. Приведенные топографические характеристики показывают, что при фронтальном способе намыва эффективно расположение пульповыпусков через 180-200 м.

На совмещенном профиле фронтального и торцевого намыва (рис.7) видно, что интенсивность фронтального намыва гораздо выше, чем торцевого. В тоже время материалоемкость торцевого способа значительно ниже, фронтального.

При веерном способе намыва уложена большая часть поступавших на хвостохранилище хвостов. Геодезические характеристики оказались ниже требований нормативов. Улучшить их можно, доработав изобретение SA 1344851 A1.

Топографические характеристики намытых конусов и упорных призм Разделительной дамбы хвостохранилища

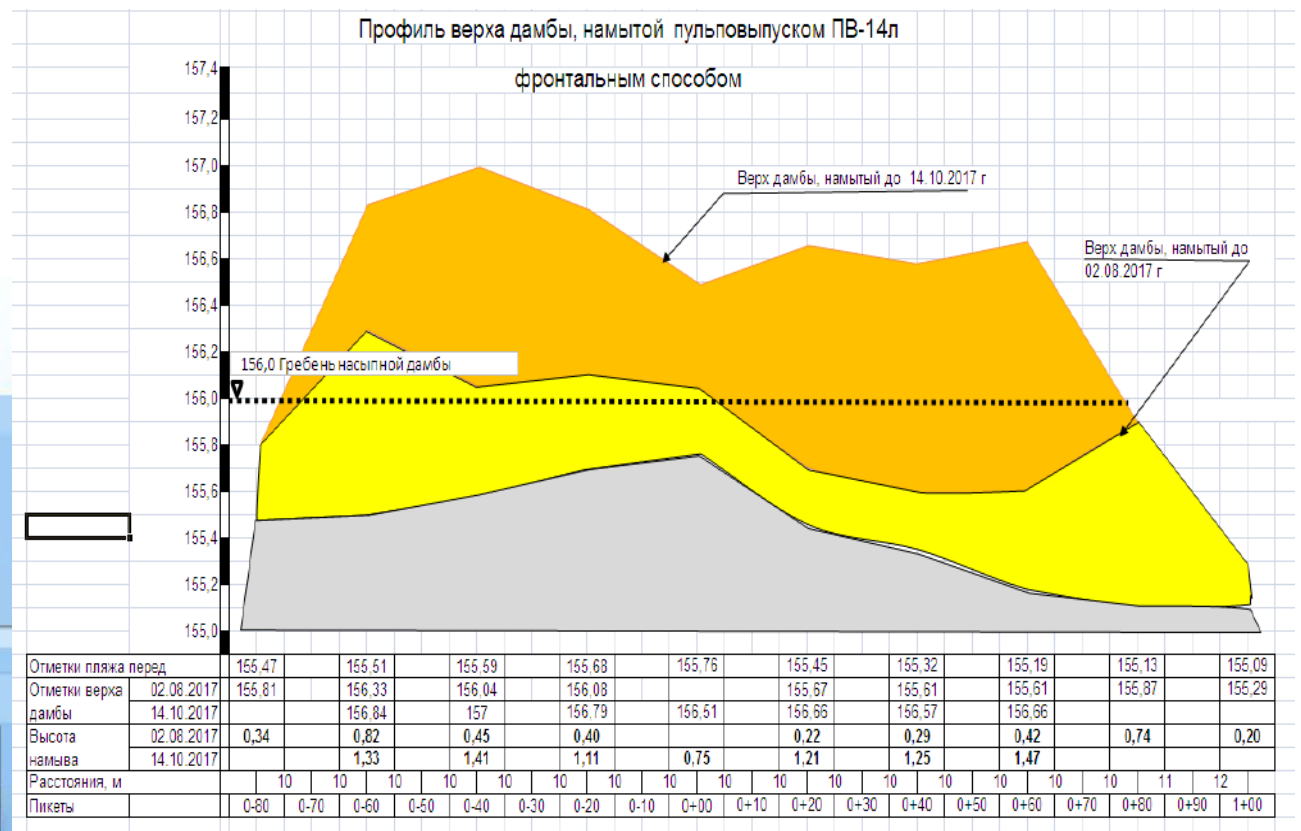


Рис.6. Продольный профиль при фронтальном способе, намытый за два месяца.

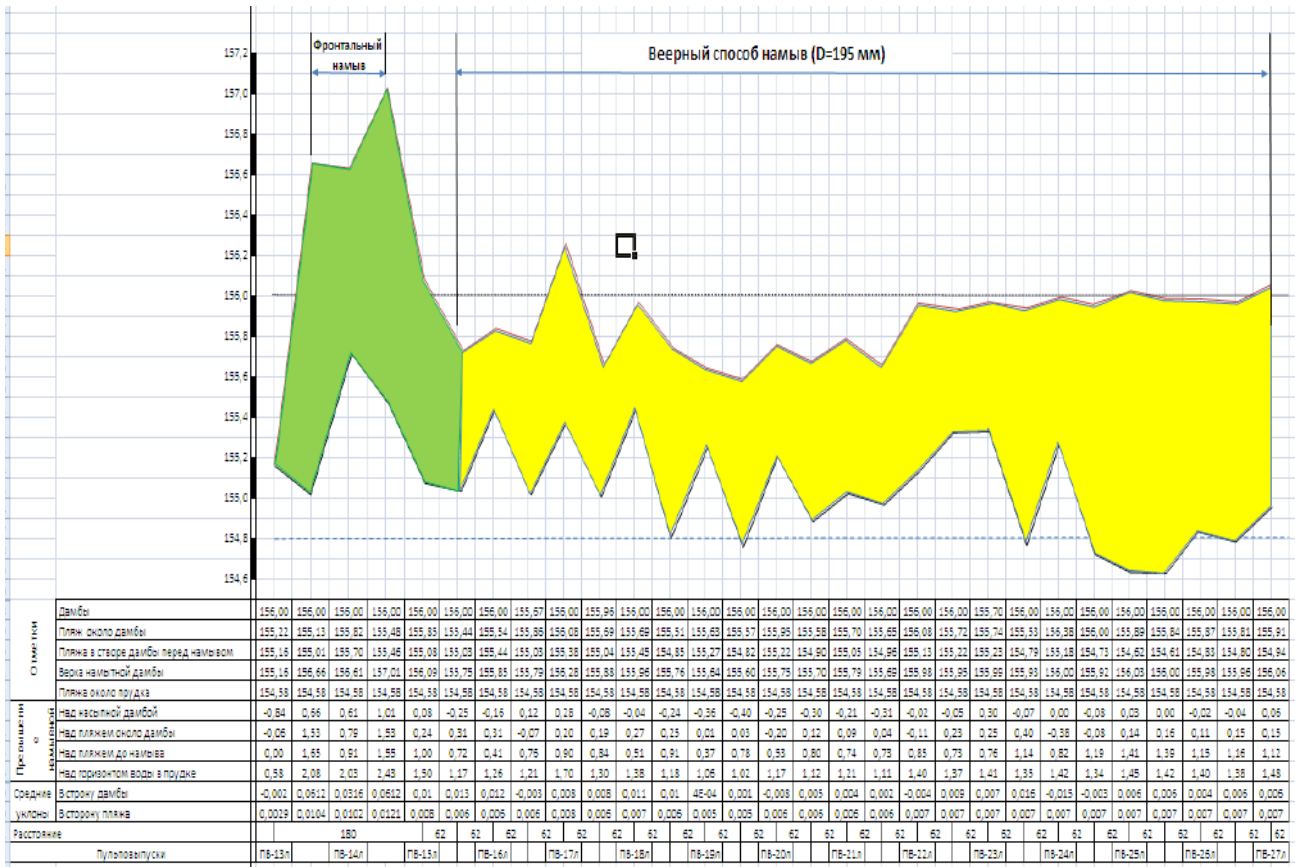


Рис.7. Совмещенный профиль фронтального и веерного намыва.

ГМЗ-3 приведены в табл. 1. Величина ежегодного подъема отметок пляжа в среднем составляет 0,6-0,7 м. Сравнивая этот показатель с достигнутым при намыве, можно сделать вывод, что по топографическим показателям могут быть применены четыре способа намыва. Намыв пульповодами малого диаметра (ПВ-11л) может быть использован только как вспомогательный, например, при веерном способе намыва, что улучшит показатели обоих способов намыва. Геотехнические характеристики намывных фрагментов дамб характеризуются следующими показателями.

На пульповыпуске ПВ-7л конус намыва имеет среднюю плотность 1,39 g/sm³. На первых 20 м плотность колеблется в пределах от 1,32 до 1,52 g/sm³, а среднее значение составляет 1,43 g/sm³. В диапазоне 0-40 м средняя плотность имеет значение 1,39g/sm³, в диапазоне 40-100 м – 1,38 g/sm³. Среднее значение плотности неконсолидированных хвостов намывного конуса на 15% выше, чем в среднем по хвостохранилищу. Для определения интенсивности консолидации через месяц после приостановки намыва на тех же точках были повторно взяты аналогичные пробы. Полученные данные свидетельствуют о том, что была намывта упорная призма шириной 15 м со средней плотностью скелета грунта 1,49 g/sm³ с диапазоном колебаний 1,44-1,60 g/sm³ и пляж со средней плотностью скелета грунта 1,29 g/sm³ и диапазоном колебаний 1,24-1,43 g/sm³. В целом по поперечнику плотность скелета грунта составила 1,37 g/sm³ с диапазоном колебаний 1,24 – 1,60 g/sm³. Рас-

четный устойчивый генеральный откос составил 1:3, что подтверждается результатами обзора по другим хвостохранилищам [4]. Аналогичные исследования были проведены на остальных участках исследований. Результаты исследований приводятся в табл. 2.

Контрольный замер плотности показал, что процесс консолидации еще не закончен и данные по плотности можно принимать как предварительные для ориентировочных расчетов. Для определения более точных параметров геотехнических характеристик, которые можно применить в проектах, необходим трехлетний цикл наблюдений.

Как видно из приведенных данных, удалось найти 4 варианта технических решений для намыва дамб хвостохранилища в сложных условиях ГМЗ-3.

Усиление эффектов седиментации и фракционирования позволили за полгода намывать фрагменты упорной призмы дамб высотой от 1,0 до 2,3м, с содержанием песчаных частиц до 75 % и плотностью 1,43÷1,60 g/sm³. Средняя плотность уложенных хвостовых отложений с учетом шламовой фракции составила 1,39g/sm³, что на 17 % выше, чем в хвостохранилище наливного типа. Площадь прудка сократилась практически наполовину.

При проведении экологических исследований установлено, что хвосты ГМЗ-3 приобретают склонность к пылению через 1,5-2 года. По этой причине внешние откосы ограждающих дамб должны быть защищены от пыления и намывной тип хвостохранилища с незащищенными внешними



Таблица 1.

Топографические характеристики намытых конусов и упорных призм Разделительной дамбы хвостохранилища ГМЗ-3

Наименование показателя	Един. изм.	ПВ-7л	ПВ-10л	ПВ-11л (3шт)	ПВ-14л Фронтальный	ПВ-15л÷ ПВ-27л (13 шт.)	Всего
Ширина намытого пляжа	м	224	85	12	50	300	
Длина намытого пляжа	м	224	170	36	180	1612	2 222
Время намыва	Сут.	180	7	30	7	90	
Высота намытых упорных призм и конусов	м	2,3	1	0,6	1,4	0,87	
Объем уложенных хвостов	м ³	31 597	5 672	142	6 300	420 152	463 862
Объем хвостов, уложенных в упорную призму	м ³	14 000	4 420	142	4 632	42 053	65 247
Доля хвостов, уложенных в упорную призму	%	44,3	77,9	100,0	73,5	10,0	14, 1

откосами на ГМЗ-3 не может быть принят. Устройство хвостохранилища комбинированного типа обеспечивает как экологическую безопасность, так и сокращение затрат на строительство не менее чем в 3 раза, как за счет уменьшения объема привозного грунта, так и за счет сокращения количества перекладок распределительного пульпопровода. Для определения эксплуатационных затрат необходимо провести длительные (не менее чем 3 года) исследования. Уже на стадии исследований удалось всю поступающую пульпу использовать на намыв дамб. В упорную призму уложено 62 000 м³ хвостов. При стоимости 1 м³ привозного грунта 17 тыс. сум экономия в строительстве составила более 1 млрд. сум. При стоимости эксплуатационных затрат 1 м³ полезной емкости 1417 сум экономия составила 227 млн. сум. Основная доля экономии приходится на сокращение амортизационных затрат.

Поскольку найдены технические решения по намыву дамб, можно рекомендовать произвести производственные исследования для разработки рекомендаций по переводу хвостохранилища ГМЗ-3 из наливного типа в комбинированный тип.

Рекомендуемая схема устройства ограждающих дамб приводится на рис.8-10.

Как показали первые опыты, возведение ограждающих дамб наиболее рационально начинать с устройства дамбы первичного обвалования. Для защиты наружного откоса существующих дамб от переливов и протечек пульпопровода рекомендуется поднять отметку гребня до верха пульпопровода[5].

В последующие годы защиту наружного откоса намытой упорной призмы ограждающих дамб рекомендуется осуществлять дамбами вторичного обвалования с генеральным откосом 1:3. При таком решении обеспечивается устойчивость дамб без дорогостоящего внешнего пригруза дамб. Удельный объем дамб вторичного обвалования в 3 раза меньше, чем дамб из привозного карьерного грунта. Для устройства дамб вторичного обвалования можно использовать грунт, залегающий в чаше хвостохранилища.

Примерно через 15-20 лет после начала намыва можно будет рассмотреть вопрос переноса распределительного пульпопровода на гребень намытой дамбы. Сокращение перекладок распределительных пульпопроводов уменьшит

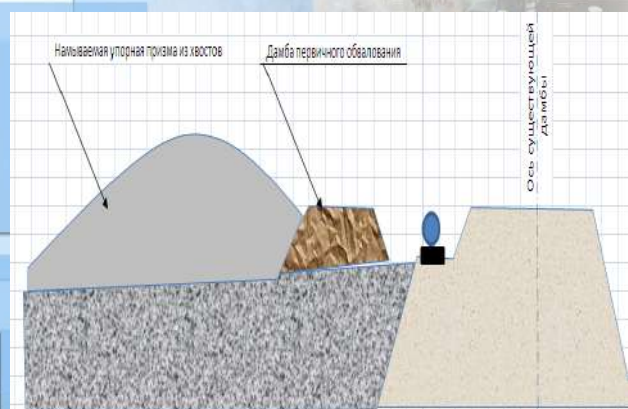


Рис.8. Рекомендуемая конструкция ограждающей дамбы хвостохранилища ГМЗ-3 на начало намыва.

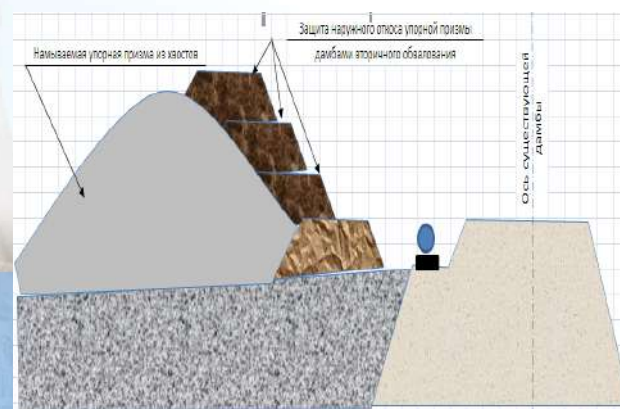


Рис.9. Конструкция намывных ограждающих дамб ГМЗ-3 с дамбами вторичного обвалования.

Таблица 2.

Показатели результатов исследований по намыву дамб фронтальным, торцевым и верным способами

Наименование показателей		Един. изм.	Показатели по пульповыпускам				
			ПВ-7л	ПВ-10л	ПВ-11л	ПВ-14л	ПВ-15л÷ ПВ-27Л
Время намыва		Сут.	180	7	30	7	90
Ширина	Пляжа	м	224	85	12	50	300
	Упорной призмы	м	20	20	8	14	30
Уклоны	Пляжа		0,016	0,023	0,048	0,01	0,001
	Упорной призмы		0,055	0,035	0,048	0,06	0,005
Высота намывных упорных призм		м	2,3	1,0	0,6	1,4	0,87
Длина намывного пляжа		м	224	170	36	180	16212
Рекомендуемое расстояние между пульповыпусками		м	40	40	150	200	124
Генеральный наружный откос дамбы			1:3	1:3	1:3,5	1:3	
Объем	Уложенных хвостов	тыс. м ³	31,60	5,67	0,14	6,30	420,15
	Намытой упорной призмы	тыс. м ³	14,00	4,42	0,14	4,62	42,05
Доля хвостов, уложенных в упорную призму		%	44,3	77,9	100,0	73,5	10
Плотность	Уложенных хвостов	г/см ³	1,39	1,42	1,36	1,35	1,38
	Намытой упорной призмы	г/см ³	1,43	1,49	1,36	1,46	1,38
Средний диаметр	Уложенных хвостов	мм	0,053	0,049	0,052	0,041	0,058
	Намытой упорной призмы	мм	0,083	0,056	0,052	0,059	0,058
Содержание песчаных частиц	Уложенных хвостов	%	25,9	25,0	32,9	21,6	36,5
	Намытой упорной призмы	%	37,1	43,6	32,9	51,6	36,5

затраты не менее чем в 3 раза. Площадь, выводимая из эксплуатации при намыве, будет в два раза меньше, чем при строительстве насыпных дамб.

Разделительную дамбу можно намывать без устройства дамб первичного и вторичного обвалования из привозного грунта. При необходимости можно будет устраивать дамбы первичного и вторичного обвалования из хвостов, имеющих

оптимальную влажность.

Таким образом выяснено, что:

Нормативами [1] указывается на приоритет устройства хвостохранилищ намывного типа, когда все дамбы возводятся из хвостовых отложений, или комбинированного типа, когда основная часть дамб намывается из хвостовых отложений, а часть дамб (дамбы первичного обвалования, защита откосов, дорожная сеть и т.п.) выполняется из привозного грунта. Строительство хвостохранилищ наливного типа с дамбами из привозного грунта допускается только при специальном технико-экономическом обосновании.

Справочно-нормативная база, которая была создана для хвостохранилищ со средневзвешенным диаметром частиц ≥ 0.1 мм, для условий хвостохранилища ГМЗ-3 со средневзвешенным диаметром хвостов 0,044 мм неприменима. Произведенные исследования по намыву дамб с усилением эффекта седиментации и фракционирования показали техническую возможность и высокую экономическую эффективность намыва дамб хвостохранилища ГМЗ-3. Свойства хвостовых отложений ГМЗ-3 с течением времени неизбежно приведут к пылению незащищенных наружных откосов дамб на хвостохранилище намывного типа, что

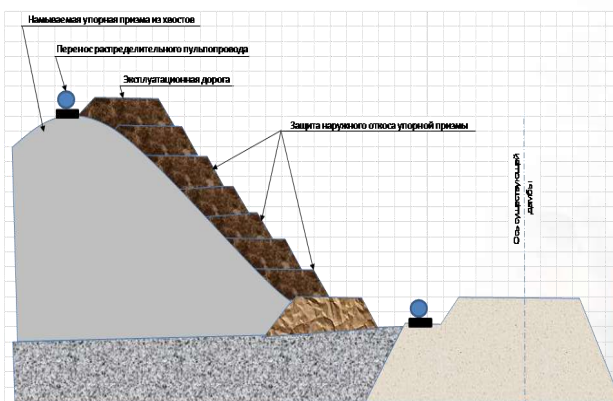


Рис.10. Конструкция намывных ограждающих дамб ГМЗ-3 при переносе распределительного пульпопровода.



не позволяет рекомендовать этот тип для производственного применения. Полученные результаты позволяют рекомендовать перевод хвостохранилища ГМЗ-3 из наливного типа в комбинированный тип. Для перевода хвостохранилища ГМЗ-3 необходимо произвести трехлетние опытно-производственные исследования в соответствии с КМК 1.03.05-97, с углублением исследований по релаксации

хвостовых отложений, определению фактических затрат на строительство и эксплуатацию и разработкой нормативно-справочной базы по проектированию, строительству и эксплуатации. Стоимость строительства при проведении опытно - производственных исследований сократится в сравнении с применяемыми способами не менее чем в 3 раза.

Библиографический список:

1. РТМ 8-54-87. Нормы технологического проектирования хвостовых хозяйств гидromеталлургических заводов и обогатительных фабрик (п/я 5703) 1987.
2. Крымов В.Л., Крымов Л.Р., Сыдык-Ходжаев Д.З. «Результаты опытно-экспериментальных работ по намыву дамб на хвостохранилище № 2. ГМЗ 2. НГМК». Горный вестник Узбекистана, № 4, 2012. (№ 51) С. 79-80.
3. Отчет по НИР: «Исследования по определению оптимальных параметров намыва дамб хвостохранилища ГМЗ-3 на примере северо-западного сектора» (заключительный) г.» ПТ-87037 «O'zGEORANGMETLITI», 2018.
4. Гидравлическое складирование хвостов обогащения. - Справочник. - М.: Недра. - 1981.
5. Крымов В.Л., Гайбуллаев Х.К., Арипов Н.М. «Анализ устойчивости хвостохранилищ и гидроотвалов». Горный вестник Узбекистана, № 4, 2012. (№ 51) С. 81-82.
6. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. Под общей редакцией В.П. Недриги. -М.:Стройиздат, 1983.

КОЛЛЕКТИВУ НАВОИЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА



Сердечно рады поздравить Ваш коллектив с 60-летием со дня образования орденоносного Навоийского горно- металлургического комбината!

Навоийский горно-металлургический комбинат, строительство которого было начато в 1958 году, является в настоящее время флагом горно-добывающей и перерабатывающей и промышленности республики, объединяет в себя горнодобывающую, металлургическую, строительную, машиностроительную и сельскохозяйственные отрасли.

Работа комбината за годы независимости Узбекистана - практическое осуществление реформ в нашей стране.

За этот период созданы новые современные объекты в горнорудной и металлургической отрасли республики, где благодаря этому увеличились производственные мощности, внедрены совершенные технологические системы и оборудования мирового уровня.

Все эти заслуживающие самой высокой оценки достижения стали возможны благодаря самоотверженному труду Вашего многонационального коллектива, профессиональному и творческому отношению к работе, стремлению к созиданию, преданности своему делу.

Знания, опыт и высокая квалификация вместе с присущим Вашему коллективу сплоченностью, преданностью делу позволит и впредь успешно выполнять стоящие перед комбинатом ответственные задачи, вносить достойный вклад в укрепление независимости и дальнейшего процветания нашей Родины.

Искренне желаем всем работникам славного комбината и вашим семьям доброго здоровья, счастья, благополучия и больших успехов в созидательном труде.

Директор ГУП «O'zGEORANGMETLITI» Исмаилов Д.К.
Главный инженер ГУП «O'zGEORANGMETLITI» Тарантин А.Г.



УДК 622.342.1 (575.1)

© Санакулов К.С., Сагдиева М.Г. 2018 г.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ БАКТЕРИАЛЬНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТОМЫШЬЯКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ № 3 ГП «НАВОЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

Флотоконцентратлар паст оксидланишининг асосий сабаблари аниқланди: геокимёвий актив микроорганизмларнинг ацидофил ассоциациясининг паст оксидлаш активлиги, кўпикланиш ва гипс ҳосил қилиш. Флотоконцентратларнинг биооксидлаш жараёнини кучайтириш учун рН кўрсаткичи 1,6-1,8 бўлагн пульваларини аниқлаш тавсия қилинади, кўпикланишни пасайтириш учун флотоконцентратларни биооксидлаш цехининг биореакторларида кўпиксўндиргич сифатида трибутилфосфатдан фойдаланиш тавсия қилинади, янги озикланиш муҳити ишлаб чиқилди, ундан фойдаланиш "Навоий КМК" ДК 3-сонли гидрометаллургия заводида иқтисодий самарадорликни сезиларли даражада оширади.

Таянч иборалар: кўпикланиш, флотоконцентрат, биотехнология, бактериялар, олтин-сульфидли концентрат, озикланиш муҳити, биокек.

The main causes of low oxidation of flotation concentrates are revealed: low oxidative activity of acidophilic Association of geochemically active microorganisms, foaming and gypsum formation. To intensify the process of bio-oxidation of flotation concentrates, it is proposed to establish the pH of the pulp 1,6-1,8, to reduce foaming, it is recommended to use tributyl phosphate as a defoamer in the bioreactors of the flotation concentrates bio-oxidation, a new nutrient medium has been developed, the use of which significantly increases the economic efficiency of the Hydrometallurgical plant No. 3 of the SC Navoi MMC.

Key words: foaming, flotation concentrate, biotechnology, bacteria, gold sulfide concentrate, nutrient medium, biokek.

Одной из важных проблем горнодобывающих стран мира является разработка новых эффективных и экологически чистых технологий переработки минерального сырья и создание малоотходных или безотходных производств в металлургической промышленности. Особое место принадлежит биогеотехнологии металлов или биогидрометаллургии, возникшей на основе новейших достижений микробиологии, химии и гидрометаллургии и использующей микроорганизмы для извлечения металлов из руд, концентратов, отвалов, отходов растворов и промышленных сточных вод металлургических предприятий. В последнее время биогидрометаллургия считается одним из перспективных направлений гидрометаллургии, характеризующаяся не только экономической эффективностью, но и высокой экологичностью при переработке некондиционных руд различных отвалов. Биотехнология заменяет традиционные экологически небезопасные пирометаллургические технологии, используемые в ряде горнорудных предприятий. В перечне стран, использующих биогидрометаллургические методы

извлечения цветных, благородных и редких металлов, можно отметить такие как ЮАР, Австралия, США, Канада, Россия, Гана, Испания, Польша, Болгария, Чили, Аргентина, Китай и многие другие (1, 2).

Одним из основных направлений биогидрометаллургии является биоокисление труднообогатимых золотосульфидных концентратов, переработка которых классическими способами нерентабельна (3, 4).

Впервые в промышленном масштабе биотехнология переработки упорных золотосодержащих концентратов по технологии биоокисления BIOX® была внедрена в 1986 г. на золотом руднике Fairview в ЮАР.

Процесс показал высокую экономическую эффективность и надежность, и в настоящее время в мире существует 18 производств (ЮАР, Австралия, Гана, Китай, Россия, Казахстан, Узбекистан), из которых только в Китае 8 успешно работающих золотоизвлекательных заводов. Общая производительность по концентрату превышает 7500 t/d. В процессе биоокисления золотомышьяковых концентратов

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



Сагдиева М.Г.
главный научный сотрудник
лаборатории биотехнологии
и гидрометаллургии ГП
«Институт минеральных
ресурсов» д.б.н.





развиваются ацидофильные ассоциации различных видов бактерий в зависимости от химического и минералогического составов концентратов при температуре в пределах 40-50°C.

Проблема переработки золотосульфидных руд и концентратов актуальна и для Республики Узбекистан, так как большинство золотосодержащих месторождений республики характеризуются золотосульфидными рудами. За исключением уникального месторождения Мурунтау и некоторых отработанных месторождений (Пирмираб, Гузаксай, Каульды), практически все остальные крупные золотосодержащие месторождения, такие как Кокпатас, Даугызтау, Зармитан, Марджанбулак, Кочбулак, Амантайтау и мелкие месторождения Сармич, Биран и другие относятся к золотосульфидным. В связи с этим с 1977 г. в Республике Узбекистан интенсивно проводятся исследования по разработке биотехнологии переработки упорных золотосульфидных концентратов (5-8).

Для переработки сульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау в 2008 г. в Навоийском горно-металлургическом комбинате (НГМК) на Гидрометаллургическом заводе № 3 (ГМЗ-3) в Учкудуке введена в эксплуатацию первая линия биоокисления флотоконцентрата сульфидных руд месторождения Кокпатас по технологии BIOX, запатентованной Южно-Африканской компанией BIOMINE. С 2011 г. а ГМЗ-3 работает на полную проектную мощность и перерабатывает сульфидные золотомышьяковые концентраты руд месторождения Кокпатас и Даугызтау в соотношении 1:1.

Элементный состав флотоконцентратов, полученных из руд месторождений Даугызтау и Кокпатас и их смеси представлены в таблице 1.

Данные табл. 1 показывают, что концентрат месторождения Даугызтау является более упорным, чем концентрат

месторождения Кокпатас, причем не только по содержанию сульфидных минералов (серы сульфидной в флотоконцентрате Даугызтау 25,25%, в флотоконцентрате Кокпатас – 17,05%), но и по содержанию углерода органического: в флотоконцентрате Даугызтау - 2,23%, в то время как в флотоконцентрате Кокпатаса – 1,72%.

В соответствии с принципиальной схемой переработки сульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау, золотосодержащий сульфидный концентрат подается в реакторы вместе с компонентами питательной среды, необходимыми для развития жизнедеятельности ассоциации железо- и серуоксиляющих бактерий. Для активного биоокисления флотоконцентрата важными факторами являются температура, величина pH пульпы. В связи с тем, что процесс биовыщелачивания является экзотермическим, для поддержания активной биомассы необходима постоянная температура 41-43°C, которая регулируется специальными регистрами с охлаждающей водой. Значение pH пульпы регулируется в пределах 1,2 - 1,4 с добавлением раствора известняка. Процесс биоокисления флотоконцентрата протекает в течение 4 суток. Далее биокек промывается от солей железа, мышьяка и других элементов в растворе на стадии противоточной декантации (ПТД), нейтрализуется и подается на стадию защелачивания, после которой направляется в процесс сорбционного цианирования.

Основными причинами низкой окисляемости флотоконцентратов являются низкая окислительная активность ацидофильной ассоциации геохимически активных микроорганизмов, пенообразование, вследствие которого происходит значительная потеря золота, и образование гипса, который с одной стороны увеличивает твердую фазу, чем снижает содержание золота в твердой фазе, с другой – гипс осаждается на стенках реакторов, что требует постоянной очистки реакторов и приостановки технологического процесса во всех реакторах модуля.

Для выяснения причин низкой окислительной активности ацидофильной ассоциации геохимически активных микроорганизмов проведен анализ численности железо- и серуоксиляющих бактерий в биореакторах активного модуля № 2 и пассивного модуля № 4 первой цепочки технологического процесса ГМЗ-3. Был проведен рассев жидкой фазы пульпы на три типа питательных сред: среду 9К для железооксилирующих бактерий (*Acidithiobacillusferrooxidans* различных видов рода *Leptospirillum*), среду Ваксмана для серуоксилирующих бактерий (*Acidithiobacillusthio-oxidans*) и среду для умеренно термофильных железо- и серуоксилирующих бактерий (*Sulfobacillusthermosulfidooxidans*). Максимальное количество бактерий было обнаружено на среде для умеренно термофильных бактерий *Sulfobacillusthermosulfidooxidans* рис. 1.

На рис. 2. представлена ацидофильная ассоциация ГМЗ-3, выделенная из пульпы реактора № 12 модуля на среде 9К, в состав которой входят железооксилирующие бактерии *Acidithiobacillusferrooxidans* различные виды рода *Leptospirillum*.

Численность жизнеспособных клеток перечисленных выше видов бактерий представлена в табл. 2 и 3, данные

Таблица 1

Элементный состав флотоконцентратов сульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау

Наименование элементов	Содержание, %		
	Флото-концентрат Кокпатаса	Флото-концентрат Даугызтау	Соотношение 1:1
Железо общее	19.0	22.4	20.7
Железо сульфидное	17.3	20.5	18.9
Мышьяк сульфидный	3.4	5.85	3.63
Сера сульфидная	17.05	25.25	21.12
Сера сульфатная	0.4	0.47	0.68
Кальций	2.0	0.83	1.47
Магний	2.0	1.15	1.58
Сурьма	0.15	0.97	0.56
Медь	0.031	0.044	0.038
Цинк	0.034	0.047	0.41
Никель	0.026	0.028	0.027
Углерод орг.	1.72	2.23	1.98
Золото, g/t	15.5	27.0	23.8
Серебро, g/t	12.5	39.5	26.0



Рис. 1. *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*, выделенный из реактора № 6: 2 модуля. Увел. 10x100. Размер клеток 0,6-0,8x1,7-1,9 мкм

которых показывают, что численность жизнеспособных клеток в биореакторах активного 2 модуля на 2-4 порядка выше, чем в биореакторах 4 пассивного модуля по общему количеству клеток. Относительно невысокий титр железо- и сероокисляющих клеток, способных окислять железо, серу и ее восстановленные соединения при температуре 28-32°C (мезофильных) и 43-50°C (умеренные термофильных), а также восстановленные формы серы (мезофильные), определенных в пробах, отобранных из различных биореакторов цеха биоокисления флотоконцентратов, связан, на наш взгляд, в первую очередь, с временем между отбором проб и проведением посевов и колебанием температур во время доставки проб в Ташкент. К тому же, процесс биоокисления флотоконцентратов, осуществляемый в цехе ГМЗ-3, проходит в режиме непрерывного культивирования и выщелачивания в условиях хемостата.

Известно, что численность клеток в условиях хемостата находится в прямой зависимости от режимов культивирования, особенно скорости прохождения среды через раствор. Любые изменения в условиях для жизнедеятельности клеток, а к таким изменениям относится периодическое культивирование, которое происходит при отборе проб, приводит к резкому уменьшению их количества, что также отражается на результатах их анализа.

В наибольшей степени эти факторы сказываются на численности клеток умеренных термофилов. Приведенные в табл. 2 и 3 данные свидетельствуют о том, что, несмотря на вышеприведенные негативные факторы, в биореакторах титр умеренных термофилов превышает число мезофильных на 2-3 порядка. Наибольшее количество клеток умеренных термофилов обнаружено, как и следовало ожидать, во вторичных реакторах № 4-6. По данным табл. 2 и 3 видно, что практически 70-80% сульфидных минералов окисляется в первичных биореакторах под действием железоокисляющих бактерий, а во вторичных реакторах происходит доокисление сульфидных минералов и окисление различных восстановленных форм серы.

Причиной низкого окисления сульфидных минералов связано с низкой окислительной активностью микроорганизмов, о чем свидетельствует численность железо- и серо-

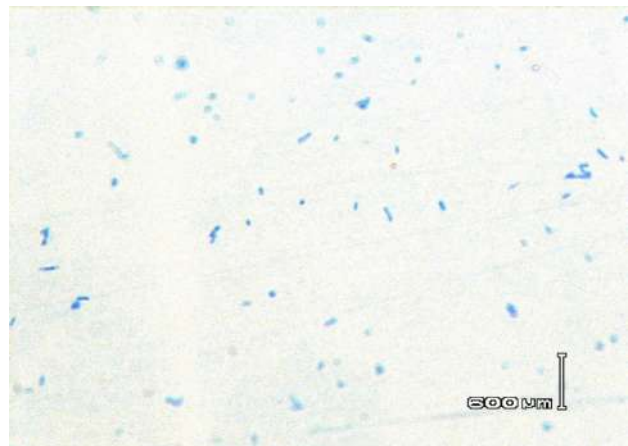


Рис. 2. Ацидофильная ассоциация ГМЗ-3, выделенная из пульпы реактора № 1: 2 модуля на среде 9К. Метиленовый синий. Увел. 10x100. Размер клеток 0,4-0,6x1,4-1,6 мкм

окисляющих бактерий. Заметное уменьшение концентрации трехвалентного железа в пульпе 4, 5 и 6 реакторов свидетельствует об образовании гипса, что отрицательно сказывается на технологическом процессе.

Проведены исследования по выяснению причин обильного пенообразования в биореакторах - влияние остатков флотореагентов на пенообразование и на жизнедеятельность ацидофильной ассоциации железо- и сероокисляющих бактерий.

В результате проведенных исследований показано, что остатки флотореагентов не оказывают влияние на рост и развитие микроорганизмов, но являются одной из причин обильного пенообразования. После тщательной промывки флотоконцентрата при соотношении Т:Ж=1:5 даже визуально видно остаточное содержание флотореагентов, что способствует впоследствии обильному пенообразованию в первичных реакторах.

Биоокисление промытого флотоконцентрата происходит гораздо активнее, чем исходного флотоконцентрата, отобранного из делителя потока (ДП), что свидетельствует о незначительном ингибировании окислительной активности ацидофильной ассоциации железо- и сероокисляющих бактерий. Следует отметить, что остатки флотореагентов способствуют сильному пенообразованию, что негативно сказывается на технологическом процессе окисления флотоконцентратов.

Однако, следует отметить, что тонко вкрапленное золото в углистой части биокека остается упорным и переходит вместе с биокеком на последующие стадии технологического процесса.

Обильное пенообразование наблюдается также при защелачивании пульпы известняком. По технологическому регламенту ГМЗ-3 оптимальной является pH – 1,2-1,4.

При снижении величины pH ниже 1,2 когда наблюдается активное окисление сульфидных минералов и в первичных реакторах концентрация железа достигает 30,0-40,0 г/л, общее количество клеток составляет 10^{7-8} кл/мл, численность умеренных термофилов – 10^{6-8} кл/мл, а железоокисляющих и сероокисляющих – 10^{2-4} кл/мл. Такая концентрация железа



Таблица 2
Влияние различных концентраций хлора на развитие активной ассоциации железобактерий на среде 9К в динамике роста

Сроки инкубации, h	Концентрация хлора, mg/l	Концентрация железа, g/l			pH	Титр клеток, kl/ml
		Fe ³⁺	Fe ²⁺	Fe ^{общ}		
0	Контроль	0,82	7,59	8,41	1,80	2,5x10 ⁶
	100,0	0,84	7,58	8,42	1,85	2,5x10 ⁶
	250,0	0,82	7,58	8,40	1,85	2,5x10 ⁶
	500	0,81	7,59	8,40	1,90	2,5x10 ⁶
	1000	0,82	7,59	8,42	1,88	2,5x10 ⁶
	1500	0,81	7,60	8,41	1,84	1,3x10 ⁶
	3000,0	0,80	7,63	8,43	1,90	1,3x10 ⁶
16	Контроль	3,59	4,79	8,38	1,92	2,5x10 ⁷
	100,0	3,58	4,77	8,35	1,90	2,5x10 ⁷
	250,0	3,59	4,79	8,38	1,89	6,0x10 ⁶
	500	3,36	4,74	8,40	1,94	6,0x10 ⁶
	1000	2,96	5,45	8,41	1,90	2,5x10 ⁶
	1500	1,92	6,47	8,39	1,87	6,0x10 ⁵
	3000,0	0,91	7,46	8,37	1,85	1,3x10 ⁴
24	Контроль	5,84	2,52	8,36	2,05	6,0x10 ⁸
	100,0	5,84	2,52	8,36	2,05	2,5x10 ⁸
	250,0	5,88	2,56	8,34	2,02	6,0x10 ⁷
	500	5,63	2,72	8,35	2,08	2,5x10 ⁷
	1000	3,93	4,41	8,34	2,06	1,3x10 ⁷
	1500	1,96	6,32	8,28	1,99	6,0x10 ⁵
	3000,0	1,23	7,14	8,37	1,94	2,5x10 ⁴
40	Контроль	8,37	-	8,37	2,19	2,5x10 ⁹
	100,0	8,36	-	8,36	2,04	1,3x10 ⁹
	250,0	8,35	-	8,35	2,12	6,0x10 ⁸
	500	8,36	-	8,36	2,13	2,5x10 ⁸
	1000	6,20	2,17	8,37	2,09	6,0x10 ⁷
	1500	3,11	5,27	8,38	2,00	1,3x10 ⁵
	3000,0	1,62	6,63	8,25	1,99	6,0x10 ⁴
44	Контроль	8,30	-	8,30	2,15	2,5x10 ⁹
	100,0	8,32	-	8,32	2,12	1,3x10 ⁹
	250,0	8,33	-	8,33	2,14	1,3x10 ⁹
	500	8,30	-	8,30	2,13	1,3x10 ⁹
	1000	6,46	1,90	8,36	2,09	1,3x10 ⁸
	1500	4,76	3,58	8,34	2,07	1,3x10 ⁶
	3000,0	2,29	5,92	8,21	2,01	2,5x10 ⁴
48	Контроль	8,18	-	8,18	2,15	6,0x10 ⁸
	100,0	8,23	-	8,23	2,12	2,5x10 ⁸
	250,0	8,28	-	8,28	2,14	6,0x10 ⁸
	500	8,18	-	8,18	2,09	2,5x10 ⁹
	1000	7,21	0,94	8,15	2,11	6,0x10 ⁷
	1500	5,21	2,98	8,19	2,00	2,5x10 ⁷
	3000,0	2,99	5,20	8,19	2,09	6,0x10 ⁵

свидетельствует об активном окислении сульфидов в первичных биореакторах, которое достигает 60-80%.

В этот период проводится защелачивание пульпы известняком. Полученные данные показывают, что в первичных биореакторах обеих модулей концентрация железа варьирует от 29,2 до 40,4 г/л.

В то же время практически во всех вторичных биореакторах концентрация железа уменьшается почти в 1,5 раза. Такая картина характерна практически для многих биореакторов модулей цеха биоокисления флотоконцентрата. Повидимому, уменьшение концентрации железа, связано с образованием гидроокислов, которые так же осаждаются и объединяются с биокеком, что негативно сказывается на плотности пульпы.

Анализ данных, полученных по биоокислению флотоконцентрата, свидетельствует о том, что при защелачивании пульпы известняком в первичных реакторах вместе с увеличением pH пульпы образуется гипс, который одновременно приводит к образованию гидроокиси железа (гидроокись осаждается), которые вместе с биокеком далее проходят все вторичные реакторы и затем все последующие стадии технологического процесса ГМЗ-3. Все эти реакции приводят к снижению содержания золота в биокеке, что ухудшает технологические показатели ГМЗ-3.

В период обильного пенообразования в биореакторах используется пеногаситель трибутилфосфат (ТБФ). В связи с этим, были проведены эксперименты по влиянию различных концентраций ТБФ на рост и развитие железобактерий.

Как показывают опыты, ингибирующее воздействие ТБФ оказывает при концентрации 0,01 г/л (пороговая концентрация – 0,005 г/л). На основании полученных данных можно полагать, что ТБФ может быть использован в качестве пеногасителя в биореакторах цеха биоокисления флотоконцентратов ГМЗ-3.

Известно, что хлор оказывает ингибирующее действие на многие виды микроорганизмов. Учитывая, что в составе золотосульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау достаточное количество хлора, были проведены исследования по изучению влияния различных концентраций хлора на активную ассоциацию железобактерий на среде Сильвермана-Люднгрена, в которую

Таблица 3

Действие хлора на численность геохимически активных микроорганизмов при культивировании на средах с флотоконцентратом при температуре 41°C

Время культивирования, d	Концентрация хлора, mg/l											
	Контроль			500,0			1000,0			1500,0		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	1,3x10 ²	2,5x10 ¹	2,5x10 ⁴	2,5x10 ²	6,0x10 ¹	2,5x10 ⁴	1,3x10 ²	6,0x10 ¹	1,3x10 ³	2,5x10 ¹	1,3x10 ¹	1,3x10 ²
4	2,5x10 ³	6,0x10 ²	6,0x10 ³	2,5x10 ³	1,3x10 ²	6,0x10 ³	6,0x10 ³	1,3x10 ²	2,5x10 ⁴	1,3x10 ²	6,0x10 ¹	6,0x10 ¹
8	1,3x10 ⁴	1,3x10 ²	1,3x10 ⁶	2,5x10 ³	1,3x10 ³	6,0x10 ³	2,5x10 ³	2,5x10 ²	2,5x10 ⁵	2,5x10 ²	6,0x10 ¹	2,5x10 ⁴
12	6,0x10 ⁴	6,0x10 ³	6,0x10 ⁶	2,5x10 ⁴	1,3x10 ⁴	6,0x10 ⁶	1,35x10 ³	6,0x10 ²	6,0x10 ⁵	6,0x10 ²	1,3x10 ²	6,0x10 ⁴

Примечание: 1 – железобактерии, 2 – серобактерии, 3 – умеренно термофильные бактерии



добавляли по 100,0 mg/l; 250,0; 500,0; 1000,0 и 1500,0 mg/ml хлора. Посевной материал составляет 20:80, исходный титр клеток - $2,5 \times 10^6$ kl/ml.

Как видно из данных табл. 2, активность исследуемой ацидофильной ассоциации железобактерий достаточно высокая – в контрольном варианте и в вариантах с 100,0-500,0 mg/l все железо было окислено менее, чем за 40 h, т.е. концентрации хлора от 100,0 до 500,0 mg/l практически не оказывают ингибирующего действия на развитие и окислительную активность железобактерий.

В варианте опыта с концентрацией хлора 1,0 g/l полное окисление железа наблюдается только за 48 h. На развитие и рост железобактерий ингибирующее действие оказывают концентрации 1,0 и 1,5 g/l хлора, при концентрации 3,0 g/l роста клеток не наблюдается.

Следующая серия экспериментов была проведена на средах с флотоконцентратом, полученном из руд месторождений Кокпатас и Даугызтау, при соотношении Т:Ж, равном 1:10 с добавлением хлора (500, 1000 и 1500 mg/l). Опыты проводились на термостатированной качалке при температуре 41°C, 180 об/мин, величине pH 1,6-1,8.

Из полученных данных, концентрация хлора 500 mg/l практически не оказывает ингибирующего действия на все три группы микроорганизмов: железобактерий, серобактерий и умеренно термофильных бактерий. Незначительное ингибирующее воздействие наблюдается при концентрации хлора 1000 mg/l. Численность бактерий снижается не более чем на один порядок.

Следует отметить, что при концентрации хлора 1500,0 mg/l наблюдается ингибирующее действие на численность железобактерий и серобактерий. По данным таблицы активность исследуемой ацидофильной ассоциации железобактерий достаточно высокая в контрольном варианте и в вариантах с 100,0 и 500,0 mg/l, все железо было окислено менее, чем за 40 h, т.е. концентрации хлора от 100,0 до 500,0 mg/l практически не оказывают ингибирующего действия на развитие и окислительную активность железобактерий.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов показано, что концентрация хлора 500,0 mg/l не оказывает ингибирующего воздействия как на численность бактерий, так и их окислительную активность, что, несомненно, должно учитываться при биоокислении флотоконцентратов, полученных из руд месторождений Кокпатас и Даугызтау на ГМЗ-3.

Другим аспектом технологии бактериального выщелачивания является наличие в пульпе бактериальных клеток, активно прикрепленных к сульфидным минералам и осуществляющих прямое окисление сульфидов. Их количество колеблется в пределах 10^4 – 10^7 kl/g, они обнаруживаются на всех стадиях процесса биовыщелачивания и промывки.

Следует отметить, что применяемая на ГМЗ-3 схема промывки биокека приводит к тому, что часть бактериального раствора удерживается твердой фазой, что также приводит к увеличению числа бактериальных клеток в про-

мытых кеках. Все вышеприведенные обстоятельства сказываются негативным образом при дальнейших технологических операциях защелачивания кеков. Введение сначала извести, а затем щелочных растворов цианидов приводит к гибели и разрушению бактериальных клеток и переходом их содержимого в раствор. Начинают происходить химические реакции с реакционно способными соединениями серы (окисление, образование полиотионатов), в том числе, ведущие к образованию роданидов за счет реакции с поступающим циан-ионом. Все эти процессы приводят к проблемам сорбции золота на активированный уголь, что, в свою очередь, затрудняет проведение десорбции золота и может привести к снижению качества конечной продукции.

Для интенсификации технологического процесса на ГМЗ-3 были проведены исследования по подбору оптимальных питательных сред для биоокисления флотоконцентрата. В результате проведенных научно-исследовательских работ диаммоний фосфат и сульфат калия, экспортируемые из Российской Федерации (Гурьевский завод), были заменены на местные реагенты – аммофос и сульфат калия, выпускаемые АО «Максам-Чирчик» (9, 10).

Разработанная новая питательная среда интенсифицирует процесс окисления флотоконцентрата, не уступает производственной среде, используемой на стадии биоокисления флотоконцентратов на ГМЗ-3, что имело основание рекомендовать ее для внедрения не только при биовыщелачивании флотоконцентратов на ГМЗ-3, но и в процессах кучного выщелачивания с использованием микроорганизмов. Разработанная новая питательная среда была внедрена в технологическом процессе ГМЗ-3 и получена высокая экономическая эффективность.

Одним из возможных путей интенсификации процессов окисления сульфидных минералов флотоконцентратов (более полного окисления сульфидной серы) является увеличение времени стадии биоокисления введением дополнительного реактора, проведение дополнительного подсева микроорганизмов, способных активно окислять восстановленные соединения серы, и после промывки окисление остаточной восстановленной серы окислением кислородом воздуха за счет активного перемешивания пульпы воздухом при pH раствора выше 8 с соответствующей коррекцией pH щелочными растворами, или введением в пульпу, наряду с воздухом, химических окислителей, таких как перекись водорода или соединения марганца.

Использование предлагаемых методов интенсификации процессов биоокисления концентрата позволит ликвидировать негативные факторы и увеличить сквозное извлечение золота на ГМЗ-3.



Библиографический список:

1. M.E. Clark, J. Batty, C. van Buuren, D. Dew and M. Eamon Biotechnology In Minerals Processing: Technological Breakthroughs Creating Value // Proceedings of 16th International Biohydrometallurgy Symposium, Cape Town, South Africa, 25-29 September 2005, p. xvii-xxiv.
2. Rawlings D.E., Dew D., Plessis C. Biomineralization of metal-containing ores and concentrates // Trends Biothechnol. 2003. Vol.21. N 1. p.38-44.
3. Каравайко Г.И. Биотехнология металлов // Экология микроорганизмов /Под ред. Нетрусова А.И. М. Изд. центр «Академия». 2004. с. 199-220.
4. Совмен В.К., Гуськов В.Н., Белый А.В., Кузина З.П., Дроздов С.В., Савушкина С.И., Майоров А.М., Закревский М.П. Переработка золотосодержащих руд с применением бактериального окисления в условиях Крайнего Севера Новосибирск, «Наука», 2007, 144 с.
5. Кучерский Н.И. Основные направления развития производства на Навоийском горно-металлургическом комбинате // Горный журнал РФ, 2002, Спец. выпуск, с. 4-12.
6. Санакулов К. и Сагдиева М.Г. Биогидрометаллургия в Республике Узбекистан: состояние, проблемы и перспективы развития. // Горный вестник Узбекистана. № 60, 1, 2015. с.3-5.
7. Садыков А.С., Сагдиева М.Г., Кахаров А.К. Роль биотехнологии в создании безотходного производства в золотодобывающей промышленности // Сборник докладов Международной конференции ЕЭК ООН по малоотходным и безотходным технологиям, Ташкент, 1984, с. 184-160;
8. Сагдиева М.Г. Основные направления исследований по микробиологическому выщелачиванию золота // Сборник «Материалы совещания по безотходной технологии в золотодобывающей промышленности», «ДСП», Ташкент, «ФАН», 1984, с. 32-49.
9. Мустакимов О.М., Мавжудова А.М., Черкасова Г.В., Сагдиева М.Г., Подбор оптимальной питательной среды для биоокисления флотационного концентрата // Горный вестник Узбекистана, № 4 (51), 2012, с. 58-61.
10. Мустакимов О.М., Сагдиева М.Г., Магбулова Н.А., Мирталипов Д.Я., Цой А.В. Развитие биогидрометаллургии золота в Республике Узбекистан // Горный вестник Узбекистана, № 2 (57), с.84-88.

УВАЖАЕМЫЙ КУВАНДИК САНАКУЛОВИЧ!



Мне доставляет огромное удовольствие сердечно поздравить Вас и весь коллектив Навоийского горно-металлургического комбината с 60-летием со дня образования!

Нынешний юбилей - это достойный гордости путь становления и развития славного предприятия, наполненный огромным историческим и производственным содержанием, трудовыми победами и завоеваниями.

В осуществляемых по инициативе главы нашего государства новых масштабных экономических преобразованиях, направленных на интенсивное развитие экономического и экспортного потенциала республики велика роль Навоийского горно-металлургического комбината.

Нам отродно отметить, что 8% республиканского бюджета формируется посредством налоговых поступлений от НГМК, этот же показатель по Навоийской области равен 76%. Доходы, поступающие в Государственный бюджет от НГМК сравнимы с доходами таких индустриально развитых регионов Узбекистана, как Ташкентская, Кашкадарьинская области, или же Джизакской, Наманганской, Сырдарьинской и Хорезмской областей вместе взятых.

Можно с уверенностью говорить, что 60 лет надежной и стабильной работы флагамена отечественной индустрии - это свидетельство трудолюбия и высокого мастерства рабочих, специалистов и руководителей НГМК.

Ваш комбинат занимает в экономике Узбекистана уникальное место, являясь крупнейшим центром добычи полезных ископаемых, школой передового опыта и кузницей профессиональных кадров.

Уверены, что и сегодня труженики Государственного Предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат» настроены на новые планы, высокие цели и успешное выполнение поставленных задач на основе многолетнего богатого опыта, профессионализма и сплоченности коллектива.

От имени Государственного налогового комитета желаю Навоийскому горно-металлургическому комбинату дальнейшего развития, успешной реализации проектов, а всем сотрудникам и ветеранам - людям мужественной профессии, - здоровья, счастья, благополучия и новых свершений в труде, столь важном для процветания нашей любимой Родины!

**И.о. председателя государственного
налогового комитета Республики Узбекистан Мусаев Б.**



УДК 622.7.765.2

© Донияров Н.А., Тагаев И.А. 2018г.

АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ МИКРОФЛОРОЙ АКТИВНОГО ИЛА

Мақолада камбағал фосфоритлар ва шламларни фаол ил микрофлораси ёрдамида биотехнологик деструкция қилиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича маълумотлар келтирилган. Бу усул иқтисодий жиҳатдан истиқболли бўлган, ҳозирги замон нуқтаи назаридан қараганда, оқова чиқиндиларни биокимёвий ишлов натижасида паст навли фосфоритлардан қўшимча қимматбаҳо компонентларни бойитиб, комплекс органоминерал ўғитлар олиш имконини беради.

Таянч иборалар: Фосфорит рудаси, спектрал анализ, минералогик таркиби, фаол ил, минерал ўғит, кимёвий таркиб, шлам, биотехнологик қайта ишлаш, гумин моддалар.

The article presents data on the development of biotechnological method for the destruction of low-grade phosphorites and sludge microflora of active sludge, which is possible to create a new technology, and economically promising from the point of view of existing biochemical wastewater treatment plants that will enrich low-grade phosphorites with additional valuable components for obtaining complex organic-mineral fertilizers.

Key words: Phosphorite ore, spectral analysis, mineralogical composition, active sludge, mineral fertilizer, chemical composition, sludge, biotechnological processing, humic substances.

Фосфориты Кызылкума сложены в основном фосфатизированными фаунистическими остатками, скрепленными тонкозернистым кальцитовым цементом [1].

Изотропный и слабокристаллизованный фосфат с точечными включениями кальцита заполняет внутренние полости их раковин. Реликтовый кальцит, сохранившийся от замещения фосфатом, иногда слагает также оболочку и внутренние перегородки раковин. В научно-технической литературе такой кальцит, находящийся внутри фосфатных образований, называют «эндокальцитом», а слагающий цемент породы «экзокальцитом». Третья форма карбоната кальция встречается в виде изоморфно входящей в кристаллическую решетку фосфатного минерала. Цементация часто непрочная, многие фосфориты легко дезинтегрируются при механическом воздействии, особенно после размачивания в воде. Среди органических остатков в небольшом количестве присутствует первичнофосфатный материал – зубы акул, позвонки и мелкие (несколько миллиметров) обломки костей морских животных. Цементом фосфоритов служит мелкозернистый кальцит с примесью глинистого и фосфатно-глинистого материала. Главный фосфатный минерал-франколит (фторкарбонатапатит) и кальцит слагают руды на 80-90 % (табл. 1.) [2].

Результаты минералогического изучения зернистых фосфоритовых руд свидетельствуют об образности их состава (табл. 2).

Донияров Н.А.,
декан химико-металлургического факультета НГПИ, к. т. н, доцент.



Тагаев И.А.,
доцент кафедры «Химическая технология» НГПИ, к. с-х. н



Необходимо отметить, что отличительной особенностью Кызылкумских фосфоритов является их высокая степень карбонатности, концентрация CO_2 в некоторых пластах достигает 27 % и более.

Примененный нами, новый метод биотехнологической переработки основан на способности некоторых видов микроорганизмов в определённых условиях использовать загрязняющие вещества в качестве источника питания. Множество микроорганизмов, составляющих активный ил биологического очистного сооружения, находясь в сточной жидкости, поглощает загрязняющие вещества внутрь клетки, где они под воздействием ферментов подвергаются биохимическим превращениям [3].

Целью исследований было изучение возможности микроорганизмов активного ила для своего роста и развития использовать углерод карбонатов в составе кальцита.

Объектом исследования служила фосфоритовая руда Джерой-Сардаринского месторождения со следующим химическим составом (табл. 3) [4]:

Химический состав франколита, %

Таблица 1

Минерал	P_2O_5	CaO	F	Cl	FeO	BaO	SO_3	H_2O
Франколит	42,1	55,4	1,2	2,3	0,04	0,10	0,03	0,6



Таблица 2

Минералогический состав фосфоритов Центральных Кызылкумов

Наименование минералов	Химическая формула	Содержание, %	Наименование минералов	Химическая формула	Содержание, %
Франколит	$Ca_5(F, Cl, OH) * (PO_4)_3$	56,0	Гипс	$Ca_2SO_4 * 2H_2O$	3,5
Кальцит	$CaCO_3$	22,5	Гётит	$Fe_2O_3 * H_2O$	1,0
Фторапатиты и гидроксил-апатиты	$Ca_4(CaF)(PO_4)_3$ $Ca_4(CaOH)(PO_4)_3$	4,0	Цеолиты	Тетраэдрич. фрагменты SiO_4 и AlO_4	меньше 1,0
Кварц	SiO_2	7,5-8,0	Органическое вещество	Оксалаты	Около 0,5
Гидрослюдистые минералы и полевые шпаты	$K_2O * Al_2O_3 * 6SiO_2$ (Na, Ca, Ba)	4,0-4,5	Сумма редких элементов	РЗЭ	0,03

Таблица 3

Химический состав фосфоритов Центральных Кызылкумов

№ пп	Наименование соединений	содержание элементов, %
1.	P_2O_5	8,0-12,0
2.	Al_2O_3	1,5-3,0
3.	SiO_2	6,0-8,0
4.	CaO	42-48,1
5.	MgO	2,5-3,5
6.	Fe_2O_3	0,6-0,8
7.	R_2O	0,9-1,4
8.	CO_2	8-15
9.	Фтор	1,8-3,2
10.	SO_3	2,5- 3,5
11.	U	0,003-0,008
12.	Сумма РЗЭ	0,04-0,089
13.	H_2O	10,0
14.	Нераств.остаток	8,0-8,2

В связи с вышеизложенным, в Навоийском государственном горном институте, были проведены лабораторные исследования, по выщелачиванию различных элементов из низкосортных фосфоритов Джерой-Сардаринского месторождения. Работа проводилась с применением аэробных видов нейтрофильных микроорганизмов, активного ила станции биохимической очистки АО «НАВОИАЗОТ».

Микрофлору активного ила азротенков, из цеха биохимической очистки в виде жидкой фазы (Ж) смешивали с фосфоритом (Т) в соотношении Ж:Т=4:1. Опыты были выполнены в нескольких вариантах: в реакторах, имитирующих азротенки с применением воды, жидкой фазы и твердого остатка активного ила с компрессионной подачей воздуха и без подачи с непрерывным перемешиванием (табл. 4).

После бактериального выщелачивания в течение 14 дней, образцы жидкой и твердой фазы были направлены на анализ в ГУП «Узгеорангметлити» на проведение рентгено-флуоросцентного энергодисперсионного спектрального анализа, выполненного на приборе БРА-135F. Универсальный рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный спектрометр БРА-135F позволяет одновременно определять более двух десятков химических элементов за время не превышающее 300 сек. в широком диапазоне концентраций, начиная от сотен ppb. БРА-135F анализирует образцы в твердом, порошкообразном, жид-

Таблица 4

Варианты опытов по фосфоритовой руде и шламу

Наименов. вариантов	Соотнош. Т:Ж	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант
Фосфоритовая руда (ФР)	1:4	Вода + ФР	АИ + ФР (ж.ф.)	АИ(тв.ост.)+ФР	АИ(ж.ф.) +ФР+O ₂	АИ(тв.ост.) +ФР+O ₂
Фосфоритовый шлам (Ш)	1:4	6 вариант	7 вариант	8 вариант	9 вариант	10 вариант
		Вода + Ш	АИ + Ш (ж.ф.)	АИ (тв.ост.)+Ш	АИ(ж.ф.) +Ш+O ₂	АИ(тв.ост.) +Ш+O ₂



Таблица 5

**Химический состав активного ила из цеха № 56, станции
биохимической очистки АО «Навоиазот»**

Состав активного ила, %								
влага	органические вещества	азот	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	зола	сухая масса
95,38	2,99	0,12	0,14	0,01	0,17	0,02	1,41	4,67
В пересчёте на сухое вещество, %								
10,05	28,54	11,44	13,35	0,95	16,21	1,90	13,44	44,26

ком состояниях, а также нанесенные на поверхность или осажденные на фильтры.

При обработке руды и шлама фосфоритов активным илом в жидкой фазе твердого осадка исходили из условий выращивания микроорганизмов в оптимальных условиях, т.е. для аэробных микроорганизмов были сконструированы реактора, имитирующие по своей конструкции аэротенки. В эти реактора при одинаковом соотношении на 2 литра жидкой фазы активного ила (АИ) загружали по 500 граммов фосфоритовой руды и шлама, т.е. составили соотношение твердого к жидкому Ж:Т=4:1.

Для определения формы фосфоритовых зерен и кристаллов кальцита был использован обычный световой микроскоп марки Celestron, где возможно при увеличении в 200 раз достигать получение не только обычных, но и стереоскопических снимков, меняя угол освещения.

Высокое содержание элементов питания в АИ подтверждает, что ил с городских, очистных сооружений содержал в процентах на сырой вес: N общий - 0,8; P₂O₅ - 0,9; K₂O - 0,4; нитратный азот - 6,4 mg/100; аммиачный азот - 457 mg/100; подвижный фосфор - 542 mg/100 г массы. В технологическом цикле очистки сточных вод получают различные типы осадков, которые по своим удобрительным качествам могут резко отличаться друг от друга. Колебания в содержании основных элементов питания в АИ составляет: по азоту 0,8-6 %, фосфору 0,6-5,6 %, калию 0,1-0,5 %. Примерно такие же данные приводят ученые США и Канады: азот 1,1-7,6 %, фосфор 1,3-8,0 %, калий 0,1-0,3 %. Несомненным достоинством АИ является высокое содержание органического вещества до 75 % [5].

Анализы активного ила и образцов активного ила с фосфоритами были выполнены в научно-исследовательском институте общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан.

Из табл. 5. видно, что сам по себе химический состав активного ила является достаточно богатым на содержание основных видов макроэлементов в виде нитратного азота-11,44 %, растворимого фосфорного ангидрида-13,35 %, окиси калия-0,95 %, растворимой формы окиси кальция-16,21 %, а также окиси магния-1,90 %, используемого растениями в виде микроэлементов.

По некоторым литературным источникам, избыточный активный ил может быть использован как самостоятельное органическое удобрение [5-7].

Из химических элементов, необходимых растениям, выделены 16 основных, являющихся *органогенами*: - С, O₂,

H₂, N₂; зольные элементы – P, K, Ca, Mg и S; микроэлементы – B, Mo, Cu, Zn, Co, Mn и Fe. Место одного элемента не может быть восполнено другим, потому что каждый из них выполняет отведенную ему конкретную физиологическую функцию. Микроэлементы это не случайные ингредиенты тканей и жидкостей живых организмов, а компоненты закономерно существующей очень древней и сложной физиологической системы, участвующей в регулировании жизненных функций организмов на всех стадиях развития. Среди 15 жизненно необходимых элементов девять являются катионами - это Ca²⁺, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺, Fe²⁺, Cu²⁺ и Co²⁺. Шесть других являются анионами или содержатся в сложных анионных группировках, - хлорид (Cl⁻), йодид (I⁻), фосфат (PO₄³⁻), сульфат (SO₄²⁻), молибдат (MoO₄²⁻) и селенит (SeO₃²⁻) [8]. Выделения микроорганизмов содержат целый комплекс органических соединений, состоящий из витаминopodobных веществ, гуминовых, абсцизовых, гибберелловых и других кислот, которые для растений играют роль стимуляторов роста и развития. Таким образом, наряду с выщелачиванием неорганических минералов в низкосортных фосфоритах микроорганизмами активного ила и их выделениями, они будут обогащаться дополнительными стимулирующими рост и развитие растений органическими соединениями и микроэлементами [9].

После обработки микрофлорой активного ила размер фосфоритовых зерен уменьшался в размерах до 20-35 мкм, приняв округлую или сферическую форму. Особенно интенсивное уменьшение размера фосфоритовых зерен отмечено при аэрации образца воздухом компрессора, т.е. применялся обычный для аэробной микрофлоры активного ила фактор.

Рентгено-флуоресцентный спектральный анализ образцов, обработанных активным илом, показал наличие в твердой фазе 25 элементов, в том числе элементов, относящихся к редким и рассеянным металлам. При анализе соединений фосфора результаты показали, что во всех образцах фосфор перешел в водорастворимую форму. Количество соединений кальция в твердой фазе варьировало в количестве от 19,5085 до 16,3235 mg/l, что говорит о частичном переходе соединений кальция в растворимую форму. Дополнительно к этому, содержание кальция в руде было выше (18,8715 мг/л), чем его содержание в составе шлама (17,8540 мг/л). Это обстоятельство говорит о частичном растворении соединений кальция водой в технологическом режиме. Количество соединений Fe

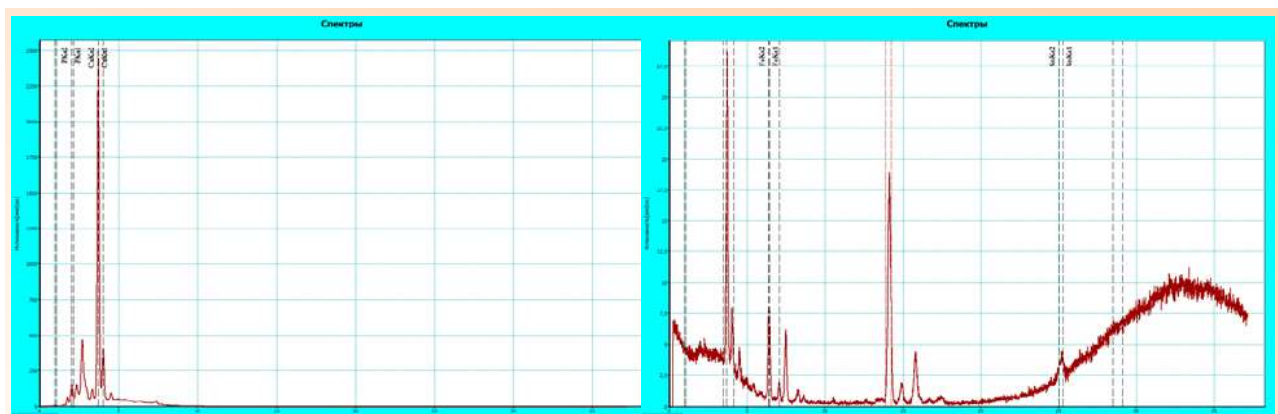


Рис. 1. Распределение легких и тяжелых элементов в спектре фосфоритовой руды.

в составе руды минимальны - 0,33982 мг/л, а в составе шлама увеличиваются до 1,46435 мг/л. Дополнительно к этому, при добавлении твердого остатка активного ила количество Fe в вариантах 5 и 10 возрастает и составляет 1,95435 и 2,50102 мг/л соответственно, т.е. происходит добавление Fe из активного ила. Из остальных микроэлементов, которые участвуют в физиологических реакциях живых организмов, количественное увеличение отмечено по Ti, Mn, Cu, Zn и частично Mo. Некоторое уменьшение количества элементов в твердой фазе отмечено в вариантах с ванадием. Здесь наблюдается неоднозначная картина. Если в фосфоритовой руде количество ванадия возросло с 0,0040 до 0,0045 мг/л, то в вариантах с фосфоритовым шламом произошло уменьшение его количества с 0,0045 до 0,0040 мг/л, т.е. под воздействием микрофлоры активного ила происходит частичное растворение ванадия в шламах, а в составе руды ванадий возможно находится в нерастворимой форме. Похожие результаты отмечены с Ni, Ag, Sb, Ba и Pb.

По остальным элементам - Cr, Co, Ga, Ge, Ni и W, достоверных изменений не отмечено. На рис. 1, 2 и 3 показаны спектры распределения легких и тяжелых элементов в фосфоритовой руде, фосфоритовом шламе и вариантах 5 с АИ (тв.ост.) +ФР+O₂.

Таких микроэлементов в составе растений определено более 75, к которым относятся макро-, микро- и ультрамикроэлементы. При небольшом содержании в осадке водорастворимого аммония, часть его, связанная с органическим веществом, представляет собой источник, медленно поставляющий азот, который могут полнее использовать растения с длительным вегетационным периодом.

Содержащийся в активном иле фосфор, соответствует по характеру растворимости и положительно влияет на рост растений, а извлекаемый из фосфоритов также соответствует ему. Осадок сточных вод (ОСВ) содержит основные элементы питания растений, в особенности N и P, микроэлементы (Zn, Si, Mo, Mn), улучшает физические свойства почвы, структуру, водоудерживающую способность, влагоперенос [2].

В результате отсортировки фосфоритной руды с содержанием P₂O₅ ниже 12-15 %, осуществляемой непосредственно в процессе добычи, большое её количество складывается как отход, непригодный для производства удобрений. На сегодняшний день объём таких отходов составляет более 6 млн. т, и количество таких неиспользуемых некондиционных фосфоритов растёт из года в год.

Лабораторные опыты по обогащению низкосортной фосфоритовой руды и отходов фосфоритов в виде шламов в реакторах, имитирующих аэротенки очистных сооружений

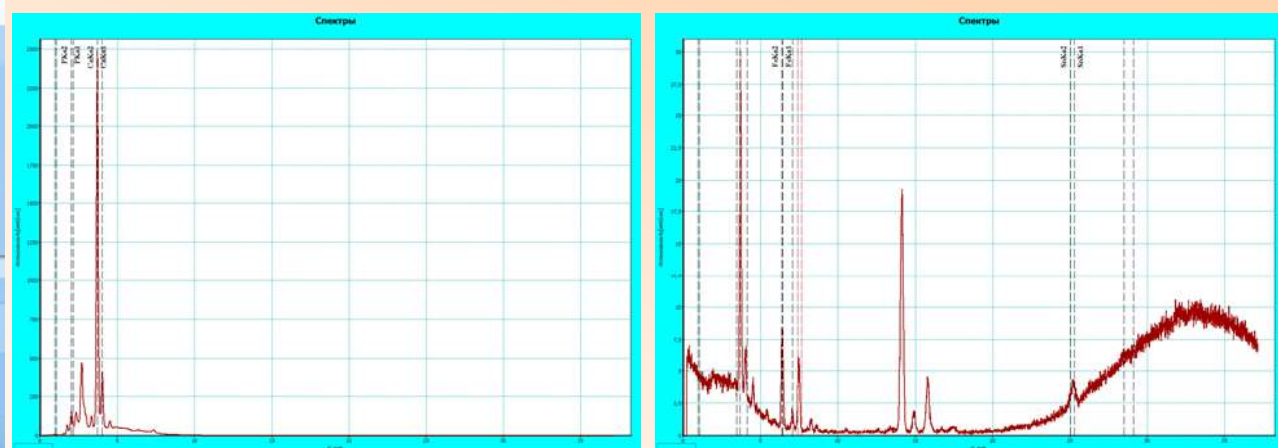


Рис. 2. Распределение легких и тяжелых элементов в спектре фосфоритового шлама.

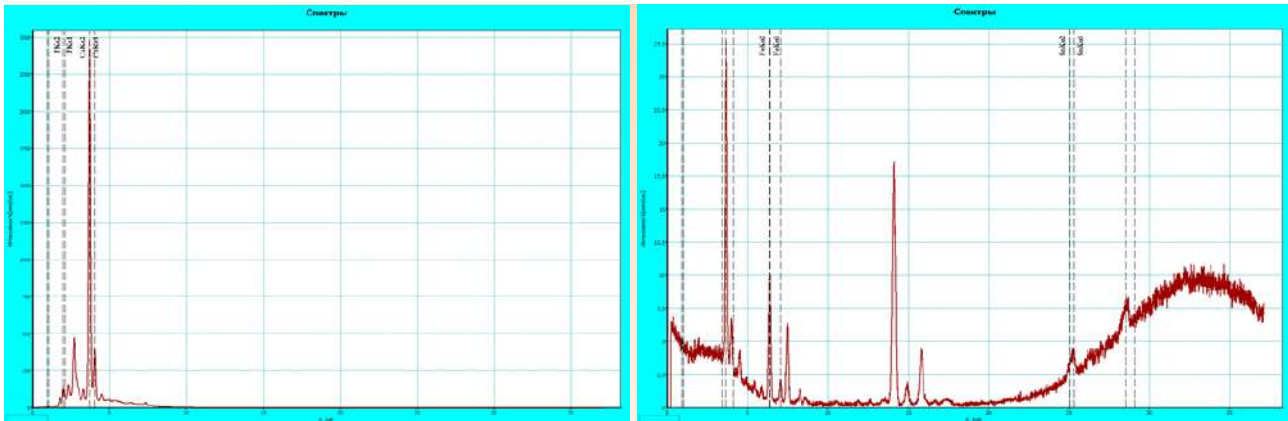


Рис. 3. Распределение легких и тяжелых элементов в спектре варианта с фосфоритовой рудой, АИ и азрацией.

показали, что при соотношении Т:Ж=1:4 происходило значительное уменьшение плотности внесенных фосфоритов в вариантах с 1184,62 г/л до 1092,2 г/л, что означает легкую вымываемость их при добавлении в азротенки в производственных условиях.

Уменьшение плотности фосфоритовой руды и шламов обусловлено по всей видимости, уменьшением содержания карбонатов в составе минерала кальцита CaCO_3 . Данное обстоятельство позволяет в производственных условиях использовать низкосортные фосфориты путем прямого внесения в азротенки, так как при их низкой плотности, они способны выноситься током воды в сгустители для отделения жидкой и твердой фазы. pH среды во всех изученных вариантах была в основном нейтральной и изменялась незначительно, варьируя в пределах от 7,0 до 6,7. Данное обстоятельство подтверждает положение, что в нейтральных и щелочных фосфоритах, в преобладающем количестве присутствует фосфат кальция. Поэтому в Навоийской области, при биохимической переработке хозяйственно-бытовых и промышленных стоков в количестве до 55-60 тыс. м³/сутки и выходе в виде сгущенных осадков около 1 тыс. м³, непосредственно в азротенки можно ежедневно добавлять около 270 т низкосортных фосфоритов или шламов, а в год возможно утилизирование до 90 тыс. т фосфоритов с содержанием 8-10 % P_2O_5 , с последующим выпуском готовой продукции.

Полученные после сгустителей твердые сгущенные осадки с добавкой низкосортных фосфоритов или шламов, будут иметь в своем составе до 16-18 % P_2O_5 , 12-14 % нитратов и нитритов и 4-5 % K_2O . Таким образом, будут получены качественно новые удобрения, именуемые как органоминеральные азотнофосфорные полимикроразноэлементные удобрения [5].

Наряду с предложенным вариантом получения нового органоминерального азотнофосфорного полимикроразноэлементного удобрения, учитывая полученные результаты с дополнительным количеством микроэлементов и выделяемых микроорганизмами органических стимуляторов роста, предлагается вариант – где из жидкой фазы сгустителей возможно отделение других ценных компонентов для производства жидких удобрений.

Таким образом, разработка биотехнологического метода деструкции низкосортных фосфоритов и шламов микрофлорой активного ила представляется возможным не только для создания в регионах Республики Узбекистан принципиально новой технологии, но и экономически перспективным с точки зрения существующих станций биохимической очистки сточных коммунально-бытовых отходов, которые будут обогащать низкосортные фосфориты дополнительными ценными компонентами для получения комплексных органоминеральных удобрений.

Библиографический список:

1. Экология микроорганизмов. Учеб. для студ. Вузов. А.И. Нетрузов. Е.А. Бонч-Осмоловская., В.М. Горленко. Москва: Академия.-2004-272 с.
2. Смирнов А.И. Вещественный состав и условия формирования основных типов фосфоритов.- М.: Недра, 1972. - 196 с.
3. Федяева О.А., Решетникова Е.В., Чачина С.Б. Исследования химического состава отработанного активного ила ОАО «Омск Водоканал». Труды ОмГТУ. Кафедра физической химии. 2012. 8 с.
4. Султанов Б.Э., Турсунова З.М., Намазов Ш.С., Эркаев А.У., Беглов Б.М. Влияние концентрации раствора нитрата кальция на степень отмычки концентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов // Узб.хим.ж.- 2002.- № 4. - С. 10-13.
5. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. М. БИНОМ. МГУ. 2015. 258 с.
6. Обзор биоценоза активного ила (Россия). [Электронный ресурс].- Режим доступа: GOOGLE.
7. Смирненко В.И., Асеева Л.И. Влияние илового осадка сточных вод на рост и развитие ячменя. //Применение удобрений микроэлементов и регуляторов роста растений в сельском хозяйстве. – Ставрополь. – 1989. 2. 31-34.
8. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М. ОНИКС-21 век. МИР, 2004, - 218 с.
9. Экология микроорганизмов. Учеб. для студ. Вузов. А.И. Нетрузов. Е.А. Бонч-Осмоловская., В.М. Горленко. Москва: Академия.-2004-272 с.



УДК 669.531.

© Смирнов К.М., Крылова О.К., Молчанова Т.В., Акимова И.Д., Овчаренко Е.В. 2018 г.

ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ



Смирнов К.М.
начальник отделения



Крылова О.К.
заместитель начальника отделения,
начальник лаборатории



Молчанова Т.В.
начальник лаборатории

Всероссийский научно-исследовательский институт химической технологии

Мақолада Элькон конининг комплекс уран рудалари қайта ишлаш бўйича тадқиқотлар натижалари келтирилган, қайсики уларда уран, олтин, кумуш ва ванадийни радиометрик саралаш (РМС) усуллари билан атмосферада ва автоклавда эритмага ўтказишни бирлаштириб, кейинчалик сорбциялаш ва экстракциялаш орқали қимматли компонентларни ажратиш баён этилган. Таклиф этилаётган технологияда уранинг таннархини пасайтиришга қиммати юқори қўшимча маҳсулотларни олиш ҳисобидан эришилади, муфассал эритмага ўтказиш натижасида олинадиган маҳсулотлардан олтин 70 % гача, кумуш 70 % гача, ванадий 70 % гача кўпаяди.

Таянч иборалар: комплекс уран рудалари, технология, радиометрик саралаш, сульфат кислота, атмосферада эритмага ўтказиш, автоклавда эритмага ўтказиш, уран, ванадий, кумуш, ванадий, олтин, ион алмашинуви, элюент, скандий, экстрагент, ажратиш олиш, аралашмалар, селективлик, тозалаш, ионитлар, концентратлар.

The results of researches on processing of complex uranium ores of the Elkonsky field with extraction of uranium, gold, silver and vanadium by methods of radiometric sorting (RMS), a combination of autoclaved and atmospheric leaching of ore with the subsequent sorption and extraction of valuable components are presented.

In the proposed technology, the reduction in the cost of uranium is provided by obtaining high - value additional products as a result of increasing the through extraction of gold up to 70%, silver - up to 70%, vanadium-up to 70%.

Key words: complex uranium ores, technology, radiometric sorting, sulfuric acid, atmospheric leaching, autoclave leaching, uranium, vanadium, gold, silver, ion exchange, eluent, scandium, extragent, extraction, impurities, selectivity, purification, ion exchangers, concentrates.

В настоящее время АО «ВНИИХТ» сохранил статус ведущего научно-исследовательского института ГК «Росатом», основными направлениями научно-технической и производственной деятельности которого являются:

- фундаментальные и прикладные исследования по созданию прогрессивных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий гидрометаллур-

гии, сорбционно-экстракционного выделения и разделения элементов с получением чистых соединений и металлов (урана, молибдена, лития, бериллия, золота, вольфрама, редкоземельных элементов, скандия и др.);

- геологическое, гидрогеологическое и геофизическое обеспечение разведки и добычи урана, лития, бериллия, золота и других элементов;

Овчаренко Е.В.
старший научный сотрудник



Акимова И.Д.
ведущий научный сотрудник





- разработка технологии обогащения руд различного состава (сульфидных, окисленных, смешанных), новых нетоксичных реагентов;
 - разработка технологии направленного органического синтеза и производство селективных ионитов, экстрагентов и мембран;
 - разработка экологически безопасных технологий радиохимической переработки сырья и отходов, содержащих естественные и искусственные радионуклиды;
 - технологическое, техническое, методическое и информационное обеспечение работ по охране окружающей среды на предприятиях, занимающихся добычей и переработкой руд редких, рассеянных и радиоактивных элементов;
 - экологически чистые технологии получения керамического топлива для АЭС, обеспечивающего более безопасную работу атомных станций;
 - получение ядерночистых соединений и металлов (тантала, ниобия, циркония, гафния, редкоземельных элементов и др.);
 - технологии и производство полировальных порошков;
 - создание материалов радиационной фотоники нового поколения, технологии пленочностеклооптиковолоконных материалов.
- Последними наиболее крупными и важными достижениями в области гидрометаллургии урана являются:
- разработка технологии комплексной переработки уран- и золотосодержащего сырья Эльконского рудного района в Якутии;
 - совершенствование разделительных и ионообменных процессов на предприятиях подземного выщелачивания урана с сопутным извлечением скандия и РЗЭ.
- На основании комплекса работ в объеме лабора-

автоклавным и атмосферным выщелачиванием руды, сорбцией, экстракцией с извлечением урана, золота, серебра и ванадия, обеспечивающая рентабельность и экологическую безопасность производства.

Разработанная технология позволяет на стадии радиометрической сортировки выделить следующие продукты: богатый концентрат в количестве 5,4% от объема исходной руды и содержащий часть трудно вскрываемого урана; товарный продукт с выходом 60,3%; и отвальные кеки с выходом 34,3%. Выделение богатого концентрата способствует повышению эффективности последующего флотационного обогащения. Минеральный и химический состав руды и продуктов технологических переделов приведен в табл. 1.

Предложенная принципиально новая технология извлечения урана и сопутствующих ценных компонентов позволяет оптимально сочетать атмосферное и автоклавное выщелачивание и минимизировать использование энерго- и капиталоемкого процесса автоклавного выщелачивания.

На автоклавное выщелачивание поступает объединенный продукт цикла обогащения с содержанием U – 0,288%; V – 0,102%; Au – 1,63; Ag – 16,79 г/т, а также основная масса кислотоёмких компонентов (кислотоёмкость составляет 165 кг/т). На атмосферное выщелачивание поступает рудный материал с содержанием U – 0,082%; V – 0,018%; Au – 0,11; Ag – 1,7 г/т. Питание атмосферного выщелачивания представлено в основном полевыми шпатами и кварцем (~ 90%). Кислотоёмкость этого продукта низкая – 45 кг/т.

Проведены исследования серноокислотного и карбонатного автоклавного выщелачивания урана из продуктов флотационного обогащения (сульфидный и карбонатный концентраты, шламовая фракция) в различных режимах.

Таблица 1

Содержание урана, золота, серебра, ванадия и кислотоёмких материалов в исходной руде и продуктах технологических переделов

№ п/п	Технологические продукты	U, %	Au, г/т	Ag, г/т	V, %	Пирит, %	Карбонаты, %	Хлорит, слюды, %
1	Исходная руда	0,129	0,79	9,08	0,055	3,0	11,3	18,5
2	Богатый радиометрический концентрат	0,723	1,57	14,26	0,120	4,7	20,6	21,0
3	Товарный продукт	0,145	0,84	9,08	0,054	3,4	10,3	15,3
4	Сульфидный флотоконцентрат	0,215	3,85	40,20	0,175	15,0	25,8	21,4
5	Карбонатный флотоконцентрат	0,226	1,44	13,78	0,109	5,0	40,9	23,5
6	Хвосты флотации	0,082	0,11	1,3	0,066	0,7	4,7	0



извлечения урана и ванадия в раствор от расхода серной кислоты. Установлено, что при 15% расходе серной кислоты (остаточная кислотность ~ 15 г/дм³) степень извлечения урана в раствор достигает 93,3%. Дальнейшее повышение расхода серной кислоты нецелесообразно, так как дает незначительный (~1%) прирост извлечения урана. На этой операции расход серной кислоты в пересчете на исходную руду составляет 51 кг/т. Низкое извлечение ванадия связано с трудно вскрываемой минерализацией ванадия в данной пробе руды.

Подобранные для атмосферного сернокислотного выщелачивания урана из продукта флотации условия обеспечивают степень извлечения урана свыше 95% (остаток в кеке - 0,0065%), а ванадия – не менее 75,0% (остаток в кеке - 0,005%).

Карбонатное атмосферное выщелачивание продукта флотации, из-за относительно низкой степени извлечения урана в раствор (75%), а также высокого расхода соды и ее стоимости, экономически и технологически нерентабельно.

Суммарное извлечение урана в раствор по всем переделам составило 93 %, по ванадию - 54,3% при расходе серной кислоты в пересчете на исходную руду 82,7 кг/т.

По сравнению с технологической схемой, использующей только автоклавное выщелачивание товарного продукта обогащения, предлагаемая технология позволяет снизить расход серной кислоты и значительно уменьшить капитальные затраты на автоклавное оборудование, сократив их более, чем в два раза.

При гидрометаллургической переработке урановых руд Эльконского региона использованы процессы ионного обмена: сорбционные для извлечения металлов и их концентрирования из растворов и пульп, образующихся на операциях выщелачивания руд и различных продуктов обогащения, и экстракционные - на очистных стадиях и при получении готовой продукции необходимого качества.

Предложена схема сорбционной переработки объединенных растворов автоклавного и атмосферного выщелачивания. Сравнительный анализ сорбентов для извлечения урана показал возможность использования сильноосновных анионитов АМП производства ГП «Смолы» (Украина), Purolite A-500, A-600 (фирмы Purolite), Ambersep – 910U, 920U (фирмы RohmandHaas), а также сорбентов-аналогов китайского производства.

Для определения оптимальных параметров процесса сорбционного извлечения урана использованы отработанные способы проведения технологического процесса: кинетики, статики, динамики сорбции-десорбции урана из растворов (пульп). Установлено, что процесс сорбции урана достаточно эффективен: достигается величина емкости ионита не менее 90 мг/г; в фильтрах сорбции концентрация урана не пре-

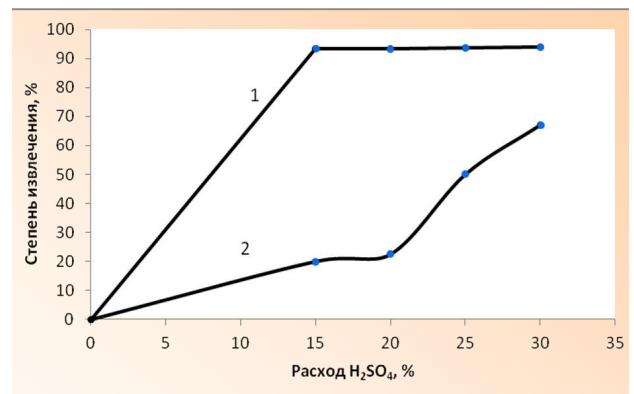


Рис.1. Зависимость степени извлечения урана и ванадия в раствор от расхода серной кислоты: 1 - уран; 2 - ванадий.

вышает 0,003 г/дм³. Выбор элюента определили постановкой задачи получения готовой продукции определенного вида и качества [1]. Переориентация на выпуск продукции в виде диуранатов натрия или аммония («желтый кек») и пероксида урана повышает рентабельность производства за счет снижения себестоимости.

Найдено, что при десорбции урана раствором, содержащим 100 г/дм³ NH₄NO₃ + 10 г/дм³ H₂SO₄, концентрация урана в товарном десорбате составляет 12 - 13 г/дм³ при его выходе 2 об/об ионита.

Необходимое качество товарных элюатов обеспечено использованием комбинации технологических приемов, включающих предварительную селективную отмывку анионита от примесей слабыми растворами серной кислоты и операцию донасыщения анионита ураном, которые позволяют снизить содержание железа на сорбенте, повысить емкость анионита по урану и получить непосредственно из товарных десорбатов готовую продукцию, соответствующую требованиям стандарта качества ASTM C 967-13 [1-2].

Наряду с сорбционным методом для выделения урана из растворов после выщелачивания опробован процесс его прямого экстракционного извлечения, что является перспективным направлением в отечественной практике переработки урановых руд.

Предложен принципиально новый состав экстрагента на основе смеси экстрагентов ТАА, Д2ЭГФК, ТБФ применительно к нитрат-содержащим растворам [3]. Определены смеси экстрагентов в эквимольных соотношениях с содержанием каждого компонента 0,05M ± 0,07 моль/дм³. При использовании прямой экстракции урана из объединенных растворов выщелачивания достигнуты высокие показатели по эффективности и селективности извлечения урана. Насыщение экстрагента ураном составило 7,1-7,9 г/дм³ при концентрации Fe³⁺ в насыщенном экстрагенте не выше 8 мг/дм³.

Проведены исследования по оптимизации технологии осаждения «желтого кека» в виде пероксида урана с выявлением факторов, влияющих на селективность процесса и повышающих его эффектив-



Таблица 2

Массовая доля примесей по отношению к содержанию урана в закиси-окиси

Элемент	U	P	V	Cd	Cu	Fe	Mo	Si	-
Содержание, %	84,8	0,009	$2 \cdot 10^{-4}$	$< 5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	0,003	$7 \cdot 10^{-4}$	0,002	
Элемент	Sm	Eu	B	Mn	Th	Сульфат (S)	Al	Ni	Na+K
Содержание, %	$< 1 \cdot 10^{-5}$	$< 1 \cdot 10^{-5}$	$< 1 \cdot 10^{-5}$	$< 1 \cdot 10^{-4}$	$< 5 \cdot 10^{-4}$	0,014	0,018	$< 1 \cdot 10^{-5}$	0,001

ность. Определены оптимальные параметры осаждения пероксида урана из карбонатных резкстрактов, обеспечивающие концентрацию урана в фильтрате на уровне 5-10 мг/дм³ и степень извлечения урана в осадок 99,98%. Представленные в табл. 2. содержания основных примесей по отношению к урану в закиси-окиси значительно ниже, чем предусматривает международный стандарт качества ASTM-C-967-13 на рудный концентрат урана [1].

В предлагаемой технологии снижение себестоимости урана обеспечивается за счет получения высокоценной дополнительной продукции в результате повышения сквозного извлечения золота до 70%, серебра - до 70%, ванадия - до 70%.

Сорбционное извлечение ванадия из фильтратов сорбции урана проверяли на различных сильноосновных (Ambersep-920U, АМП, Россион-62) и слабоосновных (АМН-2, АЛХ-220, Purolite A-100) ионитах. Найдено, что в оптимальных условиях рабочая емкость анионита АМП составляет 58,9 мг/г по ванадию, при этом отмечено повышенное содержание ванадия в сбросных растворах. Для обезвреживания сбросных растворов предложена осадительно-сорбционная технология извлечения ванадия. Выделен железо-ванадиевый концентрат с содержанием ванадия 2,58% и железа 22,8%, пригодный для дальнейшей переработки по известной обжиго-сорбционной технологии.

В гидрометаллургической схеме извлечения урана из руд Элькона, где золото распределяется по всем переделам, осуществляется целевое флотационное обогащение. Исследования проведены применительно к исходной руде, пескам и шламам стадии выщелачивания, «хвостам» радиометрического обогащения, объединенном продукту – измельченному концентрату обогащения песковой фракции и шламам пульпы после сорбционного извлечения урана.

При разработке схемы извлечения золота выполнены сравнительные испытания процессов с использованием активированных углей (отечественные марки АГ-2000, МеКС и ВСК-400), сильноосновных анионитах (АМ, АВ-17), анионитах смешанной основности (АМ-2Б, Purolite A-100/2412) и слабоосновных анионитах, представленных как отечественными образцами Россион-25/2, Россион-26/2, АНС, Россион-15, так и образцом фирмы Purolite - PuroGold S-992.

При извлечении металлов из цианидных растворов, выделенных из кеков автоклавного выщелачивания, на

анионите PuroGoldS-992 емкость по золоту составила 5,1 мг/г, на АМ-2Б – 6,5 мг/г, емкость по серебру 4,4 и 7,7 мг/г, соответственно. Однако емкость по примесям для анионита PuroGoldS-992 в 3,0-3,2 раза меньше, чем для АМ-2Б. Отмечено, что присутствие серебра, в количествах значительно превышающих концентрацию золота (в 10 и более раз), приводит к снижению емкости сорбентов по золоту.

Десорбция золота с анионита АМ-2Б достаточно эффективно протекает при использовании кислых растворов тиомочевины, а для десорбции золота с насыщенного слабоосновного анионита PuroGoldS-992 использовали раствор щелочи.

Установлено, что степень десорбции золота со смолы составила более 95%, концентрация золота в товарном десорбате - 270 мг/дм³, серебра - 380 мг/дм³. Анионит PuroGoldS-992 по своим технологическим свойствам не уступает аниониту АМ-2Б, что позволяет рассматривать его в качестве альтернативы в традиционных сорбционных процессах извлечения золота (серебра) из цианидных пульп и растворов. При переработке товарных десорбатов готовой продукцией технологической схемы являются золотосодержащий концентрат – лигатурное золото, сплав Доре.

Получение соединений скандия – крайне сложная технологическая задача, так как скандий извлекается попутно только при комплексной переработке руд редких и цветных металлов, содержащих рассеянный скандий (табл. 3). Эти руды являются основными для производства скандия, как в России, так и за рубежом [4-6].

Содержание скандия в продуктах переработки минерального сырья составляет от сотых до десятых долей процента. Поэтому вначале в большинстве случаев из исходного сырья получают черновые концентраты скандия, которые затем перерабатывают на чистые соединения. Природа отходов различна – растворы, шлаки, шламы, фторидные продукты, плавы хлоридов, гидроксиды. Используют разные способы для извлечения скандия, но ни один из них не является строго селективным. Лишь сочетая гибридные методы выщелачивания, ионного обмена и другие, возможно получение богатых скандиевых концентратов.

В АО «ВНИИХТ» накоплен положительный опыт исследований по извлечению скандия из сырья различного рода. Разработаны технологии получения скандия из отходов различных производств: уранового, титанового, железо-ванадиевого, глиноземного.



Переработка промпродуктов уранового производства.

Исследована и разработана технология сорбционного извлечения скандия из продуктивных растворов подземного выщелачивания урана и из маточников сорбции урана. Более эффективным признан вариант раздельной сорбции металлов: урана на анионите АМП и скандия на фосфорсодержащем амфолите АФИ-22. Для десорбции скандия использовали 15%-ный раствор Na_2CO_3 . Показано, что после введения в технологическую схему операции очистки от примесей насыщенного скандием ионообменника, а также термогидролиза элементов-примесей содержание скандия в концентрате составило 10,2-10,9%. При экстракционной переработке такого концентрата выделен товарный скандиевый продукт марки ОС-99,0. При проведении натурных испытаний на участке ПВ было переработано более 35000 м³ продуктивных растворов и получено 65т уран-скандиевого концентрата, содержавшего 135кг скандия.

Разработана и внедрена сульфатно-азотно-серноокислотная схема переработки уранофосфатного сырья месторождения «Меловое» (Прикаспийский ГМК). Она предусматривает прямое выделение коллективного химического концентрата в виде фосфатов урана, РЗЭ, скандия и утилизацию всех растворов в виде комплексного удобрения. После извлечения ураноскандий содержащий рафинат поступал на экстракционное извлечение тория, а затем на экстракцию скандия 80-100% ТБФ (трибутилфосфат) или 0,5моль/дм³ ФОР (фосфиноксидразнорадикальный), или смесью ФОР с ТБФ. Из карбонатного реэкстракта выделяли термогидролизомоксикарбонат скандия, растворяли его в азотной кислоте, проводили повторную экстракционную перечистку, из реэкстракта осаждали оксалат скандия, после прокалки которого, получали Sc_2O_3 чистотой 98-99%.

Исследован процесс экстракционного концентрирования Sc из раствора после трехстадийного выщелачивания силикатокарбонатной руды на Восточном ГОКе (г. Желтые Воды, Украина). На первой стадии после серноокислотного выщелачивания извлечение урана составило 92%, на второй стадии после спекания с содой и последующей водной отмывки, в раствор перешло 82,5-84,4 % скандия и на третьей стадии при обработке кеков растворами серной кислоты

извлекалось 80,0-84,2 % скандия. Для реэкстракции скандия использовали растворфторида натрия с последующим получением черного фторидного концентрата, содержащего 4,3 % скандия. Степень извлечения Sc на стадии экстракции составила 95%, степень реэкстракции - 86%. После экстракционной перечистки получен оксид скандия чистотой 99,9 %.

Переработка промпродуктов титанового производства.

Применительно к серноокислотной технологии производства диоксида титана из ильменита (60-70 г/т скандия) на Крымском ПО «Титан» (г. Армянск) разработана экстракционная технология извлечения скандия бинарной смесью экстрагентов Д2ЭГФК с ТБФ из гидролизной серной кислоты с получением 2% черного скандиевого концентрата. Следует отметить, что утилизация гидролизной серной кислоты (15-20 мг/л скандия) приводит к ежегодным потерям 8-9 т скандия.

Переработка других видов сырья

Разработана серноокислотная технология автоклавного выщелачивания скандия из отходов магнитного обогащения железо-ванадиевых руд Качканарского ГОКа. Расход серной кислоты составил 1,5 т/т исходного сырья, а извлечение скандия достигало 67-74%. Использование ускоряющей добавки позволило добиться извлечения скандия 70-75%.

В качестве основного процесса первичного концентрирования скандия из серноокислых растворов с низким его содержанием рекомендована жидкостная экстракция на основе экстрагента Д2ЭГФК, преимущество которого заключается в устойчивости, высокой степени извлечения, достаточно эффективной реэкстракции скандия. Из растворов после выщелачивания проводили экстракционное извлечение скандия смесью экстрагентов Д2ЭГФК и ТБФ в керосине.

Использованные кислотные схемы перевода скандия в раствор с последующим ионообменным извлечением и экстракционным концентрированием скандия обеспечивают выделение черновых оксидов скандия, содержащих до 5% Sc_2O_3 . После дополнительной очистки такого оксида по экстракционной технологии смесью экстрагентов 15% ФОР или Суапех-925 + 15% ТБФ в керосине получены образцы оксида скандия чистотой 99,96-99,99%.

Таблица 3

Характеристика важнейших сырьевых источников скандия

Минеральное сырье	Объем переработки, тыс. т/год	Содержание Sc_2O_3 , %	Максимальное содержание Sc_2O_3 , %	Общее количество Sc_2O_3 в сырье, г/т
Бокситы	71000	0,001-0,002	0,01	710-1420
Урановые руды	50000	0,0001-0,001	0,01-0,08	50-500
Ильмениты	2000	0,001-0,002	0,1	20-40
Вольфрамиты	-	0,01	0,1-1,0	-
Касситериты	200	0,01	0,02-0,22	20
Цирконы	100	0,005-0,01	0,08	5-10

Таблица 4
Содержание основных компонентов в жидкой (г/дм³) и твердой (%) фазах исходной пульпы

Т:Ж	Твердая фаза			Жидкая фаза		
	Sc	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Sc, мг/дм ³	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1:3,5	0,0025	55,5	9,7	2,0	3,07	5,84
1:2	0,003	56,3	7,6	3,25	5,8	10,2
1:1	0,003	53,3	6,9	9,0	20,0	16,6

основу которого составляют оксиды и гидроксиды железа, алюминия, кремния, кальция и ряда других ценных компонентов, таких как скандий (60-120 г/т), галлий (60-80 г/т), иттрий (60-150 г/т), выделение которых имеет самостоятельное значение. Ввиду больших масштабов переработки бокситов они являются крупным сырьевым источником скандия.

Для Николаевского глиноземного завода (Украина) разработано несколько вариантов технологии комплексной переработки КШ на основе выщелачивания из них ценных компонентов минеральными кислотами (серной или азотной) с последующим сорбционным извлечением на селективных ионообменных материалах. При этом достигается высокая гибкость производства, появляется возможность получения большого числа ценных товарных продуктов, в том числе богатых скандиевых и редкоземельных концентратов.

В процессе автоклавного азотнокислого выщелачивания КШ при расходе азотной кислоты 500-600 кг/т, остаточной кислотности жидкой фазы пульпы – 20-30 г/дм³ в раствор переходят 40-60% скандия, а также иттрий, РЗЭ и алюминий, который возвращается в глиноземное производство (около 50% от содержания Al в КШ). Твердая фаза пульпы, обогащенная таким образом по железу (до 70-80% Fe₂O₃), является товарным железным концентратом, который может быть направлен в черную металлургию. Жидкая фаза пульпы используется для сорбции скандия, из фильтрата сорбции извлекают иттрий и алюминий, а из оставшегося нитратного раствора получают азотные удобрения различных марок.

По второму варианту предусмотрен перевод в жидкую фазу скандия серной кислотой при pH 0,95-1,1. После распульковки водой при соотношении Т:Ж=1:1,5÷2,0 пульпа поступает на сорбционное выщелачивание скандия при величине pH 1,3-1,5 с использованием противоточной многостадийной схемы. Содержание скандия и других компонентов в выщелоченной

после сорбции 0,3 мг/дм³ емкость амфолита по скандию составляла 0,023-0,025%, что соответствует извлечению скандия в амфолит ~ 76%. Насыщенный ионит направляли на десорбцию скандия раствором 150 г/дм³ карбоната натрия. При выходе товарного регенерата 1,0-1,2 об/об сорбента концентрация скандия в нем составляла 55-68 мг/дм³, а остаточное содержание скандия в отрегенированном амфолите 0,001-0,002%, что соответствует степени десорбции скандия 96% (таблица 5). После осаждения скандия из товарного десорбата выделен черновой скандиевый концентрат (до 5% Sc₂O₃), пригодный для получения скандия гидрометаллургическим способом. После сорбционного извлечения скандия пульпу направляют на получение Fe-Al-коагулянтов (содержание Fe₂O₃ – 25-30 %, Al₂O₃ – 4-6 %).

Создание производства по переработке КШ позволит избежать расходов, связанных с содержанием шламовых полей, и кардинально улучшить экологическую обстановку в районах эксплуатации глиноземных заводов. Однако комплексная переработка КШ весьма трудоемка и энергоемка.

В основу концепции реализации предлагаемых технологических схем извлечения скандия из отходов различных производств положены научно-обоснованные и отработанные технические решения, сочетающие методы сорбционного и экстракционного получения чистых соединений, поскольку получить богатые скандиевые концентраты, и особенно соединения скандия высокой степени чистоты, можно лишь сочетая различные способы. Предлагаемые варианты могут быть использованы при промышленном освоении гидрометаллургических методов извлечения скандия как из техногенных отходов, так и в производственных процессах извлечения некоторых металлов.

Разработанные сотрудниками АО «ВНИИХТ» технологии комплексной переработки уран-золото-ванадий-содержащего сырья, а также технологии извлечения скандия из различных видов источников с

Таблица 5
Характеристика насыщенного и отрегенированного сорбента

Содержание в сорбенте, %							
насыщенный				отрегенированный			
Sc	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Ga	Y	Sc	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
0,023	6,13	0,51	0,018	0,008	0,002	5,4	0,57
0,025	6,35	0,96	0,020	0,009	0,002	5,7	0,80
0,023	6,16	0,87	0,020	0,009	0,001	5,8	0,56



могут быть положены в основу создаваемых технологических схем и проектной документации при внедрении их в промышленное производство Узбекистана.

В статье использованы данные, полученные на оборудовании Центра Коллективного Пользования «Испытательный Аналитический Центр» АО «ВНИИХТ».

Библиографический список:

1. Пеганов В.А., Молчанова Т.В., Акимова И.Д., Жарова Е.В. Технология получения концентратов природного урана по требованиям ASTM C 967-08 // *Атомная энергия*, 2014, т. 117, вып. 6, с. 333-338.
2. Пеганов В.А., Акимова И.Д., Молчанова Т.В. и др. Получение концентратов природного урана по требованиям ASTM-C967 в процессах экстракционно-го и сорбционного концентрирования урана. В сб. Тез. докл. Ш. Межд. симп. «Уран: геология, ресурсы, производство». Москва, ФГУП «ВИМС». 29-31 мая 2013. С. 119-120.
3. Акимова И.Д., Щипанова Р.С., Лунёва О.Н. и др. Способ переработки урановых руд. / Патент РФ № 2434961 от 27.11.2011г. // *Открытия, изобретения*. - 2011. №33.
4. Gupta C.K., Krishnamurthy N. *Extractive metallurgy of Rare Earths*. / C.K. Gupta, N. Krishnamurthy – Washington, D.C.: CRC Press, 2005. - 537 с.
5. Ivan Ondino de C. Masson Extraction of heavy rare-earth and yttrium with a phosphonic solvent *Contribuição Técnica aos Anais da Associação Brasileira de Química*, 51(1), 1-8, 2002. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.cetem.gov.br/.../CTS/CT2002-020-00.pdf, свободный.
6. Шаталов В.В., Никонов В.И., Соловьёва Л.Г., Паршин А.П. Производство соединений скандия при комплексной переработке различных руд. // *Цветные металлы*. – 2003. - №4. - С. 58-59.

ЎРМАТЛИ НАВОЙ КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ ХОДИМЛАРИ!

Шарипов Б.М.
«Navoiyazot» АЖ
бошқаруви раиси



Бугун шахримизни кўрган инсон атиги 60 йил бурун бу ерлар хувиллаган сахро бўлганлигига ишонмайди. Бугун гуллаб турган шахримиз айнан Навой кон металлургия комбинатининг қурилиши «баҳонаси»да дунёга келган макондир, десак муболаға бўлмас. Бу йил ушбу масканинг 60 йиллик юбилейини нишонлаш бахтига муяссар бўлиб турибмиз.

Қизилқум саҳросининг тафти кончи ва металлурглари касбининг асл усталари этиб етиштирди. Ҳозирда дунё юзини кўраётган Ўзбекистон олтини ўзининг сифати билан жаҳонда етакчи ўринларда туради. Ўзбекистон иқтисодининг негизи кўтарилиб, ватанимизнинг ривожланаётган давлатлар қаторига қўшилишида ҳам, сиз азиз кончиларнинг, ҳиссангиз беқиёс.

Шаҳримиз, қолаверса қўшни вилоятлар аҳолисининг аксарияти ушбу корхонадан ўз ризқу-насибасини тиради, дам олиш масканларингиз уларга ҳордиқ чиқаришида кўмаклаша, тиббиёт масканларингиз соғлиги тўғрисида қайғуради. Маданият саройингиз кашф этган истеъдодлар бугун жаҳон саҳналарида туриб Ўзбекистонни, ўзбекларни

мадҳ этмоқда. Демокчиманки, НКМК – бу нафақат қазиб олиб, қайта ишлаётган қазилма бойликлари, нодир металлари билан, заргарлик, машинасозлик ва маиший техника буюмлари билан машҳур, балки ҳар соҳада ватандошларимизга бераётган кўмаги билан донг таратаётган йирик бир мажмуадир.

Анча йилдирки, «Navoiyazot» АЖ ҳамда Навой кон-металлургия комбинати ўзаро ҳамкорликда фаолият юритади. Бу ҳар иккала ташкилотнинг иқтисодий ривожланиши учун бир сабабчи вазифасини ўтамоқда. Ўйлайманки, ушбу дўстлигимиз асрлар қадар узоқ давом этади. Биз сиздек ишончли, қудратли ва ҳамиша навқирон биродаримиз борлигидан фахрланамиз.

Фурсатдан фойдаланиб, Комбинатнинг қутлуғ юбилейи билан, сиз азиз кончиларни корхонамиз кимёгарлари номидан муборакбод этаман. Фахрли меҳнат йўлингиз ҳамиша ютуқларга тўла бўлсин. Эзгу ишларингиз фақат яхши мақсадларда хизмат қилсин. Топганингиз олтин, олганингиз дуо бўлсин.



УДК. 622

© Самадов А.У., Аскарова Н.М. 2018г.

ФЛОТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БЫСТРООХЛАЖДЕННОГО ШЛАКА МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Мақолада мис ишлаб чиқариш саноатидан чиқадиган тошқолларнинг хоссалари таҳлил қилинган ва улардан мис ва нодир металлларни ажратиш олиш ечимлари берилган. Асосан мис эритиш заводларидан чиқаётган тошқол чиқиндиларини икки босқичда совитиш ва флотация усулида бойитиш технологиясини афзаллиги кўрсатилган. Тошқолларни икки босқичда совитиш уларнинг майдаланишини осонлаштиради ва тайёрланган тошқолни флотация усули билан қайта ишлаб мис концентрати олинади.

Таянч иборалар: хом ашё, комплекс қайта ишлаш, тошқол, тошқол микроструктураси, флотация, флотореагент, флотоконцентрат.

In this article is given the problem of solutions for copper recovery from slags of smelting plant.

In main part is given about two-stage cooling slag and their methods of enrichment flotation. Two-stage cooling send up the grindability of slags and concentrability of copper in concentrating.

Key words: flotation, slags, enrichment, concentrability of copper in concentrating.

Флотация является широко известным и применяемым в производстве процессом разделения минерального сырья, основанным на использовании разницы в поверхностных свойствах (смачиваемости) у различных компонентов или минералов.

Переработка руд флотацией называется обогащением, а шлаков обеднением. Основные энергозатраты на переделе флотации определяются его измельчаемостью, которая в свою очередь, определяется твердостью и абразивностью перерабатываемого сырья. С ростом твердости и абразивности шлаков снижается производительность дробильно-измельчительного оборудования, а также возрастает расход брони для дробилок, мелющих тел и футеровки для мельниц.

Флотуемость определяется количеством извлекаемой при флотации меди, которая зависит от того, в какой форме находится медь в перерабатываемом сырье по отношению к флотации: благоприятном, неблагоприятном, неизвлекаемом. Наиболее благоприятной для флотации является сульфидная, особенно если включение сульфидов крупное. Медь в шлаках может находиться в сульфидной форме, благоприятной для флотации, но размеры частиц могут быть настолько малы, что фактически будут неизвлекаемы.

Примером вышеизложенного утверждения является шлак свинцовой шахтной плавки после обесцинкования фьюмингованием. Даже при содержании меди в нем свыше одного процента и при очень тонком помоле, извлечение

меди флотацией из него не происходит. Флотуемость и измельчаемость материала определяется его микроструктурой, которая даже при одинаковом химическом составе может быть различной, и соответственно, показатели флотации в этом случае также отличаются. Микроструктура руды является ее характеристикой, которая может отличаться в различных зонах месторождений, но технических средств ее изменения в благоприятную сторону не существует. Технология флотации адаптируется к конкретной руде конкретного месторождения.

При переработке медьсодержащих шлаков флотацией также необходима адаптация технологии к микроструктуре перерабатываемого шлака, но, в отличие от переработки руды, микроструктуру шлака можно существенно менять при его получении, как в благоприятную, так и в неблагоприятную стороны. Как правило, перерабатываемая руда обладает лучшим соотношением флотуемости и измельчаемости, чем шлак медного производства, даже при равном составе, что связано с различными условиями образования и формирования. Исходные материалы, из которых образовались как медьсодержащие руды, так и медьсодержащие шлаки, близки друг к другу, а это оксидные расплавы из магмы земли или полученные в ходе технологического процесса.

Шлак можно рассматривать как синтетически полученную медьсодержащую руду. Медьсульфидные компоненты могут находиться в них изначально, либо (для

Самадов А.У.
директор Алмалыкского
филиала Таш ГТУ,
д.т.н.



Аскарова Н.М.
старший преподаватель
Алмалыкского филиала
Таш ГТУ





руды) быть привнесены в ходе геохимических процессов. Способы образования и формирования медьсодержащих руд изложены в литературе по геологии геохимии.

Исходные расплавы при их застывании образуют такие компоненты как ферриты, фаялит, стеклофаза и т.п. Количество образовавшейся стеклофазы убывает со снижением скорости охлаждения, при этом увеличиваются кремнеосодержащие структуры.

Геологическое время протекания процессов формирования медных руд не позволяет моделировать их в лабораторных условиях. Поэтому все исследования проводятся на качественном уровне основываясь на конечной микроструктуре руды. В условиях сверхвысоких давлений термическая диссоциация сульфидов подавляется и в составе руды могут содержаться, и как правило содержатся, высшие сульфиды: FeS_2 , CuFeS_2 , CuS .

При образовании и формировании шлака в процессе переработки медных руд или концентратов высшие сульфиды при атмосферном давлении диссоциируют. Медленное охлаждение при формировании руды способствует хорошему разделению сульфидов и оксидов, поскольку времени для протекания диффузионных процессов достаточно. В этих условиях формирование аморфных структур ассоциациями сульфидов практически не происходит. При геологических процессах диффузия может протекать и в твердом виде, так как времени для этого достаточно.

В вышеуказанных геологических условиях многие первичные структуры подвергаются изменению. Руда, как правило, хорошо раскристаллизована. Стеклофаза, если она даже и была, изначально полностью разрушается с образованием кристаллических компонентов. Эти процессы определяют микроструктуру конечной руды. При исчезающей медленной скорости изменения температуры, какие либо термические напряжения в руде практически невозможны, хотя возможны напряжения, связанные с изменением объема, но их существование тоже маловероятно.

Однако сверхвысокое давление приводит к сжатию структуры, которое является значимым фактором. Разрушение верхних слоев земной коры под воздействием природных эрозионных факторов приводит в большинстве случаев к уменьшению глубины залегания месторождения, хотя встречается и обратный процесс его погребения, в случае опускания геологических плит.

Как правило, разрабатываются руды неглубокого залегания. Снижение давления приводит к частичному разрушению связи между элементами микроструктуры руды. Разрушение этих связей может происходить также под воздействием геотермальных процессов.

Формирование микроструктуры шлаков происходит в других условиях и ее отличие от микроструктуры руды очень велико. Руде можно придать микроструктуру шлака переплавив ее в нормальных условиях и охладив с различной скоростью. Если вести переплавку при высоком парциальном давлении паров серы, то можно сохранить даже высшие сульфиды, хотя это и сложно методически.

Обратный процесс, при существующих технических средствах осуществить невозможно. В отличие от руды микроструктуру шлака можно менять изменяя количество применяемых при плавке флюсов, степень окисления сульфида железа, способ получения шлака (тип процесса плавки), скорость охлаждения шлака после выпуска из печи.

Сульфидные или металлосульфидные частицы, содержащиеся в шлаке, после его охлаждения подразделяются на первичные и вторичные. Под первичными частицами подразумеваются те частицы, которые являются продуктом преобразования исходно существовавшей мелкодисперсной взвеси. Под вторичными частицами подразумеваются те частицы, которые возникли в шлаке при его охлаждении за счет снижения растворимости. Содержащиеся в шлаке сульфидные частицы в твердом виде могут содержать борнит и пирротин, образовавшиеся в результате вторичных реакций.

Состав сульфидной или сульфидно-металлической взвеси и ее количество можно регулировать для получения богатых по сере частиц. Этот процесс надо вести с получением бедных штейнов и шлаков с низким содержанием магнетита. Для получения богатых по меди и малосернистых частиц процесс надо вести с получением богатых штейнов и шлаков с высоким содержанием магнетита. Количество первичной сульфидной взвеси можно регулировать различными приемами интенсификации ее осаждения в плавильном агрегате.

Количество растворенного в шлаке сульфида железа возрастает с получением более бедных по меди штейнов, а количество растворенного сульфида меди возрастает с получением более богатых по меди штейнов. Вторичная сульфидная взвесь в качестве самостоятельного элемента микроструктуры шлака может и не образовываться, если охлаждение идет с малой скоростью и при малой вязкости шлака. В этом случае все сульфиды поглощаются существующей мелкодисперсной взвесью.

Количество первичной сульфидной взвеси наиболее мало в тех процессах, где идет интенсивная промывка шлаковой ванны сульфидами штейна, где содержание меди в сульфидной взвеси составляет 10-20% от ее общего содержания. Для процессов, в которых промывка шлаков сульфидами не интенсивна и локализована в небольшом объеме шлаковой ванны, как например, при отражательной плавке, содержание меди в сульфидной взвеси может составлять 70-80% от ее общего содержания в шлаке. Но содержание меди в растворенном виде значительно ниже, поскольку процесс идет с получением бедных штейнов.

В первом случае при медленном охлаждении шлаков обогащение сульфидной взвеси и увеличение ее размеров идет в основном за счет сульфида меди, во втором за счет сульфида железа. На микроструктуру шлака огромное влияние оказывает скорость охлаждения. При медленном охлаждении шлак содержит крупные включения сульфидной взвеси, что обеспечивает ее хорошую флотиремость. Шлак имеет хорошо раскристаллизованную структуру с невысоким содержанием стеклофазы.

Остаточные термические напряжения в таком шлаке практически отсутствуют. Шлак характеризуется высокой



твердостью и абразивностью, что осложняет его измельчение особенно при высоких содержаниях кремнезема. В отличие от руды, разрушение межкристаллических связей в шлаке при его медленном охлаждении не происходит. Поэтому измельчаемость такой руды гораздо лучше, чем медленно охлажденного шлака.

Быстро охлажденный шлак характеризуется малыми размерами сульфидной взвеси, которые уменьшаются с увеличением скорости охлаждения. Флотированность такого шлака гораздо хуже, но твердость и абразивность ниже. Содержание стеклофазы в быстро охлажденных шлаках выше, чем в медленно охлажденных и возрастает с ростом скорости охлаждения. Раскристаллизованность при этом снижается. Твердость и абразивность шлаков с ростом скорости охлаждения снижается, в результате улучшается их измельчаемость, но снижение крупности сульфидных частиц резко ухудшает показатели флотации.

В отличие от руды микроструктурой шлака можно управлять, но главной проблемой является то, что при различных скоростях охлаждения необходимые параметры получения хорошо флотированных и хорошо измельчаемых шлаков различны.

Микроструктуры быстро и медленно охлажденных шлаков КФП и ОП приведены на рис.1,2,3,4.

На этом рисунке явно проявляются еще не сформировавшиеся крупные частицы сульфидов меди (3), наблюдаются крупные соединения фаялита со стеклом (1).

Флотация медленно охлажденных шлаков с низким содержанием кремнезема успешно применяется на большинстве заводов ближнего и дальнего зарубежья. В основном это конвертерные шлаки. Однако флотируются после медленного охлаждения и шлаки от плавки на штейн по технологиям "Норанда" и "Эль-тенниенте", которые также содержат небольшие количества кремнезема.

Недостатками такой технологии являются большое количество оборотного малосернистого концентрата и невозможность переработки больших количеств кварцевого золотосодержащего флюса, что не приемлемо для Алмалыкского ГМК. В результате на АГМК применяется компромиссная технология при которой на переработку поступают шлаки, охлажденные в естественных условиях.

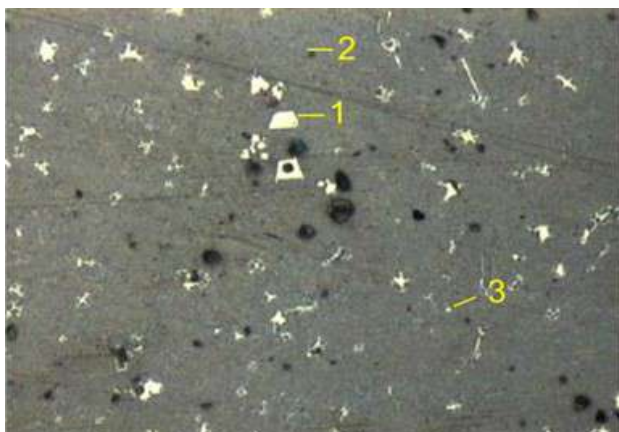


Рис.1. Шлак после розлива: 1- магнетит в виде дендритов, 2- фаялит со стеклом, 3 - медные корольки.

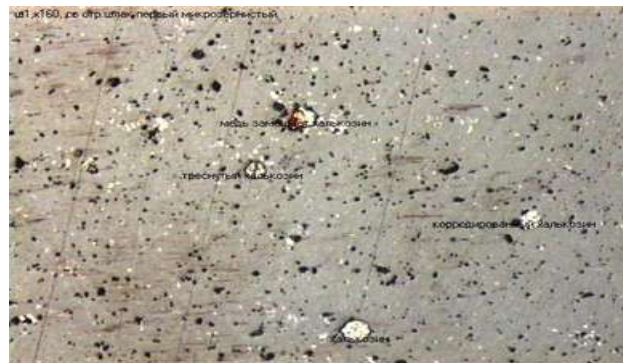


Рис 2. Шлак первый микрозернистый : 1- Медь замещает халькозин, 2- Треснувший халькозин, 3- корродированный халькозин, 4- халькозин.

Жидкие шлаки МПЗ, имеющие $T = 1100-1150^{\circ}C$ естественно охлаждаются.

Измельчаемость шлаков не зависит от скорости его охлаждения в жидком виде, а только от скорости охлаждения при температуре ниже $1000^{\circ}C$, т.е. в твердом виде. С другой стороны формирование сульфидных частиц завершается в жидком виде при температуре близкой к температуре его кристаллизации. Это открывает возможность решения проблемы получения легко измельчаемых и хорошо флотированных шлаков.

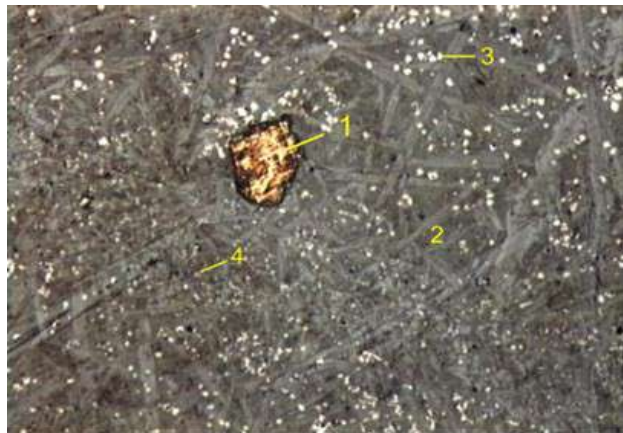


Рис. 3. Шлак КФП: 1- Халькопирит, 2- Фаялит, 3- Магнетит в виде дендритов, 4- Медные частицы.

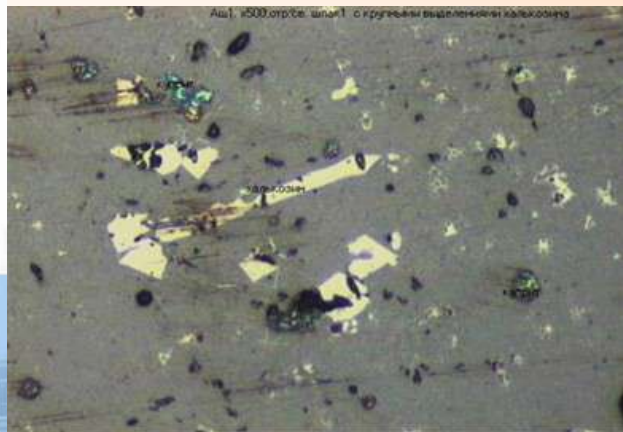


Рис. 4. Шлак с крупными выделениями халькозина: 1- куприт, 2- холькозин.



По результатам опытов видно, что при увеличении времени охлаждения шлака до 60 мин дробится и измельчается, затем подвергается флотации. Во время флотации, увеличивается выход чернового концентрата. Качество чернового концентрата при этом не постоянно.

Проведены опыты в замкнутом цикле при помоле 90% класса -0,074 мм.

К флотации шлаков были подвергнуты 2 пробы шлаков (после 20 и 60 мин отстаивания соответственно).

Проба № 1: готовый класс -0,074 мм шлака 62 %;

Проба № 2: готовый класс -0,074 мм шлака 90 %;

Флотационные опыты на различный помол проводи-

лись на лабораторной флотационной машине марки ФМ – 1М с объемом камеры 3л, (m-1 кг).

Опыты проводились по единой схеме, включающую основную и контрольную операции.

Флотировали в едином режиме:

- помол – 90% класса -0,074 мм;

- основная флотация – 20 мин: бутиловый ксантогенат - 60 г/т, Т-92 – 50 г/т;

- контрольная флотация 15 мин: бутиловый ксантогенат - 30 г/т, Т-92 – 20г/т

При этом извлечение меди в концентрате составляет 70,1%.

Таблица 1

Результаты лабораторных опытов приведены в таблицах

Опыт -1 (после 20 мин отстаивания)

	Выход γ, гр	Выход γ, %	Содержание меди, β, су	Извлечение, Е, %	
К-т основной	90	9	2,8	47,18218	51,67572
К-т контрольной	20	2	1,2	4,493541	
Хвост	890	89	0,29	48,32428	
	1000	100			

Опыт -2 (после 60 мин отстаивания)

	Выход γ, гр	Выход γ, %	Содержание меди, β, су	Извлечение, Е, %	
К-т основной	155	15,5	2,74	62,37791	64,43416
К-т контрольной	10	1	1,4	2,056253	
Хвост	835	83,5	0,29	35,56584	
	1000	100			

Таблица 2

ОП-3 (после 20 мин охлаждения)

	γ, гр	γ, %	β, су	γ *β	ε
К-т II перерешетки	49,5	4,95	9,78	48,411	54,2
Хвост	950,5	95,05	0,43	40,8715	45,7
	1000	100		89,2825	

ОП-4 (после 60 мин охлаждения)

	γ, гр	γ, %	β, су	γ *β	ε
К-т II перерешетки	30	3,11	12,5	38,875	67,2
Хвост	970	96,89	0,196	18,99044	32,82
	1000	100		57,86544	

Библиографический список:

1. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. Ташкент, «Фан» 2007. 256 с.
2. Мусаев Р.А., Хасанов А.С., Мусаев А.М. Особенности минерального состава медеплавильных шлаков АГМК // материалы научной конференции. Ташкент, 2005 С.269 – 275.



Хурсанов А.Х.
Председатель правления
АО «Алмалыкский ГМК»



ПОЗДРАВЛЕНИЕ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА С 60 - ЛЕТНИМ ЮБИЛЕЕМ!

Я с большим удовольствием поздравляю многотысячный и многонациональный коллектив Навоийского горно-металлургического комбината с 60-летним юбилеем.

Навоийский горно-металлургический комбинат является флагманом промышленности Узбекистана. По масштабу деятельности, величине производственных мощностей, широте ассортимента выпускаемой продукции, численности занятого персонала, комбинат является крупнейшим в республике предприятием, и вносит существенный вклад в социально-экономическое развитие Узбекистана.

История НГМК - это развитие урановой отрасли, начало строительства золотоизвлекательного комплекса, это колоссальный труд не одной тысячи людей, которые стояли у истоков комбината и поднимали в пустыне сложные горные предприятия и производственные комплексы и тех, кто продолжает сегодня самоотверженно трудиться, отдавая своему делу, профессии все силы, знания, опыт, частичку души.

Дальнейшее ускоренное развитие Навоийский горно-металлургический комбинат получил в период суверенитета республики, каждый год независимости отмечен в истории НГМК весомыми трудовыми подвигами и достижениями, оригинальными и оперативными решениями сложнейших проблем.

В комбинате работают высококвалифицированные кадры, которые своим профессионализмом и ответственностью, сплоченностью и самоотдачей обеспечивают стабильное выполнение государственных заказов, и ежегодно наращивают объемы производства.

Предприятие обладает высоким научным потенциалом, налажены прочные связи с крупнейшими отраслевыми научно-исследовательскими и академическими институтами. В сотрудничестве с ними совершенствуются и внедряются современные технологии, повышается производительность труда, идет техническое перевооружение, успешно реализуются государственные программы модернизации и локализации производства и инвестиционные проекты.

Навоийский горно-металлургический комбинат, являясь крупным градообразующим предприятием, большое внимание уделяет благоустройству и развитию социальной инфраструктуры городов и населенных пунктов, решению социальных вопросов, связанных с улучшением медицинского обслуживания, развития спорта, удовлетворения духовных потребностей, создания условий для достойной жизни не только тружеников и ветеранов НГМК, но и для населения всего Кызылкумского региона, благосостояние которого напрямую связано с комбинатом.

Коллективы АГМК и НГМК на протяжении многих лет связывают тесные деловые и партнерские отношения, в основе которых лежит постоянный обмен опытом, сотрудничество специалистов в разработке передовых технологий, взаимная поддержка друг друга во многих производственных вопросах.

Сегодня труженики Навоийского комбината работают над реализацией разработанной под руководством Президента нашей страны Шавката Миромоновича Мирзиёева государственной программы развития НГМК на длительную перспективу, которая предусматривает значительное повышение объемов производства, создание новых рабочих мест.

От имени тружеников Алмалыкского горно-металлургического комбината поздравляю коллектив НГМК с юбилеем! Желаю дальнейших успехов и плодотворной работы на пути дальнейшего экономического процветания нашей Родины, счастья и достатка Вашим семьям!

ИННОВАЦИОННЫЕ КЛАСТЕРЫ - ПУТЬ К СРЕМТЕЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ СТРАНЫ

Мақолада, кластерли ёндошувни бир шаклда ёки бошқа тарзда татбиқ қилган мамлакатлар тажрибаси, уларни иқтисодий ривожланишнинг янги даражасига олиб чиқди. Ишлаб чиқарилган маҳсулотлар нафақат мамлакат ичида, балки чет элда ҳам рақобатбардошдир. Юқори технологияли гуруҳларнинг ютуқлари турли соҳаларда қўлланилиши мумкин. Ҳукумат, тадқиқот ташкилотлари ва корхоналарнинг интеграцияси сизнинг иқтисодиётингиз салоҳиятини самарали амалга ошириш имконини беради.

Таянч иборалар: кластерли ёндашув, иқтисодий ривожланиш, ишлаб чиқарилган маҳсулотлар, юқори технологияли гуруҳлар, иқтисодиётнинг турли соҳалари, илмий-тадқиқот муассасалари, потенциал имкониятлар, ҳукумат интеграцияси, миллий иқтисодиёт.

The article presents the experience of countries that have implemented a cluster approach in one form or another, brought them to a new level of economic development. Manufactured products are competitive not only within the country, but also abroad. Achievements of high-tech clusters can be used in various fields. The integration of government, research organizations and enterprises allows you to effectively realize the potential of the economy.

Key words: cluster approach, economic development, manufactured products, high-tech clusters, various sectors of the economy, research organizations, potential opportunities, government integration, national economy.

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



Кадыров А.А.,
директор Межотраслевого центра
стратегических инноваций и
информатизации, д.т.н.,
профессор



Если мы сегодня начинаем строить наше великое будущее, то должны делать это, прежде всего, на основе инновационных идей, инновационного подхода ...

Ш.Мирзиёев

Вектор экономического развития Узбекистана, определенный Указами и Постановлениями Президента Узбекистана, Стратегией действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017–2021 годах, широкий спектр осуществляемых в стране реформ – предусматривают переход к инновационной экономике или к экономике знаний.

Анализ мировых тенденций развития показывает, что в решении всего спектра стратегически важных проблем различных стран в XXI веке ключевая роль также отводится инновациям, инновационной деятельности и основанной на знаниях экономике или инновационной экономике. Уровень технологического развития является одним из важнейших факторов, определяющих степень социально-экономического развития государства, его экономической и

политической независимости. Переход на траекторию устойчивого развития таких стран, как США, стран Европейского союза, Японии, ряда стран Юго-Восточной Азии достигнут на основе расширения инновационных процессов в реальном секторе экономики. За последние 20–25 лет количество работающих в инновационной сфере в США и Западной Европе увеличилось в 2 раза, в Юго-Восточной Азии – в 4 раза. В Евросоюзе доля инновационно активных промышленных предприятий составила более 50%, хотя в рамках ЕС этот показатель для различных стран значительно различается. В развитых странах мира 75% прироста ВВП получается именно благодаря инновациям. В основе результативности инноваций в этих странах лежит наличие системообразующего механизма, именуемого «Национальная инновационная система» (НИС) [1].

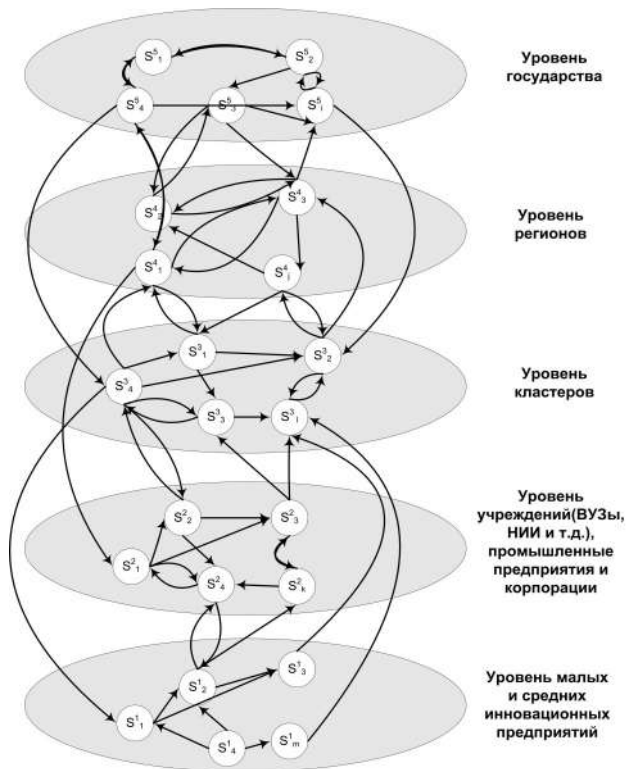


Рис. 1. Фрагмент структуры национальной инновационной системы.

В общей иерархии инновационных систем (рис. 1) важную роль играют кластеры, являющиеся одной из современных форм интеграции лидеров промышленного производства, научных центров, институтов, малых и средних инновационных предприятий. В различных развитых и развивающихся странах, в малых и больших государствах идет активный процесс формирования инновационных кластеров. Так, полностью кластеризована скандинавская промышленность. В США больше половины предприятий работают по такой модели взаимодействия. Важное место кластеры занимают в экономике Германии, Франции, Великобритании и других стран.

Впервые данный термин «кластер» ввел в разговорную речь Майкл Юджин Портер профессор кафедры бизнес-администрирования Гарвардской школы, американский экономист, являющийся прекрасным специалистом в области изучения конкурентных возможностей. В своих работах доктор М. Портер раскрыл аспекты «кластера предприятий», давая подробный анализ взаимосвязи между степенью развития кластеров и конкурентоспособностью региона или страны.

Он определил кластеры как «группы географически взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере, характеризующихся общностью деятельности и взаимно дополняющих друг друга» [2].

Географическая локализация. Организации, входящие в кластер, компактно располагаются на определенной территории. В условиях растущей глобализации территориальная принадлежность часто оказывается одним из не-

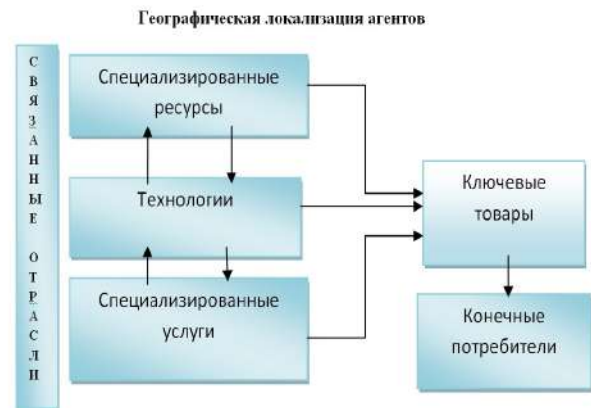


Рис. 2. Схема деятельности кластера.

многих источников дифференциации, которые не поддаются копированию со стороны конкурентов.

Взаимосвязь между предприятиями. Кластер является особой формой сети взаимосвязанных предприятий, и более глубокое развитие связей свидетельствует о степени развития самого кластера.

Технологическая взаимосвязанность отраслей. В кластере присутствуют предприятия разных отраслей, технологически связанные между собой. Обычно это компании, производящие готовую продукцию; поставщики специализированных факторов производства, компонентов, машин, а также сервисных услуг; финансовые институты; фирмы, обеспечивающие движение продукции по каналам сбыта; производители сопутствующих продуктов и др.

Критическая масса. Чтобы влияние на конкурентоспособность компаний кластера было ощутимым, необходимо наличие значительного числа участников взаимодействий. Принимая в качестве основы ставшие классическими признаки кластера по Портеру, можно говорить о кластере как группе географически локализованных взаимосвязанных компаний, поставщиков оборудования, комплектующих, специализированных услуг, инфраструктуры, научно-исследовательских институтов, ВУЗов и других организаций, взаимодействующих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом (рис. 2).

Внимательное изучение специфики существующих кластеров показывает, что развитый современный кластер представляет собой стратегическую межорганизационную сеть отраслевого или межотраслевого характера, объединяющую ресурсы и ключевые компетенции организаций-участников. Образование кластеров ускоряет процесс в отдельно взятых отраслях, ведет к всплеску инноваций и укрепляет способность к конкуренции на мировом рынке.

В зависимости от изменений внешней среды и рыночной конъюнктуры, кластеры формируются, расширяются, углубляются, а при неблагоприятных условиях могут со временем свертываться и распадаться. Подобная динамичность и гибкость кластеров является еще одним преимуществом по сравнению с другими формами организации экономической системы.



Таблица 1
Основные отраслевые направления кластеризации экономики некоторых европейских стран

Отраслевые направления	Страна
Электронные технологии и связь, информатика	Швейцария, Финляндия
Биотехнологии и биоресурсы	Нидерланды, Франция, Германия, Великобритания, Норвегия
Фармацевтика и косметика	Дания, Швеция, Франция, Италия, Германия
Агропроизводство и пищевое производство	Финляндия, Бельгия, Франция, Италия
Нефтегазовые комплексы и химия	Швейцария, Германия, Бельгия
Машиностроение, электроника	Нидерланды, Италия, Германия, Норвегия, Швейцария
Здравоохранение	Швеция, Дания, Швейцария, Нидерланды и Германия
Коммуникации и транспорт	Нидерланды, Норвегия, Ирландия, Дания, Бельгия
Энергетика	Норвегия, Финляндия
Строительство и их развития	Финляндия, Бельгия, Нидерланды
Легкая промышленность	Швейцария, Австрия, Италия, Швеция, Финляндия
Лесобумажный комплекс	Финляндия

Учитывая, что современные конкурентные преимущества практически полностью обусловлены преимуществами в технологиях производства, управления, организации продвижения товаров, успешное развитие конкурентоспособности экономической системы возможно при комплексном использовании теорий кластерного механизма и современных концепций инновационного развития. Инновационные кластеры объединяют в себе признаки научно-производственных, образовательных и промышленных кластеров. Целью деятельности инновационных кластеров является формирование эффективной системы взаимодействия и кооперации науки, образования и производства для повышения конкурентоспособности участников кластера, региона, где он расположен, и национальной экономики в целом [3, 4].

В этой связи многие страны - как экономически развитые, так и только начинающие формировать рыночную экономику - все активнее используют кластерный подход в поддержке наиболее перспективных направлений и форм предпринимательской деятельности, в формировании инновационной экономики (см. таблицу). Мировая практика свидетельствует, что в последние три десятилетия процесс формирования кластеров происходил довольно активно. В целом, по оценке экспертов, к настоящему времени кластеризацией охвачено около 50% экономики ведущих стран мира. В США в рамках кластеров работает более половины предприятий, а доля ВВП, производимого в них, превысила 60%. В ЕС насчитывается свыше 2 тысяч кластеров, в кото-

рых занято 38% его рабочей силы. Полностью охвачены кластеризацией датская, финская, норвежская и шведская промышленности. Так, Финляндия, чья экономическая политика базируется на кластеризации, на протяжении 2000-х годов занимает ведущие места в мировых рейтингах конкурентоспособности.

В настоящее время в Узбекистане кластеры и кластерная политика становятся важным подходом к развитию экономики страны, повышению ее конкурентоспособности, а также стимулированию инновационного развития.

Флагман горно-металлургической промышленности Узбекистана Государственное предприятие «Навоийский горно-металлургический комбинат» (НГМК) также является своего рода инновационным кластером по производству промышленной продукции.

В структуру комбината входят подразделения, расположенные в шести областях республики (Навоийской, Самаркандской, Бухарской, Хорезмской, Сурхандарьинской, Джизакской). Производственные объекты комбината, сосредоточенные в 32 структурных подразделениях, совокупно занимаются полным циклом производства драгоценных металлов, урана, включающим процессы от разведки запасов полезных ископаемых в недрах до готовых слитков золота пробы 999,9 и закиси-окиси урана, отвечающим требованием мирового рынка.

В рамках **производственного блока НГМК** можно выделить освоение новых видов продукции и расширение ассортимента, повышение технологического уровня производства и модернизацию материально-технологической базы.

Основной продукцией комбината являются драгоценные металлы (золото, серебро) и уран. Помимо производства драгоценных металлов и урана комбинат производит также продукцию машиностроительной промышленности, строительные материалы, продовольственные товары, трикотажные изделия, медицинские препараты и широкий спектр товаров народного потребления.

Для обеспечения конкурентоспособности комбината постоянно проводится работа по обновлению технологического оборудования, внедряются передовые энергосберегающие технологии по добыче, переработке минерального сырья и модернизируется материально-техническая база.

Реализуются наиболее перспективные инновационные проекты по усилению золото- и уранодобывающего производственного потенциала.

Формируются с последующим применением механизмы поэтапной реализации Программы по увеличению выпуска золота и урана.

Выполняются требования повышения безопасности и социальной ответственности производственных подразделений комбината.

Научно-инновационный блок включает в себя следующие функции:

- развитие научного и инновационного потенциала - кластера (комбината);
- создание задела по перспективным направлениям развития науки и технологии;



- создание благоприятного инновационного климата в рамках кластера;
- повышение эффективности коммерциализации инноваций;
- правовая поддержка защиты интеллектуальной собственности;
- разработка и реализация общих исследовательских проектов, формирование малых инновационных предприятий для реализации инновационных проектов участников кластера.

В целях обеспечения развития инновационного потенциала по перспективным направлениям деятельности комбината утверждена Программа инновационного развития Навоийского горно-металлургического комбината до 2026 года, включающая в себя реализацию 105 инвестиционных проектов по 11 направлениям деятельности. Программа содержит комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленных на разработку и внедрение новых технологий, соответствующих мировому уровню, а также на создание благоприятных условий для выполнения инновационного развития комбината [5].

Налажена система управления инновационной деятельностью комбината. Главным органом управления внедрения инноваций является научно-технический совет комбината, в состав которого входят 55 специалистов, в том числе представители Академии наук, высших учебных заведений и специализированных институтов Узбекистана.

За 2015-2017 годы свыше 30 объектов интеллектуальной собственности НГМК защищены патентами Республики Узбекистан, Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС, Швейцария), России и Украины.

За 2015-2017 годы свыше 26 объектов интеллектуальной собственности комбината (изобретения, полезные модели, промышленные образцы) были использованы в производственных процессах НГМК. Экономический эффект от внедрения инновационных продуктов составил более 67,3 млрд сум. Так, если в 2015 году количество использованных патентов в производстве составило 12 шт. с экономическим эффектом более 21,5 млрд сум., то данный показатель в 2017 году – 17 шт. на сумму 24,0 млрд сум.

Впервые в истории горно-металлургической промышленности Республики Узбекистан сотрудниками комбината и Навоийского государственного горного института в 2017 году получена Золотая медаль Всемирной организации интеллектуальной собственности при ООН «За изобретательство» (ВОИС, Швейцария). Золотая медаль присуждена за разработку и внедрение технологии «Способ извлечения золота из упорных сульфидных золотомышьяковых руд» (патент №IAP 05134 от 17.11.2015 г.).

В целях совершенствования механизмов внедрения инноваций, научно-инновационных разработок и технологий, в соответствии с Постановлением Президента страны, в комбинате созданы Фонд поддержки инновационной деятельности комбината и Фонд инновационного развития и новаторских идей. Средства указанных фондов будут направлены на финансирование мероприятий, связанных с разработкой новых технологий, реализацией инновационных идей и разработок. На указанные цели в текущем году комбинатом прогнозирован расход средств на сумму более 16 млрд сум.

Особое внимание следует уделить образовательному блоку, который предусматривает развитие кадрового потенциала кластера, создание и внедрение инновационных образовательных технологий, формирование системы непрерывного обучения.

Основным образовательным учреждением комбината является Навоийский государственный горный институт. Ежегодно в нем подготавливаются около 600 специалистов для горно-металлургической, химической и энергетической промышленности.

В институте успешно функционирует система послевузовского обучения, создан научный совет по защите докторских диссертаций по направлениям «Геотехнология» и «Обогащение полезных ископаемых». Научные сотрудники института и самостоятельные соискатели комбината проводят научно-исследовательские испытания на производственных объектах комбината, внедряют инновационные разработки в производство. В 2016-2017 годах на заседаниях научного совета успешно защитили докторские диссертации 14 научных исследователей.

Все три функциональных блока тесно взаимосвязаны и дополняют друг друга, формируя систему распространения знаний и воспроизводства человеческих и интеллектуальных ресурсов.

Систематизированные в статье данные о развитии промышленных кластеров позволяют утверждать, что развитие кластеров в различных отраслях экономики имеет перспективный характер, в связи с чем, культивирование идей развития кластерного подхода в экономическом развитии отраслей является актуальным. Ретроспективный анализ опыта различных стран показал, что внедрение кластерного подхода в той или иной форме вывело их на новую ступень экономического развития. Достижения высокотехнологичных кластеров могут быть использованы в самых различных сферах. Интеграция правительства, исследовательских организаций и предприятий позволяет эффективно реализовывать потенциальные возможности экономики страны, а глобализация, как фактор современных межгосударственных взаимоотношений, усиливает взаимообмен новыми технологиями и инновациями.

Библиографический список:

1. Кадыров А.А. Национальные инновационные системы и их региональные аспекты. Ташкент: Янги аср авлоди, 2011. 193с.
2. М. Porter. On competition. Harvard Business School Press, 1998, p. 197.
3. Кадыров А.А., Санакулов К.С., Бибиқ И.П. Концептуальные основы стратегии инновационного развития Кызылкумского региона. Ташкент: Узбекистан, 2013. 398с.
4. Романова О.А., Лаврикова Ю.Г. Потенциал кластерного развития экономики региона // Проблемы прогнозирования. ИНП РАН. 2008. №4. С.56-70.
5. Программа инновационного развития Навоийского горно-металлургического комбината до 2026 года.



НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДИСКОВОЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Мақолада тишли ғилдиракларни қора фрезалаш учун мўжалланган махсус йиғма диски фреза ҳақида малумотлар келтирилган.

Фақат тиш профилининг актив қисмида тоза ишловга припуск шакллантирувчи ушбу ишлабчиқилган фреза эволвент профилъга ега.

Таянч иборалар: шакллаш, тишли ғилдирак, тишларнинг эволвент сирти, нотекслик, қаттиқлик, припускларнинг жойлашуви.

In this article, we present the results of a study of a progressive method for processing gears using a special prefabricated disk milling cutter.

Prefabricated disk milling cutter is designed for rough gear milling of cog-wheels. The developed cutter has an involute profile, which forms an allowance for finishing only on the active section of the tooth profile.

Key words. *Shaping, gear wheels, involute tooth surface, roughness, hardness, the location of the allowances.*

Мардонов Б.Т.

проректор по международным
отношениям Навоийского
государственного горного
института, канд. техн. наук.,
доцент



Введение и актуальность исследования. В мировой практике основными современными тенденциями являются развитие металлообработки и совершенствование методов обеспечения точности и её контроля. Для того чтобы позволить создание технологических процессов с высокой концентрацией операций на одной позиции, для повышения доли механообрабатывающего оборудования и обеспечения точности и её контроля, механообрабатывающее оборудование оснащается системами ЧПУ. Внедрение многокоординатных многоцелевых станков с ЧПУ вызвало волну разработок новых схем формообразования фасонных поверхностей методом обката и как следствие, новых видов режущих инструментов, оснащенных современными инструментальными материалами.

Обработка деталей в многоинструментальных наладках современного оборудования, в сочетании с другими видами обработки резанием, позволяет получать более высокую точность изделия, обладает большими технологическими возможностями и высокой производительностью. Традиционные фасонные инструменты, используемые для окончательного формообразования эвольвентной поверхности зубьев, требуют специальных схем расчета профиля.

Во многих отраслях промышленности, таких как производство тяжелого, горно-шахтного и обогащительного производственного оборудования при изготовлении узлов привода широко применяются зубчатые колеса. С учетом специфических масштабов производства в этих отраслях зубчатые колеса производятся в единичных экземплярах или мелкими сериями. В связи с этим их изготовление происходит с применением металлообрабатывающего оборудования с ручным управлением, что обуславливает большое количество переходов при токарной обработке и на операциях зубофрезерования. Наибольшую трудоемкость в про-

изводстве таких колес занимают операции зубофрезерования. Эта группа операций выполняется на таких изделиях не менее чем в два перехода, в зависимости от степени точности изделия.

На первом этапе осуществляется черновое зубофрезерование, где удаляется из впадины зубьев до 70-80% материала. На втором этапе формируется окончательный профиль с заданной степенью точности. Второй этап является наиболее ответственным в производстве зубчатых венцов, от качества его выполнения зависит и качество изделия в целом.

Методика проведения исследования и использованное оборудование. Задачи, поставленные в работе, решались экспериментальными методами. В теоретических исследованиях применены основные положения технологии машиностроения, теории резания материалов, технологии металлов.

При измерении показателей качества обработанных поверхностей использовались современные методы измерения с помощью автоматических приборов. Экспериментальные исследования были проведены в лабораторий кафедры «Технология машиностроения» Навоийского государственного горного института и на базе ПО «Навоийский машиностроительный завод» (г. Навои, Узбекистан). Для обработки зубчатых колес был подготовлен образец - заготовка из стали 40X (HB 160-280). На рис. 1 показано схема процесса резания и процесс обработки зубчатых колес с использованием специальной сборной дисковой фрезы.

Экспериментальное исследование и обсуждения.

Технология обработки зубчатых колес связана с определенными сложностями. Это в первую очередь с необходимостью удаления большого объема металла из впадин

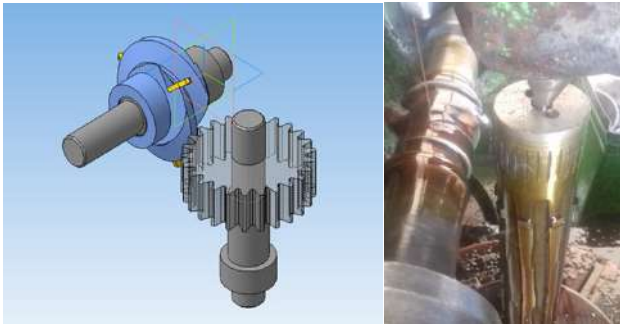


Рис. 1. Схема процесса резания и процесс обработки зубчатых колёс. а – схема процесса резания; б – процесс обработки.

зубчатого венца колёс.

При удалении металла из впадин зубчатого венца колёс необходимо также обеспечивать требуемую точность зубчатого венца.

Производство зубчатых колёс связано с большим количеством задач, которые необходимо решать в условиях конкретного производства.

К таким задачам нужно отнести:

- выбор оптимального профиля припусков на чистовую операцию обработки зубчатого венца ведущего и ведомого колёса;
- рассчитать радиусы начала активного участка профилей зубчатого колёса и шестерни;
- выбрать схему расположения граней резцов резцовой головки;
- рассчитать значения углов режущих граней резцов и др.

В научных работах по обработке крупномодульных колёс приводятся различные схемы расположения припусков под чистовую обработку профилей зубьев зубчатых колёс [1,2]. На рис. 2 приведены схемы расположения припусков под чистовую обработку зубчатых колёс [2].

Из схем расположения припусков видно, что припуск расположен по всему периметру профиля впадины. Это приводит к необходимости при чистовой обработке к снятию металла по всему периметру профиля впадин зубьев зубчатого венца. Нами предложена новая схема расположения припусков под чистовую обработку профилей впадины зубчатого венца. Идея новой схемы расположения припусков под чистовую обработку заключается в том, что припуск расположен не по всему параметру впадины зубьев зубчатого венца. На рис. 3 показана новая схема расположения припусков.

Из схем расположения припусков видно, что припуск расположен не по всему периметру профиля впадины, а только на участке профиля участвующего при работе зуб-

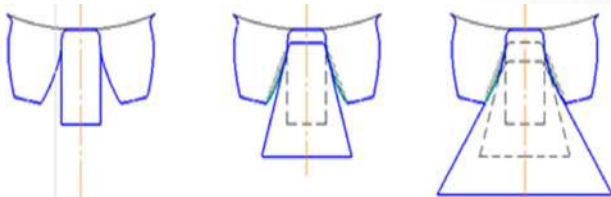


Рис. 2. Схема расположения припусков.

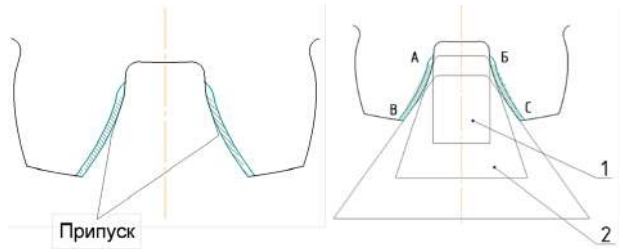


Рис. 3. Новая схема расположения припусков. а – припуск на профилях зубьев зубчатого колёса на высоте активного участка профиля; б – схем обработки впадины двумя резцами.

чатого колёса в паре с другим зубчатым колёсом, находящегося с ним в зацеплении. На рис. 3а показан припуск на профилях зубьев зубчатого колёса на высоте активного участка профиля. На рис. 3б показана одна из схем обработки впадины двумя резцами:

- резец 1 формирует впадину зубьев на ширине между точками начала активного участка профилей зубьев;
- резец 2 в количестве от одного до нескольких с разными углами давления на профиль зуба формирует припуски по высоте зубьев зубчатого колёса.

Новая схема расположения припусков имеет преимущество в том, что на финишной операции отпадает необходимость обработки профиля у ножки зуба. По разработанной схеме расположения резцов на заводе ПО «Навоийский машиностроительный завод» изготовлена дисковая фреза для черновой обработки крупномодульного зубчатого колёса модулем 20 мм.

На рис. 4 показана фотография сборной дисковой фрезы имеющей несколько кассет - обработки впадины зубьев зубчатого колёса модулем 3 мм с числом зубьев $z = 3$, $D = 32$ мм [3,4]. сборной дисковой фрезы.

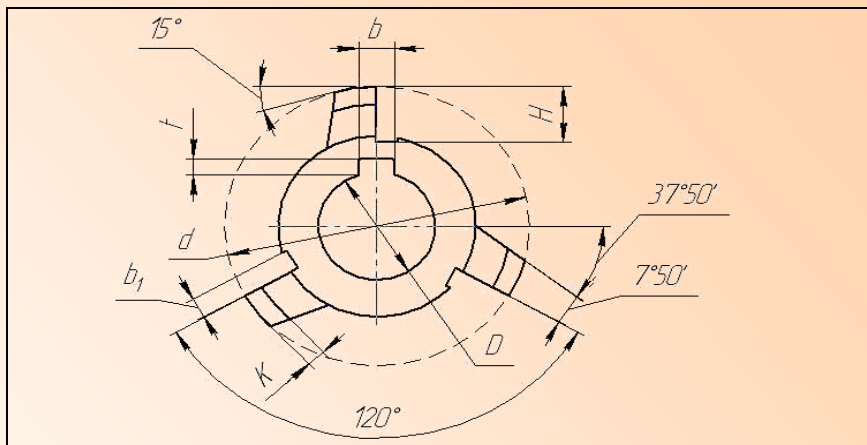
Таблица 1
Геометрические параметры сборной дисковой фрезы

Модуль m	Фреза		
	d , мм	D , мм	L , мм
1,5-1,75	Ø 63	Ø 27	9,5-11
2,0-2,25	Ø 70	Ø 27	12,5-14,5
2,5-2,75	Ø 80	Ø 32	16-17,5
3-3,75	Ø 90	Ø 32	19-23,5
4-4,5	Ø 100	Ø 32	25-28
5-5,5	Ø 112	Ø 40	31,5-34,5



Таблица 2

Геометрические параметры сборной дисковой фрезы.



Мо- дуль	d mm	D mm	b mm	t mm	b ₁ mm	α град.	γ град.	Р mm
1,5	Ø 63	Ø 27	8	3,3	4	15	0	4,71
1,75	Ø 63	Ø 27	8	3,3	4	15	0	5,49
2	Ø 70	Ø 27	8	3,3	4,5	15	0	6,28
2,25	Ø 70	Ø 27	8	3,3	4,5	15	0	7,06
2,5	Ø 80	Ø 27	8	3,3	4,5	15	0	7,85
2,75	Ø 80	Ø 27	8	3,3	4,5	15	0	8,635
3	Ø 90	Ø 32	10	3,3	5	15	0	9,42
3,75	Ø 90	Ø 32	10	3,3	5	15	0	11,775
4	Ø 100	Ø 32	10	3,3	5	15	0	12,56
4,5	Ø 100	Ø 32	10	3,3	5	15	0	14,13
5	Ø 112	Ø 32	10	3,3	5	15	0	15,7
5,5	Ø 112	Ø 40	12	3,3	6	15	0	17,27

По применению новых фрез можно ожидать существенную экономию инструментов на операциях чистовой обработки профиля зубьев зубчатого колеса.

В работе решена крупная проблема по повышению точности обработки зубчатых колес с сборными дисковыми модульными фрезами за счет разработки новой конструкции сборных дисковых фрез для чернового зубофрезерования.

2. Разработан способ черновой обработки зубчатых колес сборными дисковыми фрезами в условиях применения жесткой кинематической связи между вращением фрезы и заготовки, что позволяет вести обработку на токарных станках с ЧПУ с высокими скоростями резания.

3. Разработано специальное приспособление для обработки зубчатых колес на токарном станке с ЧПУ (при котором операция зубонарезания осуществляется на токарном станке с помощью специального приспособления которое устанавливается на резцедержатели токарного станка).

4. Разработана конструктивная схема дискового сборного инструмента и создана конструкция

фрезы, оснащенная сменными твердосплавными пластинами, обеспечивающая зубофрезерование колес с различными модулями (в пределах от 1,5мм до 5,5 мм).



Рис. 4. Сборная дисковая фреза.

Библиографический список:

1. Производство зубчатых колес. Справочник Под ред. д-ра технических наук Б.А.Тайца. М. Машгиз; 1963, - 683 с.
2. Прогрессивные методы производство зубчатых колёс и их производительность. Под ред. инж. М.Б. Громана. М. Машгиз; 1962,-302 с.
3. Мардонов Б.Т., Аслонов Ж. Совершенствование технологии изготовления сборной дисковой фрезы для чернового фрезерования. Материалы IX международной научно-технической конференции «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса» - Навои: Изд-во НавГГИ, 2017. – С.192.
4. Мардонов Б.Т., Аслонов Ж. Совершенствование технологии нарезания зубов цилиндрических зубчатых колес с помощью сборной дисковой фрезы. IX Международной научно-технической конференции «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса» - Навои: Изд-во НавГГИ, 2017. – С.193.



ДОСТИЖЕНИЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ГИГАНТА УЗБЕКИСТАНА ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Мақола Ўзбекистон кон-металлургия соҳасининг дарғаси ҳисобланган Навоий кон-металлургия комбинатининг 60 йиллигига бағишланган. Мақолада Навоий кон-металлургия комбинатининг сўнги ўн йил мобайнида мамлакатимизда амалга оширилаётган иқтисодий ислохотларга қўшган ҳиссаси, Ўзбекистон Республикасини 2017-2021 йилларда ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегиясини ҳаётга тадбиқ қилишда комбинатнинг асосий ишлаб чиқариш фаолияти, инвестициявий ва ижтимоий соҳаларда эришган ютуқлари аниқ рақамлар билан ёритиб берилган.

Таянч иборалар: олтин, кумуш, уран, маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажми, инвестиция дастури, инвестиция лойиҳалари, маҳсулот ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш дастури, импорт ҳажмини қисқартириш, маҳсулот таннархини камайтириш, инновацион ривожланиш, техник қайта жиҳозлаш, ишлаб чиқаришни модернизациялаш, иш ҳақи ва ижтимоий тўловлар, малакали кадрлар тайёрлаш.

The article is dedicated to the 60th anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Combine, which is the flagship of the mining and metallurgical industry of Uzbekistan. The article highlights the position of Navoi Mining and Metallurgical Combine in the implementation of economic reforms carried out in the country over the past decade, describes the achievements of the Navoi Mining and Metallurgical Combine in production, investment and social spheres as part of the implementation of the Action Strategy on the five Priority Development Fields of the Republic of Uzbekistan in 2017-2021 on specific numbers.

Key words: gold, silver, uranium, production volume, investment program, investment projects, program for localization of production, reduction of imports, reduction of production costs, innovative development, technical re-equipment, modernization of production, wages and social benefits, training of qualified personnel.

В современных условиях состояния мировой экономики, нужно иметь более чем веские основания для того, чтобы наметить столь высокие, учитывая реалии времени, рубежи. При этом те, кто хорошо знаком с ходом реализации экономической политики Узбекистана считают, что такие основания есть, и обозначенные цели вполне достижимы.

Послание Президента Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёева в Олий Мажлис, определившее приоритетное направление развитие страны, вызвал огромный интерес не только в самой республике, но и стал предметом глубокого изучения для зарубежных аналитиков, получивших возможность еще раз убедиться в эффективности экономической политики, разработанной и последовательно реализуемой руководством страны.

Среди основных задач, намеченных к реализации в нынешнем году, центральное место занимает дальнейшее укрепление экономики на основе инновационного развития, усиление ее конкурентоспособности, модернизации и диверсификации, что является важнейшим фактором обеспе-

чения благополучия и процветания страны, повышения уровня жизни населения.

В обеспечении исполнения первостепенных задач программ развития ключевую роль играют крупные предприятия базовых отраслей экономики, за счет средств которых реализуются намеченные проекты. В частности, флагман горно-металлургической отрасли Узбекистана Навоийский горно-металлургический комбинат также активно участвует в реализации крупных инвестиционных проектов. Деятельность комбината направлена на обеспечение дальнейшего повышения эффективности использования минерально-сырьевых ресурсов, увеличения объемов выпускаемой высоколиквидной продукции и интенсивного развития новых видов производств. По размерам занимаемой территории, масштабу деятельности, уровню доходности для государства, величине производственных мощностей, широте ассортимента выпускаемой продукции, численности занятого персонала, объему финансирования социальных программ комбинат занимает лидирующее место в экономике страны.



Костаев У.У.
начальник планово-экономического отдела
ФЭУ НГМК, к.э.н., доцент



Основной продукцией комбината являются драгоценные металлы (золото, серебро) и уран. Помимо производства драгоценных металлов и урана комбинат занимается добычей фосфоритного сырья и выпуском из него фосфоритной муки и фосфоритного концентрата. На базе местного сырья организован выпуск различных строительных материалов, налажена производства серной кислоты, взрывчатых веществ, поливинилхлоридных и полиэтиленовых труб, жидкого стекла, сернокислого железа. Комбинат производит также продукции машиностроительной промышленности, продовольственные товары, трикотажные изделия, медицинские препараты и широкий спектр товаров народного потребления. Реестр товарной продукции комбината состоит из 332 позиций и более 18 500 наименований.

За годы независимости деятельности комбината, уделяется особое внимание со стороны Правительства, принимаются решения, связанные с модернизацией технологического процесса и перевооружением действующих производств. Как известно, внедрение современных инновационных технологий требует значительных финансовых вложений, поэтому руководство комбината особо тщательно анализирует, изучает и прорабатывает каждый новый проект, привлекая к этому процессу ученых Академии Наук Узбекистана, специалистов ведущих проектных организаций и исследовательских институтов.

Реформы в экономической и инвестиционной деятельности комбината дают свои ощутимые результаты. За последние десять лет по комбинату обеспечен динамичный рост объемов производства. Так, если в 2008 году выпуск товарной продукции в сопоставимых ценах составил 13 023,6 млрд. сум, то ожидаемый объем производства продукции в текущем году составит 14 377,0 млрд. сум. Рост производства к 2008 году составит 110,4%.

Достижение темпа роста производства обусловлено за счёт строительства и ввода в эксплуатацию новых объектов, а также расширения, реконструкции, технического и технологического перевооружения действующих мощностей и перерабатывающих комплексов.

В рамках Инвестиционной программы за 2008-2018 годы освоены средства в сумме 2 604,9 млн. долл. За указанный период введены в эксплуатацию 55 проектов с общей стоимостью 1 817,7 млн. долл. В частности:

техническое перевооружение технологического оборудования, автомобильного и железнодорожного транспорта для обеспечения перевозки руды на ГМЗ-2 стоимостью 11,9 млн. долл. (2008 год);

ввод в эксплуатацию I очереди строительства горно-металлургического предприятия на объединенной сырьевой базе золоторудных месторождений «Кокпатас» и «Даугызтау» стоимостью 97,8 млн. долл. (2009 год);

реконструкция и расширение действующих производств ГМЗ-3 под технологию «Байокс» стоимостью 51,0 млн. долл. (2010 год);

строительство горнорудного комплекса на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны (I этап, место-

рождение «Чармитан»), техническое и технологическое перевооружение ГМЗ-2 (под переработку забалансовых руд), реконструкция и расширение ГМЗ-1 стоимостью 206,1 млн. долл. (2011 год);

строительство горнорудного комплекса на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны (II этап, месторождение «Гужумсай»), строительство горно-металлургического предприятия на объединенной сырьевой базе золоторудных месторождений «Кокпатас» и «Даугызтау» (II очереди), реконструкция карьера «Мурунтау» (IV очередь), расширение, техническое и технологическое перевооружение цеха кучного выщелачивания (I этап), реконструкция и расширение сернокислотного производства стоимостью 426,1 млн. долл. (2012 год);

строительство рудников подземного выщелачивания урана «Аленды», «Аулбек» и «Северный Канмех» стоимостью 72,7 млн. долл. (2013 год);

расширение существующего производства по обогащению фосфоритного сырья, техническое перевооружение Маржонбулакской золотоизвлекательной установки под переработку сульфидных руд, строительство рудника подземного выщелачивания урана «Сугралы» стоимостью 112,1 млн. долл. (2014 год);

техническое перевооружение рудников «Кокпатас» и «Даугызтау», вскрытие и отработка горизонтов 660 м и 600 м центральной части месторождения «Чармитан» стоимостью 31,2 млн. долл. (2015 год);

переработка складов минерализованной массы карьера «Мурунтау» методом кучного выщелачивания, углубка ствола шахты «Главный» с горизонта 720 м до горизонта 540 м рудника «Зармитан» (II этап, углубка горизонта 660 м до горизонта 600 м), строительство рудника «Мейлисай» стоимостью 55,3 млн. долл. (2016 год);

строительство добычного рудника на базе месторождений Аристантауского рудного поля, отработка запасов окисленных руд месторождений «Западный Амантайтау» и «Нукракон», расширение и реконструкция горно-добычного комплекса рудника «Восточный» стоимостью 56,2 млн. долл. (2017 год).

В параметрах Инвестиционной программы на 2018 год предусмотрен ввод 6 объектов на сумму 86,6 млн. долл. За истекший период текущего года введен в эксплуатацию завод эмульсионно-взрывчатых веществ, обеспечена углубка ствола шахты «Главный» с горизонта 720 м до горизонта 540 м рудника «Зармитан» (III этап, углубка с гор. 600 м до гор. 540 м) стоимостью 19,0 млн. долл. До конца текущего года будет обеспечено вскрытие и отработка запасов гор. 540 м центральной части месторождения «Чармитан», а также запасов горизонта 660 м и 600 м месторождения «Гужумсай» стоимостью 43,0 млн. долл.

Комбинатом ведется эффективная работа по освоению выпуска новых видов продукции, позволившей сократить объемы ввоза в страну импортных аналогов. В рамках Программы локализации за последние 10 лет комбинатом произведено продукции на общую сумму 1 177,1 млрд. сум с ростом объема производства в 2 раза. В 2018 году в рамках Программы локализации комбинатом осуществляется реа-



лизация 68 проектов локализации на сумму 78,7 млрд. сум, в том числе 35 новых проектов на сумму 29,8 млрд. сум. Кроме того, осваиваются более 200 видов импортозамещающей продукции на 23,4 млрд. сум, которые не предусмотрены в Программе локализации.

По реализации инвестиционного проекта «Усовершенствование технологии извлечения золота из упорных руд месторождений «Кокпатас» и «Даугызтау» на 2018 год осуществляется работа по освоению и производству на собственных мощностях нестандартного оборудования в количестве 600 тонн на сумму 960 тыс. евро, включенные в контракт с компанией «Инжиниринг Доберсек» (Германия).

В рамках межотраслевой кооперации, совместно с отечественными производителями, локализованы новые виды продукции, такие как лопасти мешалки, весы конвейерные, редукторы, манометры и датчики, муфты, ферросилиций ФС-45, радиаторы, насос Verex, комплект Remaslide, теплообменник пластинчатый, обогреватель инфракрасный излучатель и металлокомпозитные баллоны для респираторов изолирующих.

В целях развития и дальнейшего углубления интеграции науки и производства совместно с Навоийским отделением академии наук прорабатываются предложения по освоению импортозамещающей продукции, а именно: активированного угля, пыли цинковой, глета свинцового и комплексного стабилизатора для труб ПВХ.

Для расширения объемов производства локализуемой продукции (оборудование, комплектующие, запасные части, реагенты и материалы), как на собственных производственных мощностях комбината, так и на предприятиях республики разрабатана и утверждена Дорожная карта мероприятий по сокращению импорта товаров (услуг) на 2018 год на сумму 47,6 млн. долл.

Принятые меры по локализации продукции, приобретению продукции в рамках межотраслевых кооперационных связей, а также оптимизации объемов, цен и структуры импорта позволят сократить ввоз импорта в 2018 году на 50,1 млн. долл.

Научный потенциал комбината очень высок, а тесное сотрудничество с компаниями - мировыми лидерами горно-металлургической отрасли - ускоряет инновационные процессы в условиях рынка, что в итоге позволяет снизить себестоимость товарной продукции. В частности, комбинатом в текущем году реализуется Комплекс мер по снижению себестоимости выпускаемой продукции, согласно которому сокращение расходов составит 515,5 млрд. сум. Это свидетельствует о снижении себестоимости выпускаемой продукции на 7,2 %. Общая сумма экономии за последние десять лет составила 2 939,6 млрд. сум, что позволила снизить себестоимости выпускаемой продукции более чем на 10 %.

Анализ финансовых показателей комбината за 2008-2018 годы показывает, что за счет принимаемых мер комбинатом по снижению себестоимости выпускаемой продукции обеспечиваются положительные финансовые результаты. Чистая прибыль комбината по итогам финансово-

хозяйственной деятельности за последние десять лет имеет положительную тенденцию роста. Так, если сумма чистой прибыли в 2008 году составила 179,2 млрд. сум, то по итогам текущего года она составит 2 165,0 млрд. сум, увеличившаяся в 12 раз.

Наряду с выполнением основных производственных задач, комбинат не забывает и о социальных аспектах жизни трудового коллектива, поддерживает социальную сферу для улучшения социальных условий жизни работников. Комбинатом реализуется комплекс мер по выполнению Государственных программ, ежегодно утверждаемых на Правительственном уровне. В частности, в текущем году комбинатом особое внимание уделяется выполнению Государственной Программы по реализации Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах в «Год поддержки активного предпринимательства, инновационных идей и технологий». В текущем году для социальной поддержки работников, ожидается расход средств в сумме более 100,0 млрд. сум.

Основным богатством славного комбината, безусловно, является трудовой коллектив. На подразделениях комбината трудятся свыше 58 тыс. человек. Забота об их здоровье, обеспечении необходимых условий для труда — первостепенная задача не только комбината, но и приоритетное направление реформ, проводимых Правительством в социально-экономической сфере.

Являясь уникальным градообразующим предприятием, комбинат в своих подразделениях создает новые рабочие места и рабочие места надомного труда. Количество создаваемых рабочих мест в системе комбината имеет динамичную тенденцию. По программам создания рабочих мест и обеспечения занятости населения за период 2008-2018 гг. создано 7 315 новых рабочих мест со штатной численностью 16 611 ед.

В целях реализации решений (поставленных задач) Правительства Республики Узбекистан и комплекса мер по снижению себестоимости продукции в 2011-2018 гг. проведена работа по сокращению дублирующих звеньев, оптимизации однотипных структур, численности персонала в обслуживающих и вспомогательных подразделениях комбината на 20 988 ед.

В итоге, за период 2008-2018 гг. существенно изменилась картина по производительности труда в комбинате. Так, в 2008 году среднемесячная производительность труда на 1 работника в сопоставимых ценах составляла 19,4 млн. сум, а в 2018 году ожидаемая среднемесячная производительность труда составит 22,9 млн. сум, рост за 10 лет составит более 18 %.

В целях дальнейшего укрепления кадрового потенциала комбината, повышения материальной заинтересованности квалифицированных специалистов, а также усиления их социальной защищенности принято постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 24.04.2017 г. № 232, предусматривающее изменение размеров районного коэффициента. Применение норм указанного документа позволило увеличить среднемесячную заработную плату



работников комбината от 3 % до 15 % в зависимости от места расположения подразделения или в среднем на 9 % по комбинату.

Кроме того, в 2013-2018 годах в целях реализации Указов Президента Республики Узбекистан о повышении размеров заработной платы, произведено повышение заработной платы работникам комбината в среднем в 2,8 раза.

Результативность мероприятий, проводимых комбинатом по подготовке и переподготовке кадров, повышению их квалификации заслуживает особого внимания. В частности, за 2008-2018 годы за счет средств комбината обучались 4 142 чел., в том числе 4 022 чел. - на дневных отделениях высших учебных заведений, из которых в Республике Узбекистан - 2 440 чел., в зарубежных странах - 1 702 чел.

Налажена система по повышению квалификации трудящихся в комбинате работников по заочной форме обучения в ВУЗах республики. В частности, количество работников комбината, обучающихся на заочных отделениях высших учебных заведений, в текущем году достигло 120 человек.

Комбинат на сегодняшний день имеет высокий научный потенциал, здесь работают более 10 тыс. человек с выс-

шим образованием, в том числе 7 докторов наук, 31 кандидат наук.

В целях совершенствования механизмов внедрения инноваций, научно-инновационных разработок и технологий в производство в комбинате созданы Фонд поддержки инновационной деятельности Навоийского горно-металлургического комбината и Фонд инновационного развития и новаторских идей. Средства указанных фондов будут направлены на финансирование мероприятий, связанных с разработкой новой технологии, реализацией инновационных идей, разработок и технологий. На указанные цели в текущем году комбинатом ожидается расход средств в сумме более 16,0 млрд. сум.

Таким образом, проводимые в комбинате социально-экономические реформы направлены на последовательное реформирование производственной деятельности, ускорение процессов модернизации и технического обновления действующих производственных мощностей комбината. Все они имеют исключительно важное значение, не только для процветания комбината, но и для дальнейшей диверсификации нашей экономики.



Группа компаний

**УВАЖАЕМЫЙ
КУВАНДИК САНАКУЛОВИЧ!**

С чувством огромной гордости и огромного уважения поздравляем Вас и в Вашем лице весь дружный и талантливый коллектив любимого нами Навоийского горно-металлургического комбината со славным юбилеем - шестидесятилетием создания и труда во славу Великого Узбекистана!

Красивые современные города, крупнейшие в мире карьеры и шахты, уникальные заводы - вот славные вехи на Вашем трудовом пути.

Мы считаем огромным подарком судьбы выпавшую на нашу долю возможность пройти с Вами часть этого славного пути и помогать Вам в Ваших великих делах, преобразивших природу и жизнь в этой части света.

Пусть над Навоийским ГМК всегда сияет солнце, пусть продолжает он свои колоссальные свершения во имя Вашей замечательной страны.

Здоровья Вам, счастья и больших творческих удач.

По поручению коллектива группы компаний Интегра

Президент группы компаний Интегра Канцель А.В.



УДК: 338.2

© Исраилов М.Э. 2018г.

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ «ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГП «НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

Мақолада рақамли иқтисодиётнинг ривожланишидаги ҳозирги аҳвол ва глобал тенденциялар, бизнес ва корхоналарни бошқаришни такомиллаштиришнинг янги имкониятлари, шу жумладан ахборот технологияларини жорий этиш йўли билан таҳлил қилинади.

Таянч иборалар: рақамли иқтисодиёт, аборот тизимлари, бошқарув самарадорлигини ошириш, рақамлаштириш, рақамли технологиялар, нарсалар интернет, электрон тижорат ва савдо, концепция, ривожлантириш.

The article describes the current state and global trends of the development of the digital economy, analyzes new opportunities for improving the management of business and enterprises, including through the introduction of information technology.

Key words: digital economy, information systems, management efficiency improvement, digitalization, digital technologies, Internet of things, e-commerce and trade, concept, development.



Исраилов М.Э.

Начальник технического отдела
УАТ ЦРУ НГМК

Стремительное развитие цифровых технологий приводит к кардинальным преобразованиям не только в экономике, но и в самом обществе. Так, благодаря сокращению информационных затрат цифровые технологии значительно снижают стоимость экономических и социальных транзакций для государства, компаний и физических лиц, способствуют инновациям, при которых транзакционные издержки становятся практически нулевыми, а также резко повышают эффективность: существующие виды деятельности и услуги становятся дешевле, быстрее или удобнее. И, наконец, цифровые технологии способствуют интеграции: люди получают возможность пользования ранее недоступными им услугами [1].

Данная инфраструктура, базирующаяся на электронном взаимодействии, становится новым вектором в развитии глобальной экономики, которая приобретает статус цифровой как экономической деятельности, основанной на цифровых технологиях [2] исходя из этапов цифровой революции (рис. 1).

Концепция цифровой экономики зародилась в последнем десятилетии XX в. с введением в обиход данного словосочетания в 1995 г. Николасом Негропonte из Массачусетского университета [3].

За прошедший период в научной среде сформировалось множество подходов к раскрытию термина «цифровая экономика».

Цифровая экономика – экономика, которая базируется на цифровых компьютерных технологиях. Цифровую экономику также иногда называют интернет-экономикой, новой экономикой, или веб-экономикой. Цифровые технологии в современном мире создают принци-

ально новые возможности для выстраивания взаимодействия между государством, бизнесом и населением, исключая длинные цепочки посредников и ускоряя проведение разнообразных сделок и операций [4].

Томас Месенбург определил 3 основных компонента цифровой экономики [8]:

- инфраструктура электронного бизнеса (технические средства, программные продукты, телекоммуникации, сети, человеческий капитал и др.);
- электронный бизнес (способ ведения бизнеса, а именно: любой процесс, реализуемый организацией с использованием ИК сетей);
- электронная коммерция (трансферт товаров, например, реализация книги в режиме онлайн) [5].

На протяжении первых 10 лет базой цифровой экономики являлись бизнес электронной торговли и сервиса. В дальнейшем уровень представляемых сервисов, значительно изменился, объединив ранее разрозненные технологии.

На фоне этого произошло формирование абсолютно новых подходов в управлении производственными процессами (рис. 2) [6].

В целях ускоренного развития страны на основе достижений мировой науки, инновационных идей, разработок и технологий, а также последовательной реализации задач, определенных Стратегией действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017–2021 гг от 7 февраля 2017 г. № УП-4947, были приняты такие нормативно-правовые акты, как № ПП-3832 от 03.07.2018 г. «О мерах по развитию цифровой экономики в Республике Узбекистан» и № УП-5544 от 21.09.2018 г. «Об

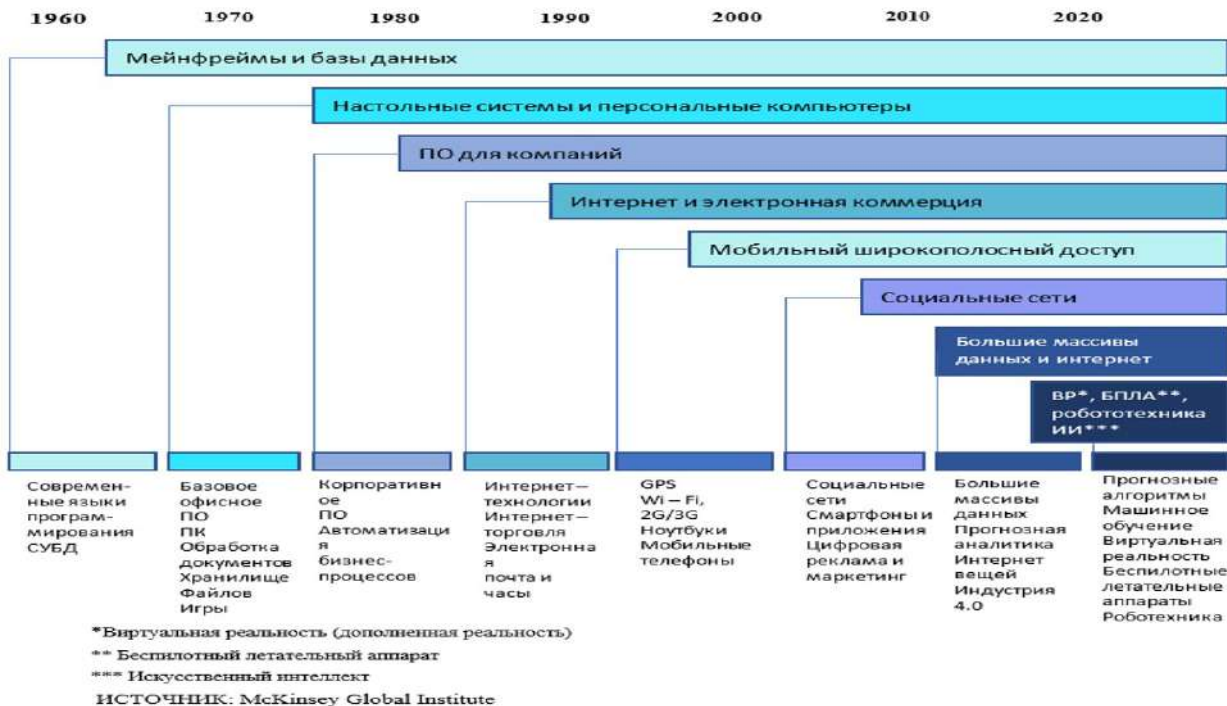


Рис. 1. Цифровая революция.

утверждении Стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2019-2021 гг» [7].

Узбекистан занимает седьмое место в мире по запасам урана (4 % мировых запасов урана), по общим запасам золота Узбекистан стоит на четвертом месте в мире, а по уровню добычи золота — на седьмом. Недропользование составляет основу реального сектора экономики Узбекистана, однако до сих пор недостаточно развит сектор обрабатывающей промышленности высокого передела.

Сегодня в Государственном Предприятии «Навоийский Горно-Металлургический Комбинат» (далее ГП «НГМК») работает более 60 тысяч человек, из них 60 % занято в производстве промышленной продукции. В структуру комбината входят пять основных горно-металлургических предприятий (на их базе построены города Навои, Учкудук,

Зарафшан, Нурабад, Зафарабад), а также производственное объединение «Навоийский машиностроительный завод» и Зарафшанское управление строительства.

В настоящее время ГП «НГМК» да и в целом вся горно-рудная промышленность Узбекистана имеет недостаточную, по сравнению с мировыми лидерами, технологическую оснащенность, что в целом, приводит к невысокой производительности труда и конкурентоспособности.

Несмотря на то, что часть месторождений в стране оснащена современным оборудованием и развитыми сетями передачи данных (около 25 %), существенная часть месторождений нуждается в модернизации.

Среди наиболее значимых сдерживающих факторов развития цифровой составляющей добывающей промышленности являются ограниченность финансовых ресурсов,

нехватка квалифицированных кадров, имеющих гибридную специализацию — как в отрасли, так и в ИТ, недостаточное понимание экономических выгод от внедрения цифровизации, а также ограничения инфраструктуры. В рамках реализации Стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2019-2021 гг ГП «НГМК» необходимо разработать синхронизированную «Программу индустриально-инновационного развития ГП НГМК - 2030» с учётом новых требований по цифровизации промышленного сектора, а также наладить совместную кооперацию по реализации проектов цифровизации между крупными компаниями горно-металлургического комплекса Республики, которая будет реализована в будущем в



Рис. 2. Стратегические приоритеты для стран на стадии зарождения цифровой экономики, перехода к ней или преобразования.



рамках единой сети связанных интернет объектов, в том числе датчиков, способных собирать и обмениваться данными, поступающими со встроенных систем.

Видение развития ГП «НГМК» к 2030 г. предполагает становление высокопроизводительной индустрии с широким применением автономной техники и системой принятия решений преимущественно на основе анализа больших данных. По всей цепочке создания стоимости будут внедряться сенсоры, датчики и передовые аналитические инструменты, позволяющие визуализировать данные, проводить сценарное моделирование и принимать на их основе решения. Кроме того, внедрение автономной техники, регулирование основных производственных процессов в автоматическом режиме позволит минимизировать участие человека и повысит уровень безопасности производства.

Основным проектом ГП «НГМК» в области цифровизации добычи руды должно быть внедрение цифрового рудника. Цифровые решения позволят улучшить производительность, а также безопасность и техническое обслуживание используемой техники и оборудования.

В горнодобывающей и обрабатывающей промышленности ГП «НГМК» ключевым трендом должен стать переход на новый технологический уровень в соответствии с современной мировой концепцией Индустрии 4.0.

К основным элементам Индустрии 4.0 относятся, аддитивные технологии, коллаборативные роботы, самооптимизируемое оборудование, беспилотные транспортные средства, предиктивное техническое обслуживание, машинное обучение и искусственный интеллект, облачные технологии, цифровой и виртуальный инжиниринг, интеллектуальное планирование и контроль производства, интеграция информационных систем управления производственными процессами, промышленный интернет, мониторинг состояния систем, дополненная и виртуальная реальность и т.д.

При этом важно привлечение отечественных поставщиков, инжиниринговых компаний и исследовательских центров для разработки и внедрения этих технологий. Благодаря такому подходу внутренний спрос станет локомотивом развития местных технологических компаний.

Одним из ключевых элементов политики комбината должны стать подготовка и переподготовка кадров. В данном контексте потребуются адаптация образовательной системы и инфраструктуры к новым требованиям цифровой эпохи. В частности, прежде всего направление создания условий для развития технологического предпринимательства и инноваций с устойчивыми горизонтальными связями между комбинатом, научной сферой и государством.

Библиографический список:

1. WordBank. World Development Report 2016: Digital Dividends / Word Bank Group, 2016.
2. Электронная экономика // Википедия [2016–2016] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=81412399> (дата обращения: 18.07.2016).
3. Neogronte, N.(1995)Being Digital Knopf (Paper edition 1996, Vintage Books)
4. Цифровая экономика: как специалисты понимают этот термин // РИА Новости–2017 [Электронный адрес URL: <https://ria.ru/science/20170616/1496663946.html>] (дата обращения 02.04.2018)
5. Mesenbourg, T.L. Measuring of the Digital Economy //The Netcentric Economy Symposium. University of Maryland, 2001.
6. "Иқтисодиёт ва инновацион технологиялар" илий электрон журналу. № 5, сентябрь-октябрь, 2017 йил № 5, 2017 www.iqtisodiyot.uz 11.
7. [Электронный ресурс]. –<http://www.lex.uz> 1.№УП-4947 07.02.2017 г.;2. №ПП-3832 03.07.2018 г.; 3. №УП-5544 21.09.2018 г.

УВАЖАЕМЫЕ СОТРУДНИКИ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА, КОЛЛЕГИ!



ВНИПИ
ПРОМТЕХНОЛОГИИ

Сотрудники АО «ВНИПИпромтехнологии» поздравляют коллектив государственного предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат» со славным 60-летним юбилеем!

Нас связывают долгие годы плодотворного сотрудничества - от истоков уранового производства до развертывания широкомасштабной золотодобычи. Совместными усилиями мы находили эффективные технологические решения. Мы надеемся, что и дальнейшем наше сотрудничество будет более успешным.

От всей души желаем работникам комбината крепкого здоровья, процветания и новых успехов на благо научно-технического прогресса в горном деле.

Коллектив АО «ВНИПИпромтехнологии»

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА И РЕКУЛЬТИВАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Ер остида эритмага ўтказиш усули билан урани қазиш олиш бўйича тадқиқотлар маълумотлари ва улар асосида ишлаб чиқилган илғор технология лар келтирилган. Уранның арзон ва самарадор оксидлари сифатида ҳаво кислороди, техник кислород ва уч валентли темир ионларидан фойдаланиш асослантилган. Уч валентли темир ионлари манбаси сифатида 3-сонли гидрометаллургия заводининг ишлаб чиқариш чиқиндилари - декантацияга қарши ювишдаги оқовасидан фойдаланиш таклиф этилган. Шунинг билан бирга, радиоактив кон ағдармалар – Учқудуқ ва 1-сонли гидрометаллургия заводининг ағдармаларини рекультивация қилиш технологияси ҳам тавсифланган.

Таянч иборалар: Ер остида эритмага ўтказиш, уран, ишлаб чиқариш чиқиндилари, кон ағдармаси, уч валентли темир, кислород, рекультивация.

The data of research and technologies of progressive mining of uranium developed on their basis by the method of underground leaching are presented. The use of uranium oxygen in air, technical oxygen and ions of three valence iron as available and effective oxidizers has been substantiated. As a source of ions of three valence iron, it was proposed to use the production waste - the discharge of the anti-decanter washer of HMP-3. The technologies for the reclamation of radioactive waste - mining dumps of Uchkuduk and the tailings of HMP-1 are also described. All described technologies are protected by patents of the Republic of Uzbekistan.

Key words: underground leaching, uranium, production wastes, mountain dump, three valence iron, oxygen, recultivation.

Добыча урана с использованием доступных и эффективных окислителей. Учитывая, что доля четырехвалентного урана в отдельных типах руд составляет 40- 60%, подбор и использование окислителей для перевода UO_2 в раствор имеет большое значение. Особую актуальность это приобретает при выщелачивании урана из высококарбонатных руд, где кислотное выщелачивание неприемлемо по экономическим соображениям, а значит использование таких окислителей как азотная кислота и пиролюзит просто невозможно. Исследования, проведенные в последние десять лет, а также результаты опытно-промышленных работ и промышленного освоения технологий выщелачивания урана позволяют сделать следующие выводы.

При сернокислотном выщелачивании урана из низкокарбонатных, силикатных и алюмосиликатных руд наилучшие показатели как по кинетике, так и по полноте выщелачивания урана обеспечивает использование в качестве окислителя ионов трехвалентного железа (Fe^{+3}). В качестве источника ионов трехвалентного железа было предложено использовать отход производства – продукт биоокисления сульфидного флотоконцентрата бактериями *Acidithiobacillus ferrooxidans*, который содержит 1-10 g/l серной кислоты, 5-30 g/l ионов трехвалентного железа (слив ПТД-1) [1].

Так, при сернокислотном выщелачивании урансодержащих горных отвалов Учқудука добавка ионов Fe^{+3} в количестве 0,5-0,6 g/l (в виде слива ПТД -1) обеспечила прирост извлечения урана на 4-5%. Существенное преимущество использования ионов Fe^{+3} в качестве окислителей урана состоит также в том, что в отличие от нитратных или хлоридных окислителей их влияние на процесс анионообменной сорбции урана минимально.

В случае, когда руды содержат достаточное количество соединений трехвалентного железа, то добавка окислителей при их сернокислотном выщелачивании необязательна. Это касается руд чёрносланцевого типа, при сернокислотном выщелачивании которых равновесная концентрация Fe^{+3} достигает 4-6 g/l. Даже при температуре окружающей среды из измельченной руды уран извлекается на 90-92% за первые 1-2 h выщелачивания. Возникающая при дальнейшей сорбционной переработки растворов проблема отделения урана от ванадия, решается путём поддержания на выщелачивании значения ОВП = 440-570 mV. При этих значениях ОВП ванадий переходит в раствор в виде четырехвалентного ванадила - катиона VO^{+2} и анионитами из раствора не извлекается [2].

Санакулов К.С.,
генеральный директор НГМК,
д.т.н., профессор



Петухов О.Ф.
зам. начальника ЦНИЛ НГМК по
науке, д.т.н.





При выщелачивании урана из высококарбонатных руд ($\text{CO}_2 > 2-3\%$) в качестве окислителя неплохо зарекомендовал себя гипохлорит натрия. Этот окислитель эффективен в щелочных (бикарбонатных) средах. Подземное выщелачивание урана с использованием гипохлорита натрия рекомендуется проводить в две стадии [3].

Основной недостаток гипохлорита натрия – его нестойкость, в течение времени он разрушается. Кроме того, образующиеся в процессе окисления хлорид – ионы отрицательно сказываются на сорбции урана.

Поэтому в последние годы внимание геотехнологов было сконцентрировано на использовании экологически чистых окислителей – кислорода воздуха и технического кислорода. В результате проведения опытно-промышленных работ на ряде месторождений ПВ были разработаны и успешно внедрены комбинированные способы подачи газообразных окислителей в рудный пласт [4,5]. На первом этапе окисление рудного пласта производят путём нагнетания под давлением воздуха или подачи технического кислорода с выщелачивающим раствором в откачные скважины, и после откачки продуктивных растворов из откачных скважин на сорбцию, в закачные скважины подают технический кислород вместе с выщелачивающим раствором с последующей откачкой продуктивных растворов из откачных скважин и направлением их на сорбцию. Значение pH выщелачивающих растворов регулируют в пределах $\text{pH} = 3,0-4,5$. Концентрацию кислорода в исходном выщелачивающем растворе регулируют в пределах $150-250 \text{ mg/l}$.

Нагнетание воздуха под давлением осуществляют с помощью специального устройства – пакера, способного обеспечить давление воздуха на глубины, при которых напор подземных вод на кровлю рудоносного пласта составляет $100-500 \text{ m}$ [6]. Подачу кислорода в исходный выщелачивающий раствор осуществляют с использованием эжекторов, которые устанавливают на устье скважин.

Рекультивация горных отвалов. В период с 1958 до 1991 годы в районе г. Учкудук в процессе разработки месторождения «горным способом» добычи урана сформировались 23 радиоактивных горных отвала - забалансовых (убогих) руд общим объемом 1400 тыс. m^3 или $2,25 \text{ млн. t}$ горной массы со средним содержанием урана $0,02\%$ (далее – радиоактивные горные отвалы).

Радиоактивные горные отвалы занимают площадь в 237 тыс. m^2 , а запасы урана составляют примерно 450 t . Негативное воздействие радиоактивных горных отвалов на окружающую среду осуществляется через ветровой (пылевой) разнос радионуклидов. Мощность экспозиционной дозы (МЭД) гамма – излучения находится в пределах $40-300 \mu\text{R/h}$ и достигает на отдельных участках $1000 \mu\text{R/h}$. Значения удельной альфа – активности находятся в пределах $50-80 \text{ Bk/kg}$.

Выделение радона (эксхалляция радона) находится в пределах $0,03-1,5 \text{ Bk/m}^2\cdot\text{s}$ и достигает на отдельных участках значения $3,5 \text{ Bk/m}^2\cdot\text{s}$.

В соответствии с СанПиН № 0193 -06 Республики Узбекистан (п.3.12 – 16) твёрдые радиоактивные отходы (это отходы с удельной альфа – активностью менее 100 kBk/kg)

разрешается захоранивать в ликвидированных карьерах по добыче урановых руд.

В НГМК разработана и прошла опытно - промышленную проверку технология захоронения радиоактивных горных отвалов с очисткой горной массы отвалов от радионуклидов и дополнительным извлечением урана [7].

В результате рекультивации радиоактивных горных отвалов по разработанной технологии содержание урана в хвостах, уложенных и захороненных в ранее отработанном урановом карьере, снижается с $0,02-0,03$ до $0,0005 - 0,0020$ процентов, т.е. в $15-40$ раз. При этом значение МЭД гамма – излучения уменьшается с $200-300$ до $30-50 \mu\text{R/h}$, т.е. в $6-7$ раз, а среднее значение удельной альфа – активности уменьшается с $70-80$ до $10-15 \text{ kBk/kg}$, т.е. в $5-7$ раз. При заполнении карьера радиоактивными горными отвалами, из которых извлечена основная масса урана, предполагается создание сверху дополнительного защитного экрана из нерадиоактивных горных пород и почвы.

Захоронение радиоактивных твёрдых отходов гидрометаллургического завода (ГМЗ-1). В настоящее время угрозу экологической безопасности представляют радиоактивные твёрдые хвосты ГМЗ-1 НГМК, которые складировались в специально построенном хвостохранилище. Хвостохранилище ГМЗ-1 вмещает 60 миллионов тонн радиоактивных отходов и занимает площадь 630 га . Это самый крупный накопитель радиоактивных отходов в Республике Узбекистан. Суммарная альфа-активность хранилища составляет 15 тысяч Кюри ($15\,000 \text{ Ci}$), что эквивалентно 15 килограмм радия (Ra). Мощность экспозиционной дозы (МЭД) гамма – излучения находится в пределах $950-1250 \mu\text{R/h}$ и достигает на отдельных участках $1700 \mu\text{R/h}$. Выделение радона (эксхалляция радона) находится в пределах $0,5-6,4 \text{ Bk/m}^2\cdot\text{s}$ и достигает на отдельных участках значения $7,0 \text{ Bk/m}^2\cdot\text{s}$. Отрицательное воздействие радиоактивных отходов хвостохранилища на окружающую среду осуществляется посредством ветрового разноса радионуклидов, их инфильтрации с атмосферными осадками в подземные воды и выделения (эксхалляции) радиоактивного газа радона (Rn) с поверхности хвостохранилища.

В НГМК разработан и освоен в промышленном масштабе новый, экономичный способ создания противорадиационного и противодиффузионного экрана с использованием отходов гидрометаллургической переработки золотосодержащих руд, а именно – пульпы хвостов сорбционного извлечения золота с определённым гранулометрическим составом твёрдой фазы [8].

Суть технологии создания экрана заключается в том, что на поверхность радиоактивных твёрдых отходов в определённой последовательности, послойно намывается нерадиоактивная (инертная) пульпа хвостов (отходов) гидрометаллургической переработки золотосодержащих руд. Подача нерадиоактивной (инертной) пульпы хвостов производится послойно с помощью распределительного пульпопровода с выпусками по длине. За счет отбора пульпы из пульпопровода с использованием специальных выпусков достигается необходимый гранулометрический состав твёрдой фазы. Экран создают путем формирования про-



слоек высотой 15- 20 см (отдельно от 1 до 2 м) и последующего просушивания каждой прослойки в естественных условиях до естественной влажности.

Таким образом, одновременно решаются две задачи: размещаются отходы золотоизвлекательного производства и захораниваются радиоактивные отходы ГМЗ-1.

Разработанная технология позволяет создавать экран, обладающий как противорадиационными, так и противофильтрационными свойствами. Это объясняется тем, что послойное нанесение пульпы хвостов (отходов) гидрометаллургической переработки золото-содержащих руд, с высыханием каждого нанесённого слоя в естественных условиях, вода верхнего слоя удерживает воздух в порах нижележащего слоя. Это снижает капиллярную проницаемость грунта и, соответственно, эксгаляцию радона.

Высота защитного противорадиационного и противофильтрационного экрана может составлять 0,5-1,5 м.

Эта величина зависит от исходного состояния загрязнённого участка, а также от качества выполнения работ при создании экрана. менее 0,005 мм.

К концу 2017 года по разработанной технологии создан защитный противорадиационный и противофильтрационный экран общей площадью примерно 400 000 м² (40 га).

За последнее десятилетие в НГМК разработаны и внедрены в промышленность инновационные технологии добычи урана с использованием доступных и дешёвых окислителей, позволившие сократить расход серной кислоты и увеличить интенсивность отработки месторождений.

Внедрение инновационных технологий в области рекультивации радиоактивных отходов позволило снизить их отрицательное воздействие на окружающую среду.

Библиографический список:

1. Патент Республики Узбекистан № IAP 05336 МПК С 22В 60/02 от 26.03. 2013 года. Способ выщелачивания урана // Авторы Санакулов К.С., Снитка Н.П., Петухов О.Ф., Золотарёв Ю.П., Руднев С.В. и др.
2. Патент Республики Узбекистан № IAP 05479 МПК С 22В 34/22 от 12.06. 2015 года. Способ комплексной переработки чёрносланцевых руд // Авторы Санакулов К.С., Петухов О.Ф., Золотарёв Ю.П., Каримов А.К., и др.
3. Патент Республики Узбекистан № IAP 04442 МПК С 22В 34/22 от 20.11.2009 года. Способ подземного выщелачивания урана // Авторы Санакулов К.С., Петухов О.Ф. и др.
4. Патентная заявка Республики Узбекистан № IAP 20160547 МПК С 22В 34/22 от 28.12.2016 года. Способ подземного выщелачивания урана // Авторы Санакулов К.С., Снитка Н.П., Петухов О.Ф., Золотарёв Ю.П., Анищенко А.А. и др.
5. Патентная заявка Республики Узбекистан № IAP 20170517 МПК С 22В 34/22 от 29.11.2017 года. Способ подземного выщелачивания урана // Авторы Санакулов К.С., Снитка Н.П., Петухов О.Ф., Рузиев О.Б., Назаров В.Ф. и др.
6. Патент Республики Узбекистан № IAP 04950 МПК В 21 В 33/12 от 15.03.2012 года. Устройство для окисления рудоносного пласта // Авторы Санакулов К.С., Снитка Н.П., Истомин В.П., Петухов О.Ф. и др.
7. Патент Республики Узбекистан № IAP 05510 МПК Е 21С 41/00 от 04.11. 2014 года. Способ рекультивации радиоактивных горных отвалов // Авторы Санакулов К.С., Снитка Н.П., Петухов О.Ф., Золотарёв Ю.П., Каримов А.К., Анищенко А.А. и др.
8. Патент Республики Узбекистан № IAP 04444 МКИ G 21 F 9/28 от 09.12. 2009 года. Способ создания противофильтрационного и противорадиационного экрана // Авторы Санакулов К.С., Ослоповский С.А., Тухтаев А.К., Петухов О.Ф. и др.

УВАЖАЕМЫЙ КУВАНДИК САНАКУЛОВИЧ!

От имени компании ITOCHU Corporation мне предоставлена честь искренне поздравить коллектив ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» с 60-летним юбилеем. Мы от души желаем предприятию долгих лет успехов, роста и процветания под Вашим чутким руководством.

Полагаем, что история Вашего предприятия является ярким примером того, насколько важны увлечённость, энергия, профессионализм для роста небольшой группы энтузиастов в одну из крупнейших горнодобывающих компаний в мире. Ведь сегодня НГМК выступает не только в роли промышленного локомотива республики, но и ведущей компании на глобальном рынке.

НГМК является нашим надёжным стратегическим партнером более десяти лет, и мы высоко ценим наше долгосрочное сотрудничество. Мы очень заинтересованы в его расширении и продолжении взаимовыгодных отношений в следующие десятилетия.

Пользуясь случаем, хотим выразить нашу искреннюю благодарность за плодотворное сотрудничество и передать наилучшие пожелания в достижении больших успехов в дальнейшие годы.

**С уважением исполнительный директор ITOCHU Corporation,
Президент компании-подразделения по металлам и минералам ИМАИ С.**



УДК 556.388

© Музафаров А.М., Урунов И.А., Журакулов А.Р., Аллаберганова Г.М. 2018 г.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ РАДОНА В РАЗЛИЧНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ

Ушбу мақолада ҳар хил ерости сувларидаги радон табиатининг хусусиятларини тадқиқ қилиш натижалари келтирилган. Сўнги йилларда ўтказилган тадқиқотлар таъм ва ҳидга эга бўлмаган оғир радиоактив газ (ҳаводан 7,5 марта оғирроқ) радон йиллик индивидуал таъсир дозасига ўта салмоқли ҳисса қўшаётганини кўрсатади. Аҳоли йиллик дозанинг катта қисмини айнан олдин бино ҳавосига, кейин эса олиндиған нафас ҳавоси билан аҳоли организмга тушадиган радондан оляпти. Кўп миқдордаги радон концентрацияси асосан шамоллатилмаган биноларда учрайди.

Таянч иборалар: ерости сувлари, радоннинг табиати, йиллик индивидуал доза, радиоактив парчаланиш, радиоактивлик қатори, радиация манбаи, барботаж, сорбциялаш колоннаси, радоннинг ҳажмий активлиги, радонни дезманациялаш.

This article presents the results of a study of the behavior of radon in various ground waters. Research conducted in recent years show that the most significant contribution to the annual individual effective dose has no stomach tasteless and odorless heavy radioactive gas (7.5 times heavier than air) radon. Most of the annual dose of the population receives it from radon, falling first into the indoor air, and then into its body along with the inhaled air. The concentration of radon in large quantities is found especially in unventilated areas.

Key words: groundwater, radon behavior, isotope analysis, annual individual dose, radioactive decay, radioactive series, sources of radiation, sparging, sorption column, radon volumetric activity, radon demulsification.

Актуальность: по оценке НКДАР ООН, радон вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада ответствен примерно за 75 % годовой индивидуальной эффективной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации, и примерно за половину этой дозы от всех естественных источников радиации. Большую часть этой дозы человек получает от радионуклидов, попадающих в его организм вместе с вдыхаемым воздухом, особенно в непроветриваемых помещениях [1-3, 10].

Радон является членами радиоактивного ряда, образуемого продуктами распада урана-238. Один из источников поступления радона в жилые помещения представляют собой вода. Концентрация радона в обычно используемой поверхностной воде чрезвычайно мала, но вода из некоторых источников, особенно из глубоких колодцев или артезианских скважин, содержит очень много радона [4, 5, 8].

Основную часть дозы облучения от радона человек получает, находясь в закрытом, непроветриваемом помещении. В закрытых помещениях концентрация радона в среднем примерно в 8 раз выше, чем в наружном воздухе [6, 7].



Музафаров А.М.
Главный инженер ЦНИЛ НГМК,
Доктор PhD по техническим
наукам



Урунов И.А.
Зав.кафедры «Общей физики»
НГГИ, к. ф.-м.н., доцент.



Журакулов А.Р.
Ассистент кафедры «Общей
физики» НГГИ



Аллаберганова Г.М.
Ассистент кафедры «Общей
физики» НГГИ

Исследование поведения радона представляет особый интерес в различных подземных водах, так как при анализе водных проб в большом количестве выявляется общая закономерность его образования и распределения, а также попадание и влияние на окружающую среду.

На основании вышеперечисленных проведенных исследований поведения радона в различных подземных водах являются актуальной задачей аналитической химии, прикладной ядерной физики и радиозоологии [8, 9, 11].

Техника и методика эксперимента: в пробах воды было выполнено более 100 анализов по определению радона в различных подземных водах, многофункциональным измерительным комплексом для мониторинга радона «КАМЕРА». Методика основана на дезманировании радона из пробы воды путем барботажа и переводе его в сорбционную колонку СК-13 с активированным углем и последующим измерением в лабораторных условиях активности радона, сорбированного в активированном угле (активности радона в угле).

Минимально измеряемые значения объемной активности радона в воде составляют, не более:



- при использовании для измерения активности радона в угле блока детектирования бета - излучения БДБ-13 – 0,5 Бк/л;

Основная погрешность измерений ОА радона в воде не превышает 30 %.

Отбор проб воды в барботер производят с помощью пробки для отбора, которая плотно навинчивается на барботер. Вода в барботер должна поступать через длинную трубку внутри барботера, нижний конец которой расположен в непосредственной близости от его дна, что позволяет максимально снизить возможное дезманирование радона из отбираемой пробы.

Подготовка к проведению барботажа отобранной пробы воды заключается в регенерации активированного угля, засыпке его в СК-13, проверке качества регенерации и настройки стенда для барботажа. Продолжительность барботажа должна составлять 25 мин., V= 0,2 л/мин.

По окончании барботажа отсоединяют «основную» СК-13 и плотно закрывают ее крышками, а уголь из «защитной» СК-13 высыпают для последующей регенерации. В журнале фиксируют дату и время отбора пробы, окончания барботажа, номер барботера и «основной» СК-13, а также место отбора пробы.

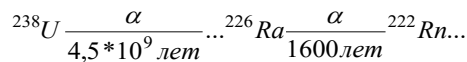
Далее вместо «защитной» СК-13 устанавливают сорбционную колонну, состоящую из двух последовательно соединенных СК-13 с регенерированным углем, и производят дополнительный барботаж пробы воды в течении 60 мин. для дезманирования оставшегося в сосуде радона. Затем доливают в сосуд ранее вытесненную воду (если воды оказалось недостаточно, то для полного заполнения сосуда рекомендуется использовать дистиллированную воду или воду с содержанием радия не более 0,05 Бк/л), закрывают его герметичной пробкой и выдерживают (по возможности в течении 20 или более d) для накопления радона из радия.

Измерение активности радона в угле «основной» СК-13 следует проводить, как правило, в интервале времени от 3 до 12 часов после окончания пробоотбора, чтобы избежать снижения точности измерений из-за распада сорбированного радона. В тех случаях, когда ожидаемая активность радона в угле более 2 Бк (измеряемая с использованием блока детектирования бета-излучения БДБ-13) объемной активности радона в пробе воды более 2 Бк/л, временной интервал может быть увеличен до 48-72 часов.

Полученные результаты и их обсуждения: пробы воды отобраны из скважин подземных вод. Расстояние между скважинами составила более 400 км. Одновременно можно выполнить 6 анализов, так как установка имеет шесть блока детектирования. Полученные результаты по определению объемной активности радона в различных подземных водах приведены в табл. 1.

Как видно из полученных результатов объемной активности радона определенное сразу после отбора в несколько раз больше чем установленной нормы (60 Бк/л) для питьевых вод. После 24 часов задержки водных проб объемной активности радона в них снижается 100-200 раз.

В отобранных пробах вместе с радоном определяли содержание радия, так как радон образуется при следующем ядерном превращении:



Как показывают наши результаты, объемной активности радона не зависит от содержания радия в этой воды. Данное подтверждение относится только для подземных вод. Данное подтверждение не относится для поверхностных вод, почвы, техногенных и других объектов.

Для детального исследований поведения радона мы проводили барботаж каждые 2 часа. На основании полученных результатов построили зависимость изменения

Таблица 1

Результаты объемной активности радона в пробах природных вод

№№ пробы	Время проведенных операций					ОА радона в пробе воды, Бк/л
	отбора пробы	начало барботажа	окончание барботажа	начало измерения	окончание измерения	
Результаты анализов с момента отбора проб						
1	10 ²⁰	10 ²⁰	10 ²⁷	12 ⁴⁸	13 ⁴⁸	247±24
2	10 ³⁰	10 ³⁰	10 ³⁷	12 ⁴⁸	13 ⁴⁸	284±28
3	13 ²⁵	13 ²⁵	13 ³²	21 ⁴⁵	22 ⁴⁵	355±41
4	13 ³²	13 ³²	13 ³⁹	21 ⁴⁵	22 ⁴⁵	466±53
5	13 ³⁹	13 ³⁹	13 ⁴⁶	21 ⁴⁵	22 ⁴⁵	455±49
6	13 ⁴⁶	13 ⁴⁶	13 ⁵³	21 ⁴⁵	22 ⁴⁵	255±25
Результаты после задержки проб 24 часа*						
1*	10 ²⁰	14 ²⁰	14 ²⁷	16 ⁴⁸	17 ⁴⁸	2,52±0,32
2*	10 ³⁰	14 ³⁰	14 ³⁷	16 ⁴⁸	17 ⁴⁸	2,45±0,3
3*	13 ²⁵	17 ²⁵	17 ³²	19 ⁴⁸	20 ⁴⁸	1,63±0,23
4*	13 ³²	17 ³²	17 ³⁹	19 ⁴⁸	20 ⁴⁸	2,60±0,31
5*	13 ³⁹	17 ³⁹	17 ⁴⁶	19 ⁴⁸	20 ⁴⁸	2,52±0,32
6*	13 ⁴⁶	17 ⁴⁶	17 ⁵³	19 ⁴⁸	20 ⁴⁸	2,45±0,3

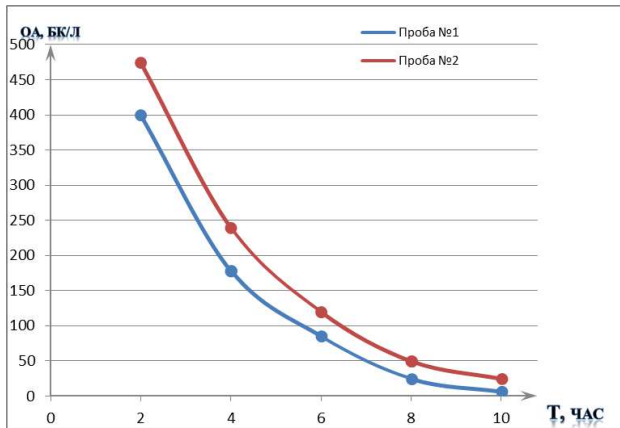


Рис 1. Зависимость изменения объемной активности радона от времени.

объемной активности радона от времени. Полученные зависимости приведены на рис 1.

Проба № 1 отобрана из скважины глубиной 180 м. Данная скважина находится в урановом рудном поле г. Нурабад и используется для водоснабжения отопительных систем поселка.

Проба № 2 отобрана из скважины глубиной 250 м, которой находится в урановом рудном поле г. Учкудук. Расстоя-

ние между этими скважинами составляет более 400 км.

Как видно из рис. 1, в обоих случаях уменьшение объемной активности радона происходит одинаковой закономерностью. То есть подземная вода обогащается радоном в результате поступления через поры земных капилляров. Как только подземная вода поднимается на поверхность и происходит контакт с атмосферным воздухом растворенный в подземной воде радон дегазируется и переходит в атмосферный воздух. Причиной происхождения этого процесса вероятно является разница плотности среды вода-воздух. Радон всегда выходит из более плотной среды (в нашем случае из воды) в менее плотную среду (в нашем случае атмосферный воздух). Здесь самым главным фактором является вероятно время контакта радоносодержащей воды с атмосферным воздухом.

Таким образом в результате проведенного исследования по изучению особенности поведения радона в различных подземных водах выявлено, что подземная вода обогащается радоном в результате поступления через поры земных капилляров и как только подземная вода поднимается на поверхность растворенный в нем радон покидает воду и переходит в атмосферный воздух. Кроме этого в подземных водах объемной активности радона не зависит от концентрации материнского

Библиографический список:

1. Возжеников Г.С., Бельшев Ю.В. Радиометрия и ядерная геофизика. Учебное пособие. - Екатеринбург.: 2006. - 418 с.
2. Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. - М.: Академия, 2004. - 240 с.
3. Бекман И. Радиоактивность, радионуклиды и радиация. - М.: PALMARIUM, 2014. - 498 с.
4. Бахур А.Е. Радиоактивность природных вод. АНРИ №2(8), 1996/97, - С.32 - 39.
5. Изотопы. Свойства, получение, применение. (под ред. В.Ю. Баранова) - М.: Издательство ЛКИ, 2000. - 703 с.
6. Privilov A.M. Radiometry in modern scientific experiments. -Wien.: Springer, 2011. -326 p.
7. Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. - М.: Академия, 2004. - 240 с.
8. Сапожников Ю. А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. - М.: БИНОМ, 2010. - 286 с.
9. Василенко О. И. Радиационная экология. -М.: Медицина, 2004. -216с.
10. Санитарные нормы и правила радиационной безопасности СанПиН № 0193-06, (НРБ и ОСПОРБ -2006). Ташкент. - 86 с.
11. Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Кутбеддинов А.К., Аллаберганова Г.М. Методы предварительной оценки радиоактивности природных вод. // Инновационные технологии горно-металлургической отрасли. Тез. док. Рес. кон. Навои. 21 октября. 2011. - С. 207-208.

УВАЖАЕМЫЕ СОТРУДНИКИ НАВОЙСКОГО ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА, КОЛЛЕГИ!



Иргиредмет гордится, что является вашим партнером в течение долгих лет. Наше сотрудничество проверено временем. Участвуя в разработке технических решений на производственных объектах комбината, мы чувствуем, что способствуем не только росту экономики наших стран, но и развитию творческого потенциала целых поколений ученых и сотрудников, действующих в единой команде. Работа с комбинатом стала для многих сотрудников Иргиредмета делом жизни.

Приветствуем вас в день славного 60-летнего юбилея, выражаем уверенность в дальнейшем плодотворном развитии наших творческих и производственных контактов, в разработке новых совместных проектов и внедрении современных решений!

Желаем НГМК оставаться золотодобытчиком № 1 в Центральной Азии и продолжать свое динамичное развитие. Здоровья и благополучия каждому сотруднику! Пусть всегда и во всем вам сопутствует удача!



© Сабиров Б.Т., Мирзаев А.У., Эркабаев Ф.И.,
Адылов Дж.К., Ахмедов Р.К., Пулатов Х.Л., Таиров С.С. 2018 г

УДК 661.666.461

ОЧИСТКА ОТ ПРИМЕСЕЙ АЦЕТИЛЕНОВОЙ САЖИ ДЛЯ НУЖД РЯДА ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЗБЕКИСТАНА



Сабиров Б.Т.
руководитель проекта, стар-
ший научный сотрудник, кан-
дидат технических наук



Мирзаев А.У.
председатель
Навоийского отделения
Академии наук РУз, д.г-м.н.



Эркабаев Ф.И.
старший научный сотрудник
Навоийского отделения Акаде-
мии наук РУз, д.т.н.



Адылов Д.К.
старший научный сотрудник-
исследователь Навоийского
отделения Академии наук РУз,
к.т.н.

Навоийское отделение Академии наук РУз

Мақолада "Навоиазот" ишлб чиқариш бирлашмасида атсетилен олишда иккиламчи махсулот сифатида ҳосил бўладиган қурумни тозалаш мақсадида олиб борилаётган тадқиқот натижалари баён этилган. Ҳосил бўлган қурумни куйдириш натижасида унинг қолдиқ қисмини камайтириш учун флотация усулида сирт-фаол моддалар иштирокида флотация реагентлардан фойдаланилган.

Таянч иборалар: қурум, намланганлик, флотация, флотореагентлар, йиғувчилар, қупик ҳосил қилувчилар, керосин, ишлатилган мой, суюқ шиша.

The article presents the results of studies on the purification of soot, which is formed when acetylene is obtained as a by-product in the production association Navoiāzot. Using the flotation method, studies have been carried out using surfactants as flotation agents to reduce ash content.

Key words: soot, wettability, flotation, flotation reagents, collectors, blowing agents, kerosene, waste oil, liquid glass.

Сажа — аморфный углерод, продукт неполного сгорания или термического разложения углеводородов в неконтролируемых условиях. Применяется в основном в шинной и резинотехнической промышленности (три четверти всего производства сажи) В больших количествах её используют для приготовления чёрной краски в полиграфической и лакокрасочной промышленности, в чёрной металлургии, электротехнической промышленности [1].

Кроме этого, сажу с высокой электропроводностью получают разложением смеси ацетилена при высоких температурах с ненасыщенными углеводородами в присутствии водяного пара и газа, содержащего кислород. При этом, сажу дополнительно обрабатывают кислородсодержащим газом при температуре 500-800 °С,

затем водородом при температуре 500 °С. Сажа, полученная при таких условиях, содержит минимальное количество примесей [2].

В условиях АО «Навоиазот» при процессе производства ацетилена методом окислительного пиролиза природного газа образуется сажа в количестве 129,24 кг на каждую 1 т ацетилена. При проектной мощности технологических установок пиролиза в объеме до 30000 тонн/год, количества образующегося сажи составляет 4000 т в год.

Пулатов Х.Л.
старший научный сотрудник
Навоийского отделения Акаде-
мии наук РУз, к.т.н., доцент



Ахмедов Р.К.
старший научный сотрудник-
исследователь ИОНХ АН РУз,
к.х.н.

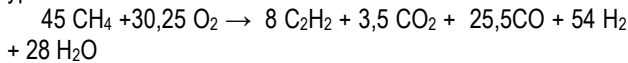


Таиров С.С.
младший научный сотрудник
Навоийского отделения Акаде-
мии наук РУз.

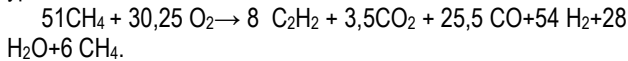




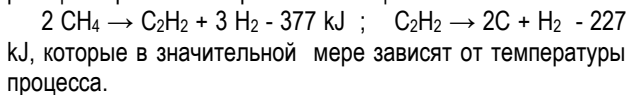
Процесс пиролиза может быть выражен суммарным уравнением:



На практике не весь метан подвергается разложению. Около 6 молей его в расчете на 8 молей ацетилена будет содержаться в продуктах пиролиза, поэтому суммарное уравнение имеет вид:



Из уравнения видно, что 31,7 % углерода метана превращается в ацетилен, 6,87 % окисляется в CO, 50 % - в CO₂ и 11,7 % остаются непрореагировавшими. Соответственно, 46,35 % подаваемого кислорода расходуется на образование воды, 42,15 % идет на окисление метана до окиси углерода и 11,5 % - на окисление метана до CO₂. Наряду с указанными в процессе окислительного пиролиза метана протекают и другие реакции, сопровождающиеся образованием гомологов ацетилена: диацетилена, винилацетилена, метилацетилена и др. При температуре 1400-1500 °C и нагреве в течение 0,01s в основном образуется ацетилен, выход которого определяется разностью скоростей реакций образования и разложения ацетилена:



С повышением температуры до 1800 °C время реакции необходимо сократить до 0,001s. В этом случае можно избежать разложения ацетилена с выделением сажи, однако неминуем большой пропуск непрореагировавшего метана.

К сажалению, несмотря на имеющейся большой спрос на товарную продукцию в виде технического углерода, до настоящего времени сажу, образовавшегося в качестве побочного продукта в производстве ацетилена, не выделяют как дополнительную товарную продукцию. Из-за отсутствия разработанной технологии очистки сажи в конечном итоге зольность получаемого после пиролиза сажи увеличивается за счет горения части сажи в процессе сушки и попадания посторонних минеральных примесей, имеющих в составе используемой технологической воды.

Известно, что свойства образующейся сажи зависят в основном от условий ее образования, продолжительности контактирования, соотношения O₂:CH₄, аэродинамики процесса неполного горения. Чем больше продолжительность реакции, тем эффективнее идет образование сажи; причем при увеличении времени даже на 10 % свойства сажи резко меняются; с повышением соотношения O₂:CH₄ сажа становится более гидрофильной.

Физико-химические анализы пробы сажевой пасты, отобранной с сборника шламов показал следующий состав: летучие - (12,0±20,08) %, зольность - (1,6±3,8) %, pH водной суспензии-8,2±8,45, массовая доля потерь при 105 °C - 0,8 %. Сажевая паста отличается высокой зольностью обусловленной наличием SiO₂ - 22,81 %; (Fe₂O₃ + Al₂O₃) - 0,23 %; CaO - 20,9 %; MgO - 7,48 %; SO₄²⁻ - 18,44 %.

На основании технологической схемы производства ацетилена для предотвращения разложения ацетилена газы пиролиза подвергают закалке в реакторе горячей и холодной оборотной водой ВОЦ-2 грязного цикла. Вода разбрызгивается от периферии газового потока к его центру из сопел, расположенных по кольцу в несколько ярусов [3].

Сажа в основном для производственных предприятий Узбекистана закупается из-за рубежа за валюту. Поэтому вопрос получения товарного углерода из ацетиленовой сажи является первоочередной задачей, так как это позволит в некоторой степени решить задачи потребности соответствующих предприятий Узбекистана и сэкономить валютных средств.

Свободный углерод в природе существует преимущественно в виде двух классических кристаллических форм, разительно отличающихся одна от другой, — алмаза и графита. Алмаз уникален эталонной твердостью (не ударной прочностью — он довольно хрупок, а именно способностью выдерживать громадные давления и царапать все известные на Земле материалы), а также невероятно высоким показателем преломления, благодаря чему столь красиво «играет» на свету. Графит, напротив, мягок, черен и непрозрачен, зато лучше всех из неметаллов проводит электрический ток. Состояние, к которому относят сажу, принято считать аморфным, хотя, по сути, оно ближе к ультрадисперсному графиту, за счёт чего сажа сохраняет чёрный цвет и остаточную электропроводность. В природе сажа образуется в ходе неконтролируемых процессов горения органических материалов и быстро распадается в атмосфере. В земной коре она не накапливается в отличие от метаморфизированной формы ископаемой растительной органики — каменного угля, который, впрочем, не чистый углерод.

Основными направлениями совершенствования технологии флотации являются корректировка технологических режимов флотации с использованием более эффективных реагентов и использование нового, высокоэффективного оборудования.

В мире известно несколько модификаций пенной флотации: вакуумная, флотогравитация, ионная, электрофлотация, флотация с выделением CO₂, пенная сепарация [2].

Предлагаются различные способы их введения в технологический процесс, включающие разнообразные механизмы кондиционирования пульпы перед флотацией, добавление различных "присадок", повышающих эффективность действия реагентов и, следовательно, технологические

Необходимо отметить что, в настоящее время в Республике не существует очистки сажи до товарной продукции. Предложенный в этой статье метод очистки ацетиленовой сажи позволит получить товарный углерод, зольностью 2-3 %.

Объектами исследований является разработанный в лаборатории химической технологии Навоийском Отделении АН РУз рецептурный состав флотореагентов для обогащения графитовой руды Тасказганского месторождения



Таблица 1

Результаты проведенных опытов на пенообразователе ПТ-1

ПАВ	Полифосфат натрия								
Флотореагент керосин, в %	0	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Зольность сажи	26	13	6,4	4,1	4,2	4,2	3,8	4,0	4,0
ПАВ	Сульфанол								
Флотореагент керосин, в %	0	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Зольность сажи	26	11	6,3	4,0	4,1	4,4	3,9	3,8	3,8

методом пенно-воздушной флотации. Для этих целей в качестве собирателей используют: керосин, трансформаторное масло, отработанное машинное масло, индустриальное масло. В качестве вспенивателей используют следующие марки ПТ-2, ПТ-4, Т 92, Т 66, Т 80, сосновое масло. После проведения многократных экспериментальных исследований сделаны выводы, что наиболее оптимальный

масло, иммерсионное масло, трансформаторное масло, отработанное машинное масло, индустриальное масло. Использовали следующие вспениватели ПТ-2, ПТ-4, а также в экспериментальных работах были использованы в качестве депрессоров: жидкое стекло, бихромат калия и др.

Соотношение и состав флотореагентов был выбран из полученных экспериментальных данных: в качестве вспенивателя ПТ-2, керосин в качестве собирателя, в качестве депрессора - жидкое стекло.

Для очистки ацетиленовой сажи и получения технического углерода с применением способа флотации сажи мы пользовались в качестве пенообразователя ПТ-1, местного производства и керосином, так как наилучшие результаты получили с ПТ-1, результаты которых приведены в табл. 1

В результате проведенных исследований по очистке сажи от соединений, увеличивающих ее зольности флотационным методом в определенных условиях ее зольность в присутствии различных поверхностно-активных веществ уменьшилась от 26 до 3,6 % при постоянном перемешивании и расходе флотореагента в количестве 0,1 %.

Проведенные исследования по определению состава исходных веществ показало, что основными золаобразующими веществами являются алюмосиликаты, глинистые минералы, а также соединения кальция и магния.

Результаты проведенных исследований по уменьшению зольности ацетиленовой сажи и ее физико-химических анализов по определению зольности, после процесса очистки в присутствии поверхностно-активных веществ показали, что очисткой ацетиленовой сажи в присутствии некоторых поверхностно-активных веществ флотационным способом можно уменьшить зольности сажи от 26 до 3,6 %. При очистке данным способом поверхностно-активные вещества улучшает смачиваемости сажи, а зольность снижается до 3,6 %.



Рис.1. Общий вид сажи.

состав флотореагентов следующий: в качестве собирателя керосин, вспенивателя ПТ -2 и в качестве депрессора жидкое стекло.

Экспериментальные работы по подбору реагентов для флотации ацетиленовой сажи использовались различные собиратели, вспениватели, депрессоры. В работе были использованы следующие собиратели: керосин, моторное

Библиографический список:

- 1.Борозняк И.Г. Гранулирование сажи мокрым способом. М., ЦНИИТЭ «Нефтехим», 1972, _75 с.
- 2.Бакиров Ф.Г., Захаров В. М. Полещук И. З. Шайхутдинов З. Г. Образование и выгорание сажи при сжигании углеводородных топлив. М.: Машиностроение, 1989 г., 128 с.
- 3.Технологический регламент производства ацетилена в АО «Навоизот».



УДК 669.2.046

© Хасанов А.С., Толибов Б.И. 2018 г.

ОБЖИГ МОЛИБДЕНОВЫХ КЕКОВ В ПЕЧИ НОВОГО ТИПА ДЛЯ ИНТЕНСИВНОГО ОБЖИГА

Мазкур мақолада ОКМК Нодир металллар ва қаттиқ қотишмалар ИИЧБ шароитида молибден кекларини куйдириш жараёнини янги турдаги интенсив куйдириш печида қайта ишлаш бўйича ўтказилган тажриба-синов ишларининг натижалари таҳлил қилинган. Шунингдек, молибден кекларини оксидлаб куйдириш жараёнини такомиллаштириш ва самарадорлигини ошириш учун тавсиялар берилган. Куйдириш жараёнларида минимал энергия сарфи билан юқори оксиданиш, натижада кеклардан қимматбаҳо компонентни ажратиб олиш даражасининг ошишига эришиш имкониятлари кўриб чиқилган.

Таянч иборалар: молибден, молибденит, сульфид, куйдириш, молибден кеклари, ферромолибдит, повеллит, молибден оксидлари, куйдириш печлари.

In the article analyzed the results of laboratory experiments on the processing of sulphide molybdenum cakes in an intensive roaster of a new type in the conditions of the research and production association of Rare Metals and High Melting Alloys of JSC AMMC. Also given recommendations for improving and increasing the efficiency of the process of burning molybdenum cakes. Considered possibilities of improving the degree of oxidation in the processes of oxidative roasting, which increases the degree of extraction of the valuable component with minimal energy consumption.

Key words: molybdenum, molybdenite, sulphide, roasting, molybdenum cakes, ferromolybdate, powellite, molybdenum oxides, roasting furnaces (kilns)

Научно-производственное объединение редких металлов и тугоплавких сплавов АО «АГМК» (бывший УзКТЖМ) является многопрофильным и уникальным предприятием с 50-летним опытом работы по производству вольфрамовой и молибденовой продукции с замкнутым технологическим циклом, имеющим в своем составе гидрометаллургическое, порошковое, проволочное и прокатно-плавильное производства, обеспечивающий глубокую переработку металлов по безотходной технологии изготовления импортозамещающей (ламповое производство) и экспортоориентированной продукции.

Наличие в Республике Узбекистан собственных запасов молибдено- и вольфрамосодержащего сырья (Койташский и Ингичкинский рудники), в благоприятном сочетании с климатическими условиями в комплексе с развитием химической и топливно-энергетической промышленности, развитие производственного объединения «Электрохимпром», вырабатывающего водород высокой чистоты, азотную кислоту и аммиачную воду, необходимые для технологического производства металлических вольфрама и молибдена, а также наличие авто- и железнодорожных подъездных путей, позволило локализовать производство тугоплавких и жаропрочных металлов в регионе.

Исходя из возрастающей потребности на мировом рынке вольфраммолибденовой продукции для обеспечения нужд сталеплавильной промышленности, остается актуальным восстановление мощностей производственного объ-

единения, его платежеспособности, направленное, прежде всего на поддержку промышленности Республики, вовлечение инвестиций для разработки проектов реконструкции и развития обогатительных фабрик, сохранение уникального производства НПО редких металлов и твердых сплавов его репутации как производителя конкурентной и качественной продукции высокой переработки на экономическом пространстве СНГ, с последующей интеграцией в мировую экономику.

Научно-производственное объединение по производству редких металлов и твердых сплавов создано на базе АО «УзКТЖМ», в результате его реорганизации и присоединения к АО «Алмалыкский ГМК» в качестве структурного подразделения с 1 ноября 2016 года, в соответствии с постановлением Президента Республики Узбекистан от 10 августа 2016 г. № ПП-2573.

На сегодняшний день, в гидрометаллургическом цеху по производству полуфабрикатов молибдена НПО редких металлов и твердых сплавов перерабатывается огарки с содержанием молибдена до 35% по технологической принципиальной блок-схеме, приведенная в рис.1.

Продукты и процессы, отмеченные красными точечными линиями в технологической принципиальной схеме, являются продуктами для окислительного обжига и где используется обжиг молибденовых кеков.

В гидрометаллургическом производстве полуфабрикатов молибдена в условиях НПО редких металлов и твердых

Хасанов А.С.
зам. директора НПО АО
«АГМК»,
д.т.н., профессор



Толибов Б.И.
докторант НГГИ



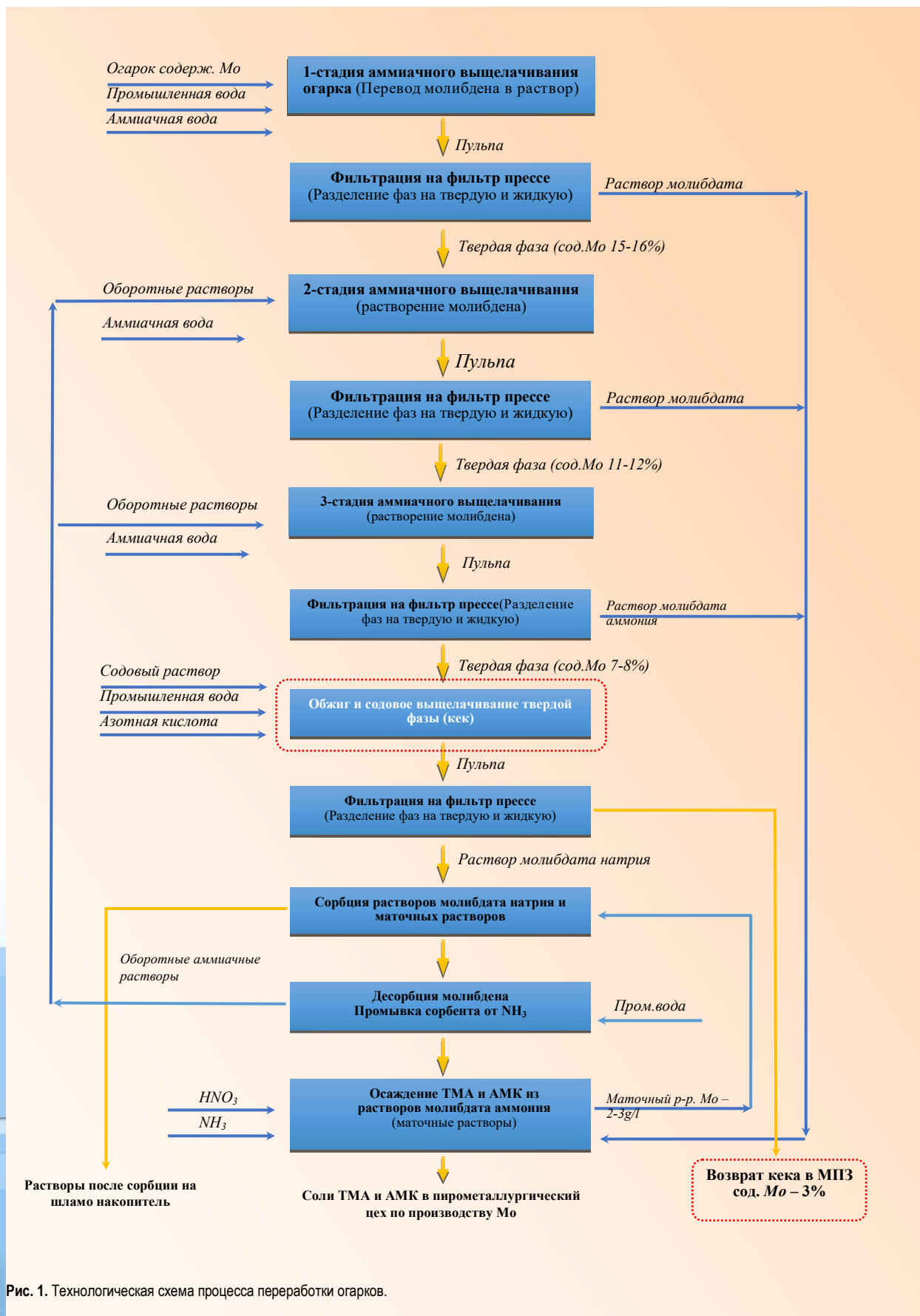


Рис. 1. Технологическая схема процесса переработки огарков.

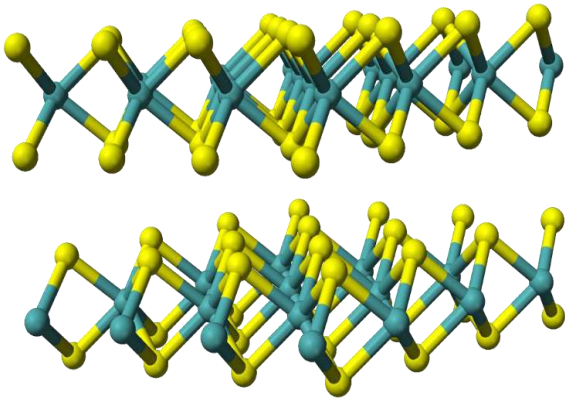


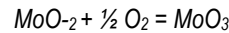
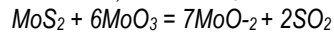
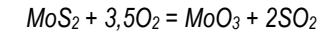
Рис. 2. Кристаллическая структура молибденита

сплавов после трех стадий аммиачного выщелачивания и фильтрации на фильтр-прессе для разделения фаз на твердую и жидкую, образуются молибденовые кеки (хвосты данного производства) содержащие дисульфида молибдена (MoS_2).

Молибденит обладает гексагональной кристаллической решеткой слоистого типа (рис. 2.). Слои ионов молибдена расположены между двумя слоями ионов серы и образуют трехслойные упаковки. Совершенная спайность кристаллов молибденита обусловлена слабой связью между тройными слоями S–Mo–S. Молибденит встречается большей частью в кварцевых жилах, часто ассоциируется с шеелитом, касситеритом, вольфрамитом, висмутовым блеском, пиритом, халькопиритом, арсениопиритом. Минерал иногда содержит изоморфную примесь редкого металла рения (от 0,04 до 0,0004%). [1]

На сегодняшний день в НПО Редких металлов и твердых сплавов ведутся работы по совершенствованию технологии получения молибдена и его сплавов. Молибденовые кеки, содержащие до 8-10 % молибдена, после гидрометаллургической обработки отправляются на сушку и далее подвергаются окислительному обжигу в трубчатых вращающихся печах. Высушенный и размолотый кек загружается в обжигочную печь слоем толщиной 10-15 см (200-250 кг). Для поджога печи открывают вентили подачи газа на форсунки и поджигают газ с помощью запального устройства. Температура в рабочей зоне печи 550-600°C. Обжиг кеков ведется при периодическом ручном перемешивании каждые 30 мин. Продолжительность процесса 4-6 ч. Контроль процесса обжига осуществляется путем отбора проб для анализа на молибден общий и молибден выщелоченный. Процесс обжига считается завершенным если разница между $Mo_{общ.} - Mo_{выщ.} \leq 2\%$, т.е. когда степень десульфуризации больше 48%. Не выщелоченный молибден в кеках содержится в виде соединения MoS_2 и MoO_2 .

При обжиге насыпного слоя концентрата на поде печи диоксид молибдена образуется в начальный период окисления вследствие взаимодействия внешнего слоя MoO_3 с нижележащими слоями MoS_2 . Когда большая часть MoS_2 прореагирует, диоксид молибдена окисляется до триоксида. Следовательно, процесс окисления MoS_2 при обжиге включает следующие стадии:



Обжиг необходимо проводить в условиях, обеспечивающих полное окисление MoO_2 до MoO_3 . В частности, температура обжига не должна превышать 600 °С во избежание образования спекшихся кусков огарка, внутрь которых затруднен доступ воздуха. [2]

Одновременно с сульфидом молибдена при обжиге окисляются сульфиды других, присутствующих в концентратах, металлов с образованием соответствующих оксидов и частично сульфатов. Кроме MoO_3 , при обжиге молибденовых концентратов может образовываться ряд других молибденосодержащих химических соединений: MoO_2 , $CaMoO_4$, $CuMoO_4$, $FeMoO_4$ и др., присутствие которых чаще всего нежелательно, так как они являются источниками потерь молибдена при последующих гидрометаллургических переделах. Чем чище исходные концентраты, т. е. чем меньше они содержат примесей, тем меньше вероятность образования молибдатов. Спутник молибдена в молибденитовых концентратах – рений – при обжиге окисляется до Re_2O_7 с температурой кипения 363 °С. Это обеспечивает высокую степень отгонки рения.

Степень десульфуризации при обжиге молибденитовых концентратов, или остаточное содержание серы в огарке, определяется требованиями последующей его переработки, а также методом и режимом проведения процесса. Если огарок предназначен для выплавки ферромolibдена, то при обжиге необходимо, как можно полнее, удалить серу без существенной возгонки MoO_3 , так как сера загрязняет сталь и чугун. [3]

Авторами предлагается новый способ обжига сульфидных материалов молибденового производства.

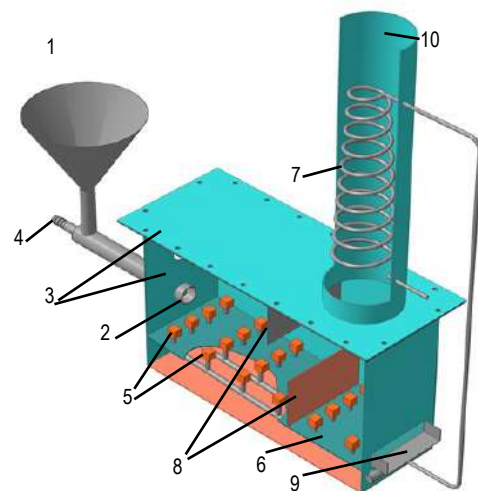


Рис. 3. Общий вид лабораторной установки предлагаемой печи. 1. Шихтово-загрузочная горелка. 2. Корпус печи. 3. Сопло для подачи природного газа. 4. Трубка для кислорода. 5. Воздушные сопла. 6. Подина печи. 7. Спираль для подогрева подаваемого воздуха. 8. Перегородки. 9. Разгрузка. 10. Дымоход печи



Способ осуществляется в устройстве, которое поясняет чертежом, где представлен общий вид устройства и процесс осуществляется следующим образом (рис. 3.):

Исходный сульфидный концентрат подается во внутрь печи через горелку 1 специальной конструкции, смешивающей природный газ 3 и кислород 4, которые образуют факел внутри печи. Сульфидные материалы, подаваемые на окисление, окисляются во взвешенном состоянии с факелом при помощи подачи горячего осушенного воздуха, подаваемого из воздушных сопел 5, расположенных внутренней части 6 (подины) печи. В этом случае надо отметить, что подаваемый воздух нагревается и осушается за счет тепла отходящих газов, выделяющихся при окислении сульфидов. В дымоходе печи установлена спираль 7 (трубка), в которой движется осушенный воздух с подогревом при движении. Предлагаемая данная технология позволяет решать 2 проблемы:

1. Установка спиральной трубки для нагревания воздуха снижает температуру отходящих горячих газов (температура отходящих газов снижается до 400°C). При этом мало образование кислот, вызывающих коррозию конструкции дымохода устройства значительно меньше.

2. Использование вторичного тепла. Подача горячего воздуха через воздушные сопла снизу обжигаемых материалов позволяет, во-первых, держать их во взвешенном состоянии, во-вторых, удерживать оптимальную температуру внутри печи.

Окисленные частицы продвигаются к перегородкам 8, минуя которые, за счет уклона подины, переходят в точку выгрузки. Перегородки служат для удержания обжигаемого материала до полного окисления. Подина печи с уклоном 3-5° дает возможность передвижению огарка до разгрузочного отверстия, а также позволяет управлять скоростью процесса, т.е. временем пребывания материала в печи. Процесс ведется при температуре в пределах 600-650°C.

Проведены лабораторные испытания по окислительному обжигу молибденовых кеков в рекомендуемой разработанной лабораторной печи, проведен обжиг сульфидных кеков молибденового полупродукта после первичного выщелачивания, в качестве исходного сырья были применены проба №1: 1,07 % S и 8,62 % MoO₃, проба №2 1,62 % S и 8,37 % MoO₃. В цехе №3 НПО при температуре 600°C, в

укрупненных лабораторных условиях на высокоскоростной обжиговой печи проведен обжиг, продолжительность которого 1-1,5 h и получены результаты, приведенные ниже. Проба №1 была отобрана из молибденовых кеков гидрометаллургического цеха по производству молибденового полуфабриката (цех №3) и подвергнута испытаниям в предлагаемой лабораторной печи. Испытания проводились в разных условиях с разными продолжительностями процесса.

Проведены несколько опытов для определения оптимального режима окислительного обжига. Основная часть результатов проведенных опытов по окислительному обжигу сульфидных молибденовых кеков для определения оптимального режима приведены в таблице 1.

В настоящее время с Медеплавильного завода АО «АГМК» поступает огарок содержанием 35-40% MoO₃. Последние годы в концентрате резко снизилось содержание сульфида молибдена. Молибденит, который является основной Калмакырского месторождения, самый распространенный и наиболее промышленно важный минерал молибдена. Кроме этого, в окисленных местах встречается окисленный молибден в виде повеллита CaMoO₄ и ферромolibдита Fe₂(MoO₄)₃ · n H₂O. Молибденит принадлежит к легко флотуруемым минералам. При обогащении меднообогатительной фабрики МОФ-1 АГМК Калмакырском месторождении содержащие десятые доли процента молибденита, получают нестандартные концентраты содержанием 35-40% молибдена (из них 83-85% MoS₂, 8-12% CaMoO₄).

Стандартные концентраты по ТУ должны содержать молибден не ниже 45%. Эти нестандартные молибденитовые концентраты служат исходным сырьем для производства ферромolibдена и триоксида молибдена. Сначала их обжигают, процесс протекает при температуре выше 500°C. В процессе окисления частицы молибденита покрываются оболочкой, образующей триоксид молибдена. Поэтому скорость реакции определяется структурой оксидной оболочки, через которую кислород и сернистый газ должны диффундировать в противоположном направлении. Процесс окисления в основном зависит от скорости обжига, крупности частиц, температуры возгорания и продолжительности обжига. Кроме этого, интенсивность зависит от

Таблица 1.

Результаты опытов окислительного обжига молибденовых кеков для определения оптимального режима

№ пробы	Содержание Mo, %	Содержание S, %	W, (влажность) %	Температура, °C	Продолжительность, min	Содержание S, после обжига, %	Степень десульфуризации, %	Извлечение Mo, %
3	8,57	1,55	23	550	120	0,66	57,2	78
9	8,92	1,68	18	550	120	0,40	76,2	91,5
14	8,71	1,33	15	550	120	0,25	81,5	93,3
23	8,81	1,56	10	550	120	0,25	83,7	93,6
34	9,38	1,65	5	550	120	0,29	82,6	94,8
38	8,84	1,62	3	550	120	0,19	88,3	95,3

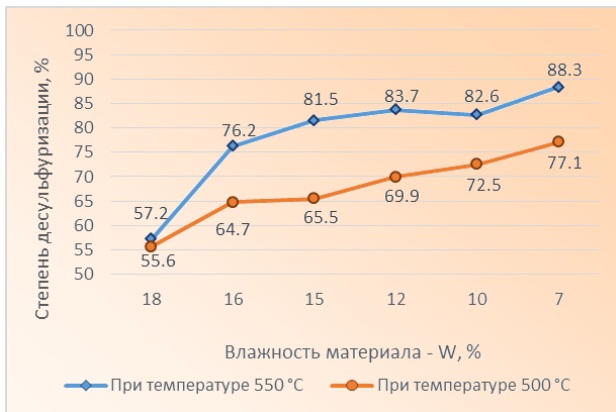


Рис.4. Зависимость окисления сульфидов от влажности подаваемого материала и температуры процесса

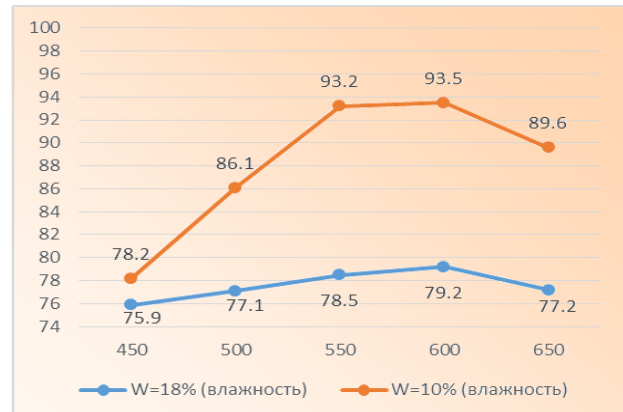


Рис. 5. Влияние температуры в печи на процесс обжига

типа обжиговой печи. В практике окислительный обжиг молибденовых концентратов проводят в многоподовых печах, в печах кипящего слоя и в трубчатых вращающихся печах.

Преимущества процесса обжига молибденовых кеков в лабораторной печи интенсивного обжига:

По сравнению с заводским данным продолжительность процесса значительно уменьшается – в заводских условиях процесс длится 4-6 h с механическим перемешиванием на каждый 30 min, в рекомендуемой печи процесс длится до 2 h. С уменьшением влажности материала можно укоротить длительность процесса до 1,5 h.

Степень десульфуризации повышается до 88 %, вместо 67-69 % (по промышленным условиям). Это связано с доступом кислорода -- в печи интенсивного обжига сульфидные частицы держатся во взвешенном состоянии и во всех точках материала обеспечивается доступ кислорода, в результате которого сульфид-

ные частицы молибдена (MoS_2) полностью окисляется до MoO_3 .

Извлечение молибдена из растворов возрастает до 94%. В результате низкотемпературного обжига ($550^{\circ}C$) уменьшается образование спекшихся кусков огарка и это обеспечивает высокую степень извлечения ценного компонента.

Основные результаты и преимущества показаны на нижеследующих графиках. (Рис.4., Рис.5.) В рисунке 5. показано влияние температуры в печи на процесс обжига и в дальнейшем на степень извлечения металла. Оптимальной температурой являлся $550^{\circ}C$, так как с повышением температуры внутри печи начинается спекание кусков, это приводит к дальнейшему ухудшению степени десульфуризации и извлечения ценного компонента.

Библиографический список:

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Molybdenum_disulfide
2. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. *Металлургия редких металлов.* – Москва: *Металлургия* 1991 г. –С45.
3. Уткин Н.И. *Металлургия цветных металлов.* –М.: *Металлургия* 1985 г. –С428

УВАЖАЕМЫЙ КУВАНДИК САНАКУЛОВИЧ!

ВЕЛАЗ

От имени ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» и меня лично примите самые сердечные поздравления Вам, и в Вашем лице – всем работникам ГП «Навоийский ГМК» по случаю 60-летия со дня основания предприятия!

Мы гордимся тем, что наши предприятия связывают прочные партнерские отношения, которые способствуют развитию промышленности обеих стран, укреплению их позиций на мировой рынке.

Позвольте выразить уверенность в том, что наше деловое сотрудничество будет и дальше динамично развиваться, показывая пример конкретности и конструктивности.

Искренне желаем Вашему комбинату устойчивого финансового процветания, стабильности и благополучия, успешной реализации самых смелых инвестиционных проектов, а трудовому коллективу – крепкого здоровья, большого счастья, удачи и успехов в делах, огромного запаса энергии для преодоления новых рубежей!

Наш коллектив неизменно будет надежным и дружественным партнером Вашей компании!

генеральный директор ОАО «БЕЛАЗ» ПАРХОМЧИК П.А.



УДК 622.063.23

© Норов Ю.Д., Заиров Ш.Ш., Равшанова М.Х. 2018 г.

РАЗРАБОТКА НЕВЗРЫВЧАТОГО РАЗРУШАЮЩЕГО СОСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОНЕНТОВ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Карьер бортларини контурлашда қўлланилиши мумкин бўлган, маҳаллий хом ашё компонентларидан тайёрланган янги портлашсиз майдалайдиган таркиб ишлаб чиқилган. Ушбу таркиб массивни табиий яхлитлигини сақлаб қолиш имконини беради, бундан ташқари контур ости жинсларини қатламларга ажралишини секинлаштиради, борт қиялигининг турғунлигини оширади ва ўпирилиб кетиш хавфини камайтиради.

Таянч иборалар: майдалаш, тоғ жинси, портлашсиз майдалайдиган таркиб, карьер бортларини контурлаш, кенг қамровли тадқиқотлар, лаборатория тадқиқотлари, ўз-ўзини кенгайтириш кинетикаси, кальций оксиди, ҳароратни кўтариш, пластификаторлар таъсири.

A new mixture of non-explosive destructive composition with the use of components from local raw materials, which can be used in the contouring of quarries, has been developed. This mixture allows to preserve the natural continuity of the massif, to minimize the stratification of the near-contour rocks, to reduce the probability of dislocation and to increase the stability of slopes.

Key words: destruction, rock formation, non-explosive destructive composition, delineation of pit walls, comprehensive studies, laboratory studies, self-expansion kinetics, calcium oxide, temperature increase, plasticizers effect.

Норов Ю.Д.
руководитель группы Инновационного центра НГМК, д.т.н., профессор



Заиров Ш.Ш.
зам. декана горного факультета НГГИ, д.т.н., доцент



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



В горной промышленности особое внимание уделяется развитию буровзрывных работ. В этом направлении достигнуты значительные успехи, в частности, повышена эффективность использования взрывных технологий на карьерах, разработаны способы и рациональные параметры взрывания. Вместе с тем повышение устойчивости откосов бортов карьеров при контурном взрывании является первоочередной задачей.

В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан [1] определены задачи для выполнения программ по стимулированию научно-исследовательской и инновационной деятельности, созданию эффективных механизмов внедрения инновационных достижений в практику и в этом аспекте разработка новых технологий с использованием компонентов из местного сырья представляет особое значение.

При ведении традиционных взрывных работ в приоткосной части бортов карьеров нарушается их сплошность, развиваются трещины и ослабляется массив. Применение

низкобризантных взрывчатых веществ (ВВ), промежуточных детонаторов и зарядов специальных конструкций позволяют снизить динамическое воздействие на приконтурную область, однако их применение приводит к повышению затрат на разрушение и в ряде случаев не обеспечивает требуемых конечных результатов.

В настоящее время известно множество способов невзрывного разрушения, в частности, механические методы (клиновой, гидроклиновой, алмазно-канатное пиление, камнерезные буровые установки и комбайны), методы, основанные на энергии жидкости (гидродинамический, физико-химический импульсный разрыв, гидроудар, гидрорезание, флюидоразрыв), тепловые (терморезка), электрические и электромагнитные (взрывание электрических проводников, электрический пробой, тепловой пробой, токами высокой частоты, плавлением, лазерным излучением, электромагнитным излучением), комбинированные методы и др. Большинство этих методов находятся на стадии научно-исследовательских и проектных разработок. Их промышленное использование сдерживается отсутствием оборудо-



Рис. 1. Комплексные исследования по разработке НРС.

В состав разработанного НРС входят следующие компоненты, мас. %: 1) Na_2CO_3 – 8, ЛСТ – 4, NaCl – 2, вода, или 2) NaO – 80, цемент – 8, сахар – 2, вода.

вания, малой надежностью, высокой энергоемкостью, опасным воздействием на человека, высокой стоимостью. Все эти недостатки вынуждают искать пути создания дешевых и перспективных способов разрушения прочных горных пород.

Одним из возможных направлений решения этой проблемы является применение статических методов разрушения горных пород путем использования невзрывчатых разрушающих составов (НРС).

На сегодняшний день в мире разработано более 100 различных композиций НРС. Основными их недостатками являются длительное время разрушения (8-24 ч) и ограниченный температурный режим работы. При отрицательных температурах эффективность разрушения резко снижается за счет замедления скорости гидратации, а при высоких положительных температурах наблюдается непроизвольное выбрасывание смеси НРС из шпуров и скважин, вызванное резким повышением скорости гидратации. Причиной выбрасывания смеси НРС из шпуров является рост внутрিশпурового парагазового давления, резко повышающегося при переходе химически несвязанной воды в пар при превышении температуры НРС в процессе гидратации.

В Навоийском государственном горном институте ведется научно-исследовательская работа, направленная на создание новых видов НРС с использованием компонентов из местного сырья. Основной задачей исследований является сокращение времени разрушения и одновременно исключение явления самопроизвольного выброса НРС из шпура.

Для решения этой задачи проведены комплексные исследования кинетики саморасширения НРС на основе неорганических соединений – оксида кальция, гипса, пищевой соды, цемента и лигносульфоната (рис. 1).

Разработан состав НРС с использованием компонентов из местного сырья. Разрушение производится без шума, разлета осколков, вибрации и газовых выбросов, не сопровождается сейсмическим воздействием на близлежащие объекты и не требует применения никаких видов энергии.

Подбирая необходимые количественные соотношения этих соединений, производился подбор оптимальных составов с высоким коэффициентом саморасширения. Перемешивая различные по составу смеси водой, образовавшиеся густые кашеобразные смеси наливали в шпуры и отслеживали время их разрыва после расширения НРС (рис. 2).

В результате проведенных исследований определены характерные стадии работы НРС, дана их характеристика и выявлены зависимости роста давления саморасширения при различном режиме их работы.

Анализ литературных исследований показывает, что управление скоростью реакции гидратации осуществляется путем добавления ускорителей, замедлителей и пластификаторов. Добавление ускорителей в основном рекомендуют при разрушении материалов в условиях низких температур и их действие в большинстве случаев сводится к дополнительному повышению температуры смеси в жидкой фазе раствора НРС за счет сильной экзотермической реакции ускорителя с оксидом кальция. Добавление замедлителей производят для стабилизации скорости гидратации в условиях высоких положительных температур, при этом предотвращается непроизвольное выбрасывание смеси из шпуров, но время разрушения материалов увеличивается. Действие пластификаторов в основном сводится к повышению подвижности смеси НРС.

Таким образом, существующими составами НРС достичь сокращения времени разрушения пород в условиях высоких положительных температур при одновременном исключении «вышпуривания» достаточно сложно. Поэтому целью исследований является поиск рецептуры состава НРС, позволяющей ускорить гидратацию без дополнительного выделения тепла, и обеспечить высокие давления в течение 5-8 ч после приготовления состава.

Лабораторные исследования проводились в несколько этапов. В качестве базового состава, к которому вели подбор добавок, был выбран состав НРС, рекомендованный авторами [2] – НРС, рекомендованный для подземных работ, где проведение взрывных работ не разрешено вследствие интенсивного образования метана. В качестве дополнительного реагента авторами предложено использование уксусной кислоты. Однако, в экспериментах с приме-



Рис. 2. Лабораторные исследования нового состава НРС



нением уксусной кислоты происходил сильный выброс содержимого шпуров.

Целью первого этапа являлось изучение взаимного влияния подобранных составов на способность к поглощению образовавшегося избыточного тепла не на выброс смеси, а на его расширение и разрыв стеклянного пузырька.

В качестве основы невзрывчатой смеси, к которой добавляли воду, принят состав, являющийся основой большинства невзрывчатых композиций, включающий следующие новые количественные компоненты, мас. %:

- кальцинированная сода – 3,5–7,0;
- сульфитно-дрожжевая барда – 1,0–2,0;
- негашеная известь – остальное.

Для получения НРС использовали оксид кальция (CaO). НРС готовили путем совместного помола окатышей обожженного известняка и гипса и кальцинированной соды (Na₂CO₃) в шаровой мельнице до остатка на сите №1 до 10%. При этом готовили пять смесей с содержанием кальцинированной соды в пересчете на готовый материал 1, 3, 6, 9, 11 мас. %.

Полученные порошки затворяли водным раствором и вместо лигносульфоната использовали отстоянные отходы при производстве бумаги. При этом водопорошковое соотношение изменялось в диапазоне 0,33–0,4 мас. %, в зависимости от соотношения введенных компонентов, и соответствовало подвижности смеси, определяемой по расплаву конуса 18 см.

Таким образом, в результате аналитических и лабораторных исследований разработана невзрывчатая разрушающая смесь, содержащая следующие компоненты, мас. %:

- кальцинированная сода – 2,0–9,0;
- отстой от производства бумаги (ОПБ) – 0,40–2,5;
- цемент – 0,25–1,1;
- оксид кальция из обожженных известняка и гипса – остальное.

Для опробования различных составов НРС проведено свыше 200 опытов по три повторности в каждой.

Результаты экспериментов предложенного состава НРС для приме-

нения в температурных режимах +25 ÷ +35°C, представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, применение уксусной кислоты вызывало выброс смеси и поэтому в дальнейших исследованиях было решено отказаться от ее применения.

Анализ проведенных испытаний позволяет утверждать, что при повышении температуры для предотвращения непроизвольного выброса из шпура необходимо повышать содержание кальцинированной соды в смеси, что способ-

Таблица 1
Результаты испытаний разработанного НРС при различных температурных режимах

Состав НРС, мас. %				Давление саморасширения, МПа		Наличие непроизвольного выброса НРС из шпура
				12 ч	24 ч	
CaO	Na ₂ CO ₃	ОПБ	CH ₃ C OОН			
98,40	1	0,35	0,25	48	58	выброс
96,35	3	0,4	0,25	40	52	выброс
92,00	6	1,5	0,5	46	57	выброс
88,00	9	2,5	0,5	38	45	выброс
85,70	11	2,8	0,5	30	35	выброс
98,15	1	0,35	0,5	55	69	выброс
96,10	3	0,4	0,5	44	50	выброс
91,75	6	1,5	–	48	56	нет
87,75	9	2,5	–	40	47	нет
85,45	11	2,8	–	32	38	нет
97,90	1	0,35	0,75	65	73	выброс
95,40	3	0,4	1,2	75	82	выброс
91,30	6	1,5	1,2	70	80	выброс
87,30	9	2,5	1,2	56	65	выброс
85,10	11	2,8	–	17	25	нет



ствует замедлению процесса гидратации и образованию кристаллизационного каркаса, препятствующего выбрасыванию смеси. При этом повышение содержания кальцинированной соды более 9 мас. % в смеси приводит к резкому снижению развиваемого давления саморасширения, что снижает производительность невзрывного разрушения горных пород. Уменьшение содержания кальцинированной соды менее 2 мас. % в смеси приводит к развитию выброса смеси из шпура в результате ее самонагревания при гидратации.

Повышение содержания уксусной кислоты приводило к росту скорости реакции гидратации, обеспечивая рост давления саморасширения. При повышении содержания уксусной кислоты более 1,1 мас. % в смеси наблюдалось выбрасывание смеси из шпура в результате фазового перехода химически несвязанной воды в пар при самонагревании смеси. Уменьшение содержания кислоты менее 0,25 мас. % в смеси не оказывало существенного ускоряющего эффекта.

Повышение содержания ОПБ приводило к повышению подвижности смеси и снижению водопотребности порошка.

При этом снижение содержания ОПБ менее 0,4 мас. % в смеси не позволяло обеспечить необходимой консистенции смеси. Такую малоподвижную смесь технологически трудно размещать в шпурах. Повышение содержания ОПБ более 2,5 мас. % в смеси приводило к снижению развиваемого давления саморасширения.

Таким образом, в результате аналитических и лабораторных исследований разработано несколько рецептур НРС, которые без выброса могут создавать высокое внутреннее давление и разрывать горные породы. Создание высокого давления саморасширения происходит в минимальные сроки, исключая непроизвольный выброс смеси.

При ведении буровзрывных работ в приконтурной зоне карьера рекомендуется производить оконтуривание уступов с помощью нового состава НРС, помещенного в предварительно пробуренные скважины для сохранения естественной сплошности массива, минимизации расслоения приконтурных пород, уменьшения вероятности вывалообразования и повышения устойчивости откосов.

Библиографический список:

1. Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».
2. Сахо И.Г., Борщевский С.В., Шуляк Я.О. Новая невзрывчатая разрушающая смесь для разрушения горных пород в условиях температурных полей подземных горных выработок. – Донецк: «Донецкий национальный технический университет», 2015. – 464 с.

УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!



«Руда и Металлы»
Издательский дом

Издательский дом «Руда и Металлы» поздравляет коллектив комбината со знаменательной датой - 60-летним юбилеем предприятия.

На протяжении многих лет главный печатный орган Издательского дома - «Горный журнал» публиковал на своих страницах материалы, отражающие развитие комбината, который всегда был и сегодня остается одним из мировых лидеров золотодобычи. Наши деловые отношения характеризуются высоким профессионализмом и взаимопониманием; они основаны на объективной оценке технологического продвижения комбината. Все это отражается в статьях, украшающих «Горный журнал», поднимая на новую ступень авторитет комбината и журнала.

На титуле журнала есть имя Навойского горно-металлургического комбината, как символ причастности к обоим успехам предприятия и «Горного журнала».

Труд многотысячного коллектива комбината достоин искреннего уважения, его трудовые достижения известны не только в Республике Узбекистан, но и далеко за его пределами, а юбилей - это важная дата, вокруг которой формируется историческая летопись республики и ее славного предприятия, когда подводятся промежуточные итоги и ставятся новые амбициозные задачи.

Пусть годы грядущие принесут вам новые трудовые победы, новые творческие свершения. Желаем вам здоровья, счастья, благополучия и успехов, а комбинату - дальнейшего процветания.

Редколлегия и редакция «Горного журнала» и весь коллектив АО
«Издательский дом «Руда и Металлы»



УДК 621.31 : 330.131

© Исунц С.А., Гуламов К.Н., Ачилов А.М.
Абдуллаев О.Р., Умаров Т.Ш., Ломакина Д.А. 2018 г.

КУРС НА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



Исунц С.А.
главный энергетик



Гуламов К.Н.
зам. главного энергетика



Ачилов А.М.
зам. главного энергетика

Навоийский горно-металлургический комбинат

Комбинатда энергия тежамкорлиги тизимини яратиш, энергоресурслардан оқилана фойдаланиш юзасидан назоратни амалга ошириш, энергия тежамкорлиги бўйича дастурларни, ЁЕР тежами бўйича тақийлик техник тадбирларнинг йиллик режаларини ишлаб чиқиш, 2010-2017 йиллар давомида энергия тежамкор технологиялар ва жиҳозларини жорий этиш.

Таянч иборалар: энергия тежамкорлиги, ёқилғи-энергетика ресурслари, автоматлаштириш, транзисторли ўзгартирувчи – двигател, частотали ўзгартиргич, буғ турбинаси, айланма сув таъминоти, пишириш печи, гелиоколлекторлар, биогаз қурилмаси, геотермал энергия, фотоэлектрик станциялар.

Creation of energy saving system in NMMC, control over rational use of energy resources, development of energy saving programs, annual TOM plans for saving FER, introduction of energy-saving technologies and equipment for the period 2010-2017.

Key words: Energy saving, fuel-energy resources, automation, transistor converter-motor, frequency converter, steam turbine, circulating water supply, baking oven, solar collector, biogas plants, geothermal energy, photovoltaic stations.

Горно-перерабатывающая промышленность является одной из наиболее энергоемких и ресурсоемких отраслей народного хозяйства Узбекистана. Стоимость энергозатрат в среднем по отрасли составляет около 20 % от общих затрат на добычу и переработку руды. В условиях рыночной экономики резко возрастает значение экономии и рационализации использования топливно-энергетических (ТЭР).

Сегодня на наших действующих горноперерабатывающих производствах разработаны и реализуются достаточно эффективные мероприятия, направленные на энерго и ресурсосбережение. Тем не менее, имеются большие резервы экономии при производстве горных работ, транспортировании горнорудной массы и переработке золоторудного и уранового сырья.

С ростом объемов производства возрастают затраты

энергоресурсов на добычу, транспортировку, переработку руды, добычу продуктивных растворов, что способствует активизации проблемы энерго и ресурсосбережения. За период 2010-2017 гг. в связи с ростом переработки руды на 15,3 %, добычи горной массы на 48,0%, добычи продуктивных растворов на 73,3 % и производства продукции по НГМК произошел значительный рост потребления электроэнергии и природного газа, в том числе за счет сокращения потребления топочного мазута. Годовое потребление ТЭР НГМК в 2017 году выросло на 10,2 % и достигло 628 тыс. тонн условного топлива (т.у.т.) в год.

Основной стратегией энерго и ресурсосбережения в Навоийском ГМК является создание такой структуры производства для добычи, транспортировании, переработки руды, добычи продуктивных растворов, при которой выраба-

Абдуллаев О.Р.
ведущий инженер ОГЭ



Умаров Т.Ш.
ведущий инженер ОГЭ



Ломакина Д.А.
инженер энергетик ОГЭ





тываются комплексные решения вопросов энерго и ресурсосбережения.

В 2001 году в комбинате была разработана и реализована «Программа НГМК по энергосбережению до 2010 года» с последующей корректировкой её на период до 2015 года. В настоящее время разработаны и реализуются «Организационно-технические мероприятия по экономии топливно-энергетических ресурсов, обеспечивающих выполнение целевых параметров снижения энергоёмкости за период 2017-2021 годы».

На горнодобывающих и перерабатывающих производствах комбината разработаны и реализуются достаточно эффективные мероприятия, направленные на энерго и ресурсосбережение. В результате реализации данных мероприятий за период 2010-2017 гг. была достигнута экономия по энергоресурсам:

- электроэнергия 1135 млн. кВт*ч;
- теплоэнергия 88 тыс. Гкал;
- природный газ 32,7 млн.м³;
- топочный мазут 7,2 тыс.т;
- вода 75,3 млн.м³.

Остановимся на обзоре некоторых мероприятий по энергосбережению.

Автоматизация мельничных блоков

Автоматизация мельничных блоков на гидromеталлургическом заводе №2 (ГМЗ-2) была начата в 2003 году переводом 1-го мельничного блока на автоматизированное управление системы «GrindExpert». В 2008 году была выполнена автоматизация уже на 4-х мельничных блоках. Суть автоматизации заключается в подборе оптимального технологического процесса переработки руды при максимальной загрузке оборудования. Основные функции регулирования системы оптимального управления мельничного блока «GrindExpert» следующие:

- стабилизация коэффициента заполнения мельницы первой стадии;
- предотвращение глубоких перегрузов мельницы первой стадии путём своевременного регулирования переработки руды;
- стабилизация соотношения твердый /жидкий в мельнице первой стадии;
- стабилизация плотности слива классификатора;
- стабилизация плотности слива гидроциклонной установки;
- переключение вибропитателей в автоматическом режиме.

Кроме этого, система оптимального управления «GrindExpert» осуществляет контроль и защиту измельчительных агрегатов от аварийных режимов, превышения температуры подшипников мельниц и двигателей, перегруза мельницы и т.д. Внедрение системы «GrindExpert» позволило заменить физически и морально устаревшее оборудование цеха измельчения, предоставить в реальном времени достоверную информацию для принятия оперативных и своевременных решений, улучшить условия труда машинистов-мельниц.

В настоящее время автоматизировано 17 мельничных

блоков на ГМЗ-2, в том числе 10 мельничных блоков за период 2010-2017гг. В результате автоматизации удельный расход электроэнергии на единицу перерабатываемой руды по ГМЗ-2 снизился с 32,2 кВт*ч/тн. до 31,02 кВт*ч/тн.

Суммарная экономия электроэнергии от автоматизации мельничных блоков в период 2010-2017 года достигла 45,4 млн. кВт*ч.

Внедрение частотных преобразователей

Применение частотных преобразователей для регулирования электроприводов технологического оборудования позволяют экономить от 10% до 30% электроэнергии, потребляемой оборудованием. Экономия достигается за счет регулирования мощности электродвигателя привода оптимально к необходимой мощности технологического оборудования, к особенностям технологического процесса. При этом исключаются потери мощности на запорной арматуре, обеспечиваются минимальные механические нагрузки при запуске оборудования. В результате широкого развития производства частотных преобразователей за последние годы, в настоящее время в комбинате эксплуатируются частотные преобразователи мощностью от 11 кВт до 315 кВт. За период 2010-2017 гг. в НГМК всего было внедрено 537 шт. частотных преобразователей, что ежегодно дает экономию 70,7 млн.кВт*ч. в год. Из них 141 шт. частотных преобразователей отечественного производителя ООО «Ташэлектроаппарат» с суммарной ежегодной экономией 20,7 млн.кВт*ч., внедрены только в 2017 году.

Внедрение системы «ТрП-Д» на экскаваторах ЭКГ

Применение энергоэффективной системы «ТрП-Д» («Транзисторный Преобразователь-Двигатель») вместо электромашинной системы на электрических экскаваторах марки ЭКГ позволяют снизить потребление электроэнергии при экскавации руды до 50%. Введенные в 2014 году двух высокопроизводительных экскаваторов ЭКГ-20 на руднике Мурунтау, оснащенных системой «ТрП-Д», обеспечивают ежегодную экономию электроэнергии 3 млн. кВт*ч.

В 2015 году в Южном рудоуправлении был введен в работу экскаватор ЭКГ-5, оснащенный системой «ТрП-Д», и произведена модернизация двух экскаваторов ЭКГ-5, с заменой на систему «ТрП-Д».

В 2016 году на карьере Аристантау были введены в работу два экскаватора ЭКГ-5 с системой «ТрП-Д». На конец 2016 года по НГМК введены в работу всего 7 ед. модернизированных экскаваторов с системой «ТрП-Д», что обеспечивает суммарную экономию электроэнергии 9,1 млн.кВт*ч. в год.

В 2017 году по проекту «Повышения энергоэффективности промышленных предприятий» с участием финансирования Международной Ассоциации Развития (МАР) введены в работу 15 модернизированных экскаваторов с системой «ТрП-Д», в Центральном и Северном рудоуправлениях, что дают экономию электроэнергии 10,8 млн.кВт*ч. в год.

Компенсация реактивной мощности

В целях снижения непроизводительных потерь и уменьшения технологического расхода электроэнергии при пере-



даче электроэнергии, в электрических сетях комбината постоянно производится комплекс мероприятий для поддержания уровня компенсации реактивной мощности на требуемом уровне.

Ввод конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности в распределительных сетях производств, поддержание режима возбуждения синхронных электродвигателей с опережающим cos φ, модернизация систем возбуждения синхронных электродвигателей с переходом на современные микропроцессорные автоматизированные шкафы с поддержанием заданной реактивной компенсации в автоматическом режиме, позволяют вносить существенную экономию электроэнергии в энергосбережение. В результате за период 2010-2017гг. по компенсации реактивной мощности в НГМК была достигнута экономия электроэнергии более 112 млн.кВт*ч.

Внедрение паровой турбины на сернокислотном производстве

Реализация проекта НГМК «Повышение энергоэффективности сернокислотного производства Северного рудоправления за счет выработки электрической энергии с использованием вторичных энергоресурсов» выполнена при участии Международного банка развития. Основной целью проекта является повышение энергоэффективности сернокислотного производства за счет выработки электрической энергии с использованием вторичного тепла Цеха производства серной кислоты (ЦПСК). Процесс производства серной кислоты предусматривает сжигание серы, где происходит выделение большого количества тепла. Тепло используется для получения пара потребляемого в технологии и на отопление. При потреблении полученного пара, часть тепла безвозвратно терялась. Потери тепла составляли порядка 43 000 Гкал в год. В целях исключения потерь тепла, в 2016 году выполнено строительство паровой турбогенераторной установки (ТГУ) для выработки электрической энергии.

Ежегодно паротурбинной установкой вырабатывается 38 млн. кВт*ч электроэнергии, что покрывает 80 % потребности сернокислотного производства в электрической энергии. За период эксплуатации, паротурбинной установкой (с июня 2016 года) выработано более 57,5 млн. кВт*ч. электроэнергии.

Реализация проекта позволила исключить неизбежные потери и использовать теряемое тепло для выработки электрической энергии, а также создать дополнительно 22 рабочих места. Эксплуатация установки выполняется выпускниками местных учебных заведений.

Модернизация и обновление оборудования

Согласно Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан №72 от 15 марта 2011г. в НГМК был проведен технический аудит с обследованием 5838 ед. оборудования.

В результате, 4620 ед. из них было определено как требующее модернизацию и обновление.

Согласно Постановлению Кабинета Министров Республики Узбекистан №115 от 19 апреля 2012г. «О дополнительных мерах по ускоренному обновлению морально и

физически устаревшего оборудования предприятий, отраслей промышленности» были определены целевые параметры модернизации и обновления морально и физически устаревшего оборудования с заменой на современное, апробированное на мировом уровне на 2012-2014гг. Определена 721 ед. оборудования (на сумму 71,1 млн.долл.), подлежащее замене и модернизации. Экономический эффект от замены морально и физически устаревшего оборудования составил 8,4 млн.кВт*ч электроэнергии, 2,9 млн.м³ природного газа.

Замена ламп на энергосберегающие

В целях исполнения Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан №161от 2 июня 2011г. «О мерах по организации производства и поэтапному переходу на использование энергосберегающих ламп» в комбинате реализуется поэтапный переход на использование энергосберегающих ламп.

В 2014 году было заменено ламп на энергосберегаю-



щие в количестве более 11,3 тыс. шт., а в 2015 году более 23,5 тыс.шт., в том числе 15,6 тыс. шт. на светодиодные лампы и светильники.

В 2016 году в рамках перехода на поэтапную замену традиционных люминесцентных ламп на светодиодные, были заменены лампы и светильники более 26,7 тыс. шт.

В 2017 году заменены на светодиодные более 27,3 тыс. шт. лампы и светильники. Общая экономия от замены ламп за период 2016-2017гг. составила 29,84 млн.кВт*ч.

К 2020 году по комбинату планируется полностью перевести освещение производств на светодиодную осветительную продукцию.

Экономия исходной воды

За период 2010-2017 годы в соответствии с комплексными мероприятиями по экономии водных ресурсов были выполнены мероприятия, позволившие снизить потребление исходной воды:

«Повторное использование воды в технологическом процессе» обеспечило экономию в объеме 22 403,7 тыс. м³.

«Использование оборотного водоснабжения» экономия в объеме 1 029,5 тыс.м³.

«Использование шахтных и грунтовых вод», мероприятие обеспечило экономию в объеме 6 373,1 тыс. м³.

«Внедрение капельного орошения» обеспечило экономию воды 1 178,7 тыс. м³.



«Оптимизация работы технологического оборудования» была достигнута экономия в объеме 28 258,8 тыс. м³.

Анализ водопотребления показывает, что планомерная работа рудоуправлений по экономии энергоресурсов за 2010-2017 гг., обеспечило снижение общего потребления воды по площадкам, при росте выпуска продукции.

Экономия природного газа

В целях снижения затрат при выпуске продукции, эффективного и рационального использования материально-энергетических ресурсов в НГМК были реализованы организационно-технические мероприятия по экономии природного газа со следующими показателями экономической эффективности:

За период с 2010 по 2017 годы экономия природного газа составила 32,7 млн.м³, на сумму 5,2 млрд.сум, в том числе за счет реализации следующих мероприятий:

1. Мероприятий по совершенствованию технологических процессов:

- регулирование температуры сетевой воды в теплоносителях промышленных котельных подразделений комбината;

- использование продукции биологического окисления в технологических печах обжига руды, без применения специальных гидроциклонных установок в летний период;

- регулирование подачи известковой руды и снижение простоев оборудования на печах обжига известняка;

- периодическая остановка по графику одного сушильного барабана фосфоритной руды;

- выполнение режимно-наладочных мер на источниках теплоснабжения;

- соблюдение режимных карт на котельных агрегатах.

2. Мероприятий по использованию вторичных ресурсов:

- использование тепла (рекуперация) отходящих газов в литейном производстве и технологических печах обжига руды.

3. Мероприятий по внедрению возобновляемых источников энергии:

- использование гелиоустановок в летний период для горячего водоснабжения в подразделениях комбината.

Анализ удельных норм расхода топливно-энергетических ресурсов.

Экономия ТЭР в значительной мере зависит от правильной организации и технико-экономической обоснованности нормирования расходов топлива и энергии. В условиях постоянно динамично развивающегося производства НГМК, нормирование топливно-энергетических ресурсов приобре-

тает все большее значение. За счёт проводимых мер по модернизации, техническому и технологическому перевооружению существующих производственных мощностей, реализации мероприятий по энергосбережению за период 2010-2017гг. достигнуто заметное снижение удельного расхода по следующим производственным переделам:

Общий удельный расход электроэнергии на переработку руды по гидрометаллургическим заводам комбината снизился с 37,96 кВт*ч/т до 34,00 кВт*ч/т или снижение на 10,4 % по отношению к 2010 г., при увеличении переработки с 43,4 млн.т до 49,4 млн.т в годили увеличение на 13,8% по отношению к 2010г.

Общий удельный расход электроэнергии на добычу горной массы по комбинату снизился с 1,13 кВт*ч/м³ до 1,10 кВт*ч/м³ или снижение на 2,7 % по отношению к 2010г., при увеличении добычи горной массы с 78,4 млн.м³ до 119,0 млн.м³ в год или увеличение на 51,8% по отношению к 2010 г.

Общий удельный расход электроэнергии на добычу продуктивных растворов по комбинату снизился с 0,96 кВт*ч/м³ до 0,88 кВт*ч/м³ или снижение на 9,1 % по отношению к 2010г., при увеличении добычи продуктивных растворов с 106 млн.м³ до 183,9 млн.м³ в год или увеличение на 73,6 % по отношению к 2010 году.

Внедрение гелиоколлекторов для горячего водоснабжения

С учетом экономической обоснованности и эффективности выбора площадки строительства, в НГМК реализованы проекты использования солнечной энергии для горячего водоснабжения. Гелиоустановки введены в эксплуатацию в Северном Рудоуправлении (СРУ); в Центральном Рудоуправлении (ЦРУ); в Рудоуправления № 5 (РУ-5); в Южном Рудоуправлении, в Производственном объединении «Навоийский машиностроительный завод» (ПО «НМЗ»), РУ ГМЗ-1 и агрофирме «Дустлик». Здесь успешно эксплуатируются 2257 шт. гелиоколлекторов площадью 4 300 м² и общей мощностью 2 540 Гкал в год, это обеспечивает ежегодную экономию до 3,4 млн. кВт*ч. электроэнергии.

В структурных подразделениях комбината использование солнечных гелиоколлекторов начато с 2001 года. Первая установка была внедрена на руднике «Кокпатас» Северного рудоуправления, находящегося в большом отдалении от источников теплоснабжения. Но наиболее широкое внедрение установок по использованию солнечной энергии было начато с 2009 года. Так, за период с 2001г. по 2007г. было выполнено строительство всего 289 шт. гелиоколлекторов общей площадью 486 м², и с общей годовой экономией 513,8 тыс. кВт*час в год. За период с 2009 по 2017 годы реализованы проекты по строительству 1968 шт. гелиоколлекторов общей площадью 4 500 м² и с общей годовой экономией 2920 тыс. кВт*ч. в год. Согласно разработанной в комбинате Комплексной Программе по развитию и расширению использования возобновляемых источников энергии по ГП НГМК на 2015-2019 годы» общая мощность реализованных проектов к 2020 году достигнет 4 млн. кВт*ч в год.





Внедрение биогазовых установок

В целях практического использования альтернативных источников энергии, как важнейшего фактора устойчивого развития и повышения конкурентоспособности экономики в условиях сокращения мировых запасов углеводородного сырья, были начаты работы по ускоренному внедрению технологии переработки отходов крупнорогатого скота (КРС) 3500 т/год навоза (1000 голов КРС) и птицефермы 1260 т/год птичьего помета (30000 голов) на базе агрофирмы «Дустлик».

Проведены проектно-испытательские работы на строительство двух биогазовых установок производительностью до 200 м³ биогаза в сутки на птичьем помёте и 400 м³ биогаза в сутки на навозе крупнорогатого скота. Проектирование, конструирование основного технологического оборудования, изготовление оборудования и строительство установок было выполнено специалистами подразделений НГМК.

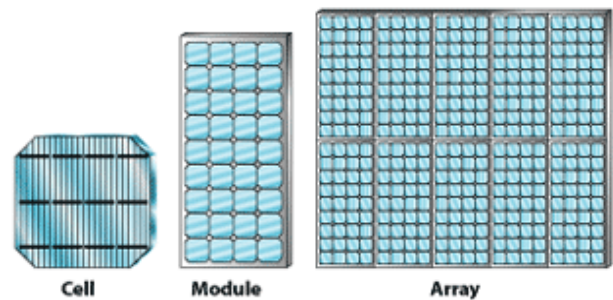
Биогазовые установки преобразовывают органические отходы в высококачественные удобрения с выработкой биогаза, которая сжигается в газоиспользующем оборудовании. За короткий период в агрофирме «Дустлик» были введены в эксплуатацию опытно-промышленная биогазовая установка общей мощностью выработки 200 м³/сутки на птицеводческой ферме и промышленная биогазовая установка мощностью выработки 400 м³/сутки на молочно-товарной ферме. За период с 2013 по 2017 год общая выработка биогаза составила 698,8 тыс.м³, получено удобрений в сухом виде (биогумус) 33,3 т, в жидком виде 5394,9т. Выработанный в установках биогаз используется на технологические нужды для приготовления горячей воды молочно-товарной фермы, обеспечивает работу кузницы, используется в цехе переработки плодоовощной продукции.

Использование геотермальной энергии

В экономии топливно-энергетических ресурсов НГМК особое место занимает и использование геотермальной энергии подземных вод. Геотермальные воды используются в Южном рудоуправлении для обеспечения горячего водоснабжения населения города Нурабад.

Геотермальная вода поступает в котельную города Нурабад из скважины №9 водозаборного сооружения «Джануб», расположенной на расстоянии 5 км от котельной. Скважина была освоена и введена в эксплуатацию в 1980 г.

Начиная с 2008 года, геотермальная вода используется для нужд горячего водоснабжения города. Температура поступающей воды из скважины равна 37-40°C. Геотермальная вода поступает через фильтры на котельную, где подогревается до требуемой температуры и подаётся в теп-



ловую сеть для отопления и ГВС населения и инфраструктуры города.

Ежегодная экономия от использования тепла геотермального источника, в пересчете на условное топливо, составляет до 1 000 т условного топлива или 0,9 млн. кубических метров природного газа.

По фотоэлектрическим станциям

В НГМК проводятся работы и по внедрению фотоэлектрических станций (ФЭС).

В 2015 году в рамках реализации пилотного проекта, в геологоразведочных экспедициях Кокпатаской и Даугызтауской ГРЭ Научно производственного центра геологии драгоценных металлов и урана, внедрены две фотоэлектрические станции мощностью по 5 кВт.

В 2017 году введены две фотоэлектрические станции в а/ф «Дустлик» общей мощностью 4 кВт.

Планируется дальнейшая реализация проектов по ФЭС.

В настоящее время работа в сфере снижения энергоёмкости, повышения энергоэффективности НГМК и снижения себестоимости выпускаемой продукции продолжается. Так же проводится активная работа по проведению энергетических обследований и введению энергетических паспортов энергоёмких подразделений комбината, снижению потерь при транспортировке ТЭР.

Говоря об энергосберегающих технологиях, необходимо отметить их инновационность. Внедрение подобных технологий оптимизирует многие процессы деятельности комбината.

Энергосберегающие технологии позволяют по новому решать ряд экономических задач за счёт снижения энергоёмкости производства, перехода на новый уровень технического и технологического оснащения.

Применение энергосберегающих технологий в НГМК, это повышение конкурентоспособности продукции, товаров и услуг, устойчивый выпуск продукции и стабильность оказания услуг потребителям, а так же уменьшение вредного воздействия на окружающую среду.

ДОРОГИЕ НАВОЙЦЫ И ТРУЖЕНИКИ НАВОЙСКОГО ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!

От имени всего коллектива Академии наук Республики Узбекистан – работников, научных сотрудников, учёных, академиков и лично от меня примите наши искренние поздравления с юбилеем и наилучшие пожелания!

60 лет... за этот короткий срок Вы достигли огромных успехов во многих делах, сделав большие открытия на пользу человечества. Внесли весомый вклад в развитие промышленной, производственной, научной, образовательной, социальной и многих других сфер деятельности нашей страны. За эти 60 лет был сделан большой рывок вперёд, рывок к прогрессу, к новым открытиям, к достижению больших результатов, к преодолению поставленных целей, к улучшению всех жизненных условий города и страны в целом.

Ведь всего каких-то 60 лет назад на месте этого удивительного и великолепного по красоте города с выразительной архитектурой жилых и общественных зданий, впечатляющими силуэтами крупных промышленных предприятий и современной инфраструктурой существовала немногочисленная пустыня Кызылкум. Навои возник как настоящий оазис среди палящих под солнцем пустынных песков, как оживший мираж восточных сказок, давший надежду многим тем, кто хотел освоить бесценное богатство недр земли с целью улучшения благополучия и процветания нашей Родины. И город дал эту надежду и возможность воплотить мечту в реальность. Благодаря чему сейчас в нём во всю мощь бесперебойно работают и вносят свой колоссальный вклад в рост экономического потенциала и социального развития Республики Узбекистан такие крупные предприятия, как Навоийский горно-металлургический комбинат.

Навоийский горно-металлургический комбинат – это флагман промышленной индустрии и производственной сферы Республики Узбекистан. Так как является многопрофильным предприятием, выпускающее самую разнообразную продукцию для отраслей экономики страны.

Академия наук Республики Узбекистан и Навоийский горно-металлургический комбинат имеют весьма тесные связи в области научно-исследовательской, научно-технической, научно-производственной, образовательно-методической деятельности и в других сферах взаимовыгодного партнёрства. Наши взаимно функционирующие грани соприкосновения очень тесно прилегают друг другу, имея огромный потенциал для решения многих задач и выполнения совместных целей. Так, наши организации на основе имеющихся лабораторно-технических баз, опытно-экспериментальных установок и научного потенциала

Юлдашев Б.С.

Президент Академии наук
Республики Узбекистан



сотрудников уже выполнили огромное количество общих поставленных целей и задач.

Стоит особо отметить то, что в создании Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан роль Навоийского горно-металлургического комбината имеет особо важное значение. Благодаря НГМК все расходы, связанные с содержанием Навоийского отделения АН РУз, а также на реализацию Отделением прикладных и инновационных исследований покрываются за счёт Комбината. Благодаря Комбинату Навоийское отделение АН РУз в месячный срок после его создания было обеспечено необходимой мебелью, компьютерной техникой, инвентарём и другими материальными средствами для организации его деятельности. Запланировано оснащение данной научно-исследовательской лаборатории современным лабораторным оборудованием. И благодаря НГМК идёт строительство жилого комплекса для временного проживания научных консультантов, приглашаемых из научно-исследовательских учреждений Республики Узбекистан и зарубежных стран. А также многое другое, что Комбинат вкладывает для полноценного функционирования Навоийского отделения АН РУз.

От имени всего коллектива Навоийского отделения Академии наук и Президиума Академии наук Республики Узбекистан выражаю глубокую благодарность и признательность за то, что Навоийским горно-металлургическим комбинатом было сделано и намеревается сделать такое огромное количество дел, направленных на осуществление деятельности и улучшение всех необходимых условий Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан.

От имени всего коллектива Академии наук Республики Узбекистан желаю Навоийскому горно-металлургическому комбинату дальнейшего процветания и развития, ярких свершений и производственных прорывов! Пусть этот юбилей станет настоящим праздником для тех, кто участвовал в поднятии и продвижении Комбината на прочные позиции своей отрасли. Сохраняйте и берегите традиции, используя инновации и передовые технологии XXI века. Пусть для Комбината всегда будут открыты горизонты, исполняются задуманные планы и проекты!

Желаю всем сотрудникам НГМК и жителям города Навои огромных успехов во всех делах, крепкого здоровья, всегда отличного настроения, семейного счастья и благополучия в каждом доме!

Поздравляем с Юбилеем!

TABRIKLAR / ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев..... 2

Санакулов К.С...... 4
Мустакимов О.М...... 4
Золотарёв Ю.П...... 5
Шакарров Я.Ш...... 6
Ослоповский С.А...... 6
Назаров В.Ф...... 7
Лаккай Н.Э...... 7

Санакулов К.С. НГМК – лидер горнодобывающей отрасли Узбекистана..... 8
Рахматов И.К. Профсоюз – гарант защиты..... 14
Ражабов И.Б. Счастливые люди – залог успеха предприятия..... 18
Хван А.Б., Руднев С.В. История развития технологии переработки золотосодержащих руд (обзор)..... 21

GEOLOGIYA / ГЕОЛОГИЯ

Ибрагимов А.С., Бакиев С.А., Мирходжаев Б.И. Оценка современного состояния подземных вод на участках освоения месторождений полезных ископаемых..... 33
Хамроев И.О. Удельная продуктивность разведанных запасов золота и состояние золоторудной минерально-сырьевой базы Навоийского ГМК..... 36
Сайидкосимов С.С., Насиров У.Ф., Казаков А.Н., Рахимов Ш.Ш. Прогноз и геоконтроль состояния горного массива в условиях эффективной разработки золоторудных месторождений..... 44
Турапов М.К., Захидов Т.З., Жанибеков Б.О., Умматов Н.Ф., Кувондилов И.Ш., Омонбоев З.О., Насвалиев Ф.Ф. Мегатрещины западного Узбекистана..... 50

GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKNOLOGIYA

Тошов Ж.Б., Тошниёзов Л.Г. Пути повышения эффективности герметизации опор породоразрушающих буровых инструментов..... 53
Санакулов К.С., Петухов О.Ф., Шарафутдинов У.З. Редкие металлы – инновационный ресурс НГМК..... 57

METALLURGIYA VA BOYITISH / ОБОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Зими́на А.А., Поперчникова О.Ю. Обогащение смешанных золотосодержащих руд Ауминзо-Амантайского рудного поля методом Флотации..... 69
Косынкин В.Д., Селивановский А.К., Трубаков Ю.М. Технологические схемы экстракционного разделения редкоземельных элементов..... 77
Гайбуллаев Х.К., Крымов Л.Р., Исмагилов М.М., Нарбадалов Ш.И. О возможности перевода хвостохранилища ГМЗ-3 из наливного типа в комбинирован-

ный.....
Санакулов К.С., Сагдиева М.Г. Интенсификация процессов бактериального выщелачивания золотомышьяковых концентратов на гидрометаллургическом заводе № 3 ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат»..... 91
Донияров Н.А., Тагаев И.А. Анализ вещественного состава фосфоритов центральных Кызылкумов после обработки микрофлорой активного ила..... 96
Смирнов К.М., Крылова О.К., Молчанова Т.В., Акимова И.Д., Овчаренко Е.В. Гидрометаллургические технологии извлечения ценных компонентов при переработке различных видов сырья..... 103
Самадов А.У., Аскарова Н.М. Флотационные свойства быстроохлажденного шлака медного производства..... 108
Санакулов К.С., Кадыров А.А. Инновационные кластеры - путь к стремительному развитию страны..... 115
Мардонов Б.Т. Новая конструкция дисковой фрезы для черновой обработки зубчатых колес..... 119
Костаев У.У. Достижения горно-металлургического гиганта Узбекистана за последние десятилетия..... 122
Исраилов М.Э. Внедрение элементов «цифровой экономики» для повышения эффективности управления ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат»..... 125

INNOVATSIYA / ИННОВАЦИЯ

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI NAUCHNO-LABORATORNIYE IZYSKANIYA

Санакулов К.С., Петухов О.Ф. Передовые технологии при добыче урана и рекультикации радиоактивных отходов..... 128
Музафаров А.М., Журакулов А.Р., Урунов И.А., Аппаберганова Г.М. Особенности поведения радона в различных подземных водах..... 131
Саби́ров Б.Т., Мирзаев А.У., Эркабаев Ф.И., Адылов Дж.К., Ахмедов Р.К., Пулатов Х.Л., Таиров С.С. Очистка от примесей ацетиленовой сажи для нужд ряда отраслей промышленности Узбекистана..... 136
Хасанов А.С., Толибов Б.И. Обжиг молибденовых кеков в печи нового типа для интенсивного обжига..... 140
Норов Ю.Д., Заиров Ш.Ш., Равшанова М.Х. Разработка невзрывчатого разрушающего состава с использованием компонентов из местного сырья.....
Исунц С.А., Гуламов К.Н., Ачилов А.М., Абдуллаев О.Р., Умаров Т.Ш., Ломакина Д.А. Курс на энергосбережение.....

REKLAMA / РЕКЛАМА

На обложке: