

O'zbekiston

ISSN 2181-7383

KONCHILIK XAVARNOMASI

4

№ 95

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQRISH JURNALI

Oktyabr - Dekabr 2023

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ГОРНЫЙ ВЕСТНИК

УЗБЕКИСТАНА



65 YIL



NAVOIY KMK

**«NAVOIY KON METALLURGIYA KOMBINATI» AKTSIYADORLIK JAMIYATI
VA «NAVOIYURAN» DAVLAT KORXONASI JAMOALARIGA**

Qadrli vatandoshlar!

Siz, azizlarni Navoiy kon-metallurgiya kombinati tashkil etilgani va yurtimizda uran sanoatiga asos solinganining 65 yilligi bilan chin qalbidan samimiy tabriklayman.

Sizlarning fidokorona mehnatingiz bilan bepoyon Qizilqum bag'ridan qazib olinayotgan, dunyo miqyosida yuksak e'tirof etilayotgan oltin, tabiiy uran va boshqa nodir qazilma boyliklar mamlakatimiz iqtisodiy taraqqiyotini ta'minlashda beqiyos strategik ahamiyatga ega ekani barchamizga yaxshi ma'lum.

Shu ma'noda, 40 dan ortiq millatga mansub qarib 50 ming nafar yuqori malakali ishchi, muhandis va mutaxassislar mehnat qilayotgan mazkur kombinat va 3 yil oldin uning tarkibidan ajralib chiqqan «Navoiyuran» korxonasi milliy sanoatimiz faxri, desak, ayni haqiqatni aytgan bo'lamiz.

Keyingi yillarda soha rivojiga qaratilayotgan ulkan e'tibor hamda ishlab chiqarishga zamonaviy texnologiyalar jadal joriy etilayotgani tufayli kombinat oltin ishlab chiqarish bo'yicha yetakchi xorijiy kompaniyalar orasida 7-o'rindan 4-o'ringa ko'tarildi. «Muruntov» koni esa xalqaro reytinglarda yuqori pog'onalarni egallab kelmoqda.

Qisqa muddatda kombinatda 23 ta yirik investitsiya loyihasi, jumladan, 5, 6 va 7-gidrometallurgiya zavodlari, 2-gidrometallurgiya zavodining ikkinchi navbati ishga tushirilib, 15 mingdan ortiq yangi ish o'рни yaratilgani diqqatga sazovordir. Ana shunday sa'y-harakatlar natijasida bu yil oltin ishlab chiqarish hajmi 2016 yilga nisbatan 25 foiz, tabiiy uran 20 foiz, kumush esa 46 foizga oshganini alohida ta'kidlash lozim.

Bugungi kunda O'zbekiston uran qazib olish bo'yicha dunyoda 5-o'rinni egallab turibdi. «Navoiyuran» davlat korxonasi o'z mahsulotini yuz foiz eksportga yo'naltirmoqda.

Mahalliyashtirish dasturi doirasida yangi quvvatlar uchun zarur asbob-uskuna va jihozlar hududning o'zida ishlab chiqarilmoqda. Birgina Navoiy mashinasozlik zavodida yiliga o'rtacha 15 ming turdan ziyod import o'rnini bosadigan mahsulotlar tayyorlanayotgani buni tasdiqlaydi.

Soha uchun malakali muhandis kadrlar etkazib berish maqsadida Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining moddiy-texnika bazasi va ilmiy-pedagogik salohiyati mustahkamlanmoqda. Murakkab texnologik jarayonlarni asosan ana shunday oliygohlarimizda ta'lim olgan azmu shijoatli yoshlarimiz boshqarayotgani barchamizni quvontiradi.

Ishchi va xizmatchilar mehnatini rag'batlantirish, ularning mehnat va dam olish sharoitlarini yaxshilash doimo e'tiborimiz markazida bo'lib kelmoqda. Ko'plab konchilarimiz Vatanimizning yuksak mukofotlari bilan taqdirlanmoqda. Bugungi bayram munosabati bilan yana bir guruh soha vakillari faxriy unvon, orden va medallarga sazovor bo'ldilar. Ularni ana shunday yuksak mukofotlar bilan chin dildan tabriklab, kelgusi faoliyatlarida muvaffaqiyatlar tilayman.

Hurmatli do'stlar!

Biz «O'zbekiston-2030» strategiyasi doirasida ushbu sohada ham ko'plab ishlarni amalga oshirishni reja qilganmiz. «Oqtov» konini o'zlashtirish, ko'plab yangi investitsiya loyihalarini amalga oshirish hamda uran qazib olish va qayta ishlash hajmini uch barobar ko'paytirish shular jumlasidandir.

O'z hayotini shunday muhim sohaga bag'ishlagan siz, azizlar jamoalaringizdagi shonli mehnat an'alarini munosib davom ettirish, mamlakatimiz kon sanoati shuhratini yanada oshirish uchun bundan buyon ham katta kuch-g'ayrat bilan mehnat qilasizlar, deb ishonaman.

Sizlarni bugungi qutlug' ayyom bilan yana bir bor tabriklab, barchangizga mustahkam sog'lik, oilaviy baxt, olijanob faoliyatingizda ulkan zafarlar tilayman.

**Shavkat Mirziyoev,
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti**

O'zbekiston KONCHILIK XAVARNOMASI

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQRARISH JURNALI

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali 1997 yil iyul oyidan chiqarib boshlagan. Bir yilda to'rt marta nashr etiladi.

Ta'asischilar:

«Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJ, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, O'zbekiston geotexnologiya va rangli metallurgiya ilmiy-tadqiqot va qidiruv-loyihalashtirish instituti «O'zGEORANGMETLITI» MChJ

Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:

«Navoiy KMK» AJ, «Olmaliq KMK» AJ, «O'zGEORANGMETLITI» MChJ

Bosh muharrir:

U.Z. Sharafutdinov

Bosh muharrir o'rinbosari:

Sh.Sh. Alikulov

Texnik va badiiy muharrir:

F.Yu. Zairova

Bo'limlar bo'yicha tahrir hay'ati tarkibi: *geotexnologiya* – Rakishhev B.R. (Qozog'iston), Shashenko A.N. (Ukraina), Zairov Sh.Sh. (O'zbekiston), Misliboev I.T. (O'zbekiston), Nosirov U.F. (O'zbekiston), Raimjanov B.R. (O'zbekiston), Umarov F.Ya. (O'zbekiston); *geologiya* – Belin V.A. (Rossiya), Akbarov X.A. (O'zbekiston), Snitka N.P. (O'zbekiston), Turesebekov A.X. (O'zbekiston); *boyitish va metallurgiya* – Dementiev V.E. (Rossiya), Abdurahmonov S.A. (O'zbekiston), Sanaqulov K. (O'zbekiston), Samadov A.U. (O'zbekiston), Xasanov A.S. (O'zbekiston), Ergashev U.A. (O'zbekiston), Yaqubov M.M. (O'zbekiston); *ilmiy va laboratoriya tadqiqotlari* – Mishina O.V. (Germaniya), Mustaqimov O.M. (O'zbekiston), Muxiddinov B.F. (O'zbekiston), Nurmurodov T.I. (O'zbekiston), Sagdiyeva M.G. (O'zbekiston), Xamidov X.I. (O'zbekiston); *elektroenergetika sanoati* – Tabakman I.B. (Kanada), Mahmudov A.M. (O'zbekiston); *ekologiya* – Vorobyov A.G. (Rossiya), Gulyamov B.V. (O'zbekiston), Raziqov Z.A. (Tojikiston), Raxmatov A.B. (O'zbekiston); *iqtisod* – Vorobyov A.E. (Rossiya).

Jurnal O'zbekiston Matbuot va axborot agentligida 2006 yil 13 dekabrda ro'yxatga olingan. 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.

Jurnaldan ko'chirib bosilganda manba qayd etilishi shart

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

Tahririyat manzili:

210100, Navoiy shahri, Navoiy ko'chasi, 27 uy
NKMK Innovatsion markaz
Tel.: +99879 227-81-59

E-mail: FY.Zairova@ngmk.uz, U.Sharafutdinov@ngmk.uz

Web-sayt: <http://www.gorniyvestnik.uz>; <http://uzjournals.edu.uz/gorvest>

Muqova, dizayn, terish bo'yicha mas'ul:

F.Yu. Zairova

Jurnalning chop etilishi va elektron shaklini yangilab

boruvchi mas'ul:

U.Z. Sharafutdinov

Chop qilindi:

«NKMK JAMGARMASI» DM bosmaxonasida
210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi, 25 uy
Tel.: +99879 227-75-56

Nashr etishga 05.12.2023 y. imzolandi

A3 formatda. Adadi 100 nusxa

© O'zbekiston konchilik xabarnomasi 2023

Научно-технический и производственный журнал издаётся с июля 1997 года, выходит четыре раза в год.

Учредители:

АО «Навоийский горно-металлургический комбинат», Навоийский государственный горно-технологический университет, Узбекский научно-исследовательский и проектно-исследовательский институт геотехнологии и цветной металлургии ООО «O'zGEORANGMETLITI»

При финансовой поддержке:

АО «Навоийский ГМК», АО «Алмалыкский ГМК», ООО «O'zGEORANGMETLITI»

Главный редактор:

Шарафутдинов У.З.

Зам. главного редактора:

Аликулов Ш.Ш.

Технический и художественный редактор:

Заирова Ф.Ю.

Состав редколлегии по разделам: *геотехнология* – Ракишев Б.Р. (Казахстан), Шашенко А.Н. (Украина), Заиров Ш.Ш. (Узбекистан), Мислибоев И.Т. (Узбекистан), Носиров У.Ф. (Узбекистан), Раимжанов Б.Р. (Узбекистан), Умаров Ф.Я. (Узбекистан); *геология* – Белин В.А. (Россия), Акбаров Х.А. (Узбекистан), Снитка Н.П. (Узбекистан), Турсебеков А.Х. (Узбекистан); *обогащение и металлургия* – Дементьев В.Е. (Россия), Абдурахмонов С.А. (Узбекистан), Санакулов К. (Узбекистан), Самадов А.У. (Узбекистан), Хасанов А.С. (Узбекистан), Эргашев У.А. (Узбекистан), Якубов М.М. (Узбекистан); *научно-лабораторные изыскания* – Мишина О.В. (Германия), Мустакимов О.М. (Узбекистан), Мухиддинов Б.Ф. (Узбекистан), Нурмуродов Т.И. (Узбекистан), Сагдиева М.Г. (Узбекистан), Хамидов Х.И. (Узбекистан); *электроэнергетика* – Табакман И.Б. (Канада), Махмудов А.М. (Узбекистан); *экология* – Воробьев А.Г. (Россия), Гулямов Б.В. (Узбекистан), Разыков З.А. (Таджикистан), Рахматов А.Б. (Узбекистан); *экономика* – Воробьев А.Е. (Россия).

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
Инновационный центр НГМК
Тел.: +99879 227-81-59

E-mail: FY.Zairova@ngmk.uz, U.Sharafutdinov@ngmk.uz

Веб-сайт: <http://www.gorniyvestnik.uz>; <http://uzjournals.edu.uz/gorvest>

Обложка, дизайн, компьютерная вёрстка:

Заирова Ф.Ю.

Ответственный за публикацию и обновление электронной

формы журнала:

Шарафутдинов У.З.

Отпечатано:

в типографии ГУ «ФОНД НГМК»
210100, г. Навои, ул. Южная, 25
Тел.: +99879 227-75-56

Подписано в печать 05.12.2023 г.

Формат А3. Тираж 100 экз.

© Горный вестник Узбекистана 2023

ISSN 2181-7383



4 780010 201760 >

KOMBINAT YANGI TARAQQIYOT YO‘LIDA

Aziz hamkasblar!

Avvalo siz, konchi va metallurklar, energetik va quruvchilar, mashinasozlar va loyihachilar, korxonamizda mehnat qilayotgan barcha kasb egalari, qadri faxriylarimiz va shijoatli yoshlarimizni Navoiy konmetallurgiya kombinati tashkil topganligining 65 yilligi munosabati bilan qizg'in tabriklayman.

Har bir davr o'z qahramonlarini yaratadi. Odamning ilk bor kosmosga parvozi, Oy sathi ga qadam qo'yishi ilm-fan, insoniyat aql-idroki, tafakkur olamining beqiyos ifodasi, haqiqiy qahramonlik va jasorat namunasi sifatida tarix sahifalarida muhrlangan. Men qahramonlik tushunchasini kengroq va to'laqonliroq ma'noda nazarda tutayapman. Boshqacha aytganda, ijtimoiy ahamiyat kasb etadigan, jamiyat taraqqiyoti va odamlar manfaatiga xizmat qiladigan har qanday voqea-hodisalar, yangiliklar ham jasoratga qiyoslashga arziydi. Qutlug' 65 yilligi nishonlanayotgan Navoiy kon-metallurgiya kombinati tashkil topishi, jamoaning yaxshi niyat, yuksak vatanparvarlik tuyg'usi bilan sobiq Ittifoqning turli burchaklaridan asriy Qizilqum bag'rida yashirilib yotgan boyliklarni o'zlashtirishga kelgan birinchi rahbaru mutaxassislari, ishchi-xizmatchilari, keyingi avlod, bugungi ulkan jamoasi amalga oshirgan va oshirayotgan ishlar, korxonaning rivojlanish va yuksalish bosqichlarini ana shu mezon bilan baholagan bo'lardim.

Bir masalada fikrim qat'iy: sahrani ko'rkam maskanga aylantirishga bel bog'lagan turli millat vakillari balandparvoz so'zlar va shiorlardan yuqori turadigan, o'z oldilariga qo'yilgan vazifa nechog'lik murakkab va mashaqqatli, bir qarashda hatto bajarishning imkon va iloji bo'lmagandek tuyulgan mas'uliyatli ishlarining uddasidan chiqqan romantik va fidoiy insonlar edilar. Ular uchun oddiy ish kunlari, doimiy yumush bo'lib tuyulgan ishlar aslida chinakam bunyodkorlik, jasorat edi.

Qilayotgan ishlarining katta ahamiyatga ega ekanligiga ishonch ruhi bu odamlarga beqiyos kuch-g'ayrat, qanot bag'ishlab, mushtarak maqsad atrofida birlashtirgandi. Ularning yaratuvchanlik mehnati haqida ko'p va xo'p yozilgan, bundan keyin ham xuddi shunday bo'ladi. Ana shu bunyodkorliklar asnosida alohida shaxslarning qahramonliklariga emas, bizning shonli Navoiy kon-metallurgiya kombinatining tarixi shakllangan. Kombinat tarixini bilish, adolatli o'rganish va baholash, korxonamiz jamoasining bugungi vakillariga yetkazish, yaxshi an'analarni egallashlariga shart-sharoit va imkoniyat yaratish ham farz, ham qarzdor. Zero, buyuk yuzuvchimiz Abdulla Qodiriy: «Moziyga qarab ish tutmoq xayrlidir», deganlarida naqadar haq edilar. Tarixni yaxshi o'rganish esa undan saboq olish, xatolarni takrorlamaslik, kelajakning oydin manzillarini, ulug'vor reja va marralarni aniq belgilash va ularni muvaffaqiyatli egallashga xizmat qiladi.

Shu o'rinda, kombinat tashkil topgan yillar va bugungi davr o'rtasidagi tafovutni aks ettiradigan bir faktni eslatmoqchiman. Hozirgi tezyurur mashinada Uchquduq shahriga uch soatda yetib boramiz. Qadim Ipak yo'lidagi shu manzilga kombinatning birinchi haydovchilari eng zarur yuklarni cho'l barxanlari, baland-pastliklar oralab, yo'lni taxminan tussollab, uch-to'rt kunda yetkazib berganliklarini yaxshi bilamiz. Endilikda, tarixan o'tgan qisqa davrdan so'ng Zarafshon vohasida farovon umrguzaronlik qilayotgan minglab odamlar, bu manzil-makonlarga oqshom qo'ngandan so'ng Uchquduq shahriga kiraverishda barpo etilgan ko'l sohilida yoki Zarafshon shahridagi fusunkor favvoralar xiyobonida farzandlarini yetaklagan dam olayotgan yoshlar da'fatan bundan yetmish yil burun bu yerlar cho'l ekanligi haqida o'ylab ko'rishavermaydi. Ularga go'yoki hamisha xuddi shunday bo'lgandek tuyulsa ajabmas. Bu hol aksariyat odamga xos xislat. Kechagidan ko'ra, ertangi kun haqida o'ylash hamisha maroqlidir. Shu boisdan, ular vohaning kelajagi yanada porloq, farzandu nevaralari hozirgidanda baxtliroq va farovonroq hayot kechirishlari haqida shirin orzu-niyatlar og'ushida bo'lishadi. Ana shu kezda har qanday kishiga allaqanday huzur, xotirjamlik, ertangi kunga ishonch va taqdiridan shukronalik hissi uyg'onishi va xalqimiz, jumladan, ahil jamoamizning fidokorona mehnati bilan bunga zamin yaratilganligi bizni behad quvontiradi.

Turli bayram shodiyonalari, yirik korxonalar ishga tushirilganligining tarixiy sanalari, yangilarining foydalanishga topshirish tadbirlarida bir hikmat bor. Biz shunday tantanalarda katta ishlarining boshida turganlar, uni ro'yobga chiqarishga hissa qo'shgan turli kasb egalari mehnatlarini e'tirof etamiz, ularga izzat-ikrom ko'rsatamiz. Shu ma'noda, Navoiy kon-metallurgiya kombinatining 65 yilligi korxonalar tarixi, buguni va ertasiga nazar solish, erishayotgan yutuqlarimizni sarhisob qilish, kombinat solnomasini yaratayotgan hamkasblarimizning xizmatlarini qadrlash va taqdirlash uchun eng yaxshi hamda munosib sanadir.

Navoiy kon-metallurgiya kombinati tashkil etilgan kundan e'tiboran sobiq Sovet Ittifoqi iqtisodiyotida katta nufuz va mavqega ega korxonalar bo'lgan. Bugun kombinat dunyo miqyosida shuhrat qozonib, jahonning oltin ishlab chiqaruvchi yetakchi kompaniyalari qatoridan munosib o'rin egallab kelmoqda. Kombinatda mamlakatimiz mustaqilligi arafasida 48 tonna oltin ishlab chiqarilgan bo'lsa, 2023-yilda bu raqamni 91 tonnaga yetkazish mo'ljallanmoqda. Kombinat mustaqillik, ayniqsa, so'nggi yillarda rivojlanishning yangi va yuksak bosqichiga qadam qo'ydi. Kon-metallurgiya sohasining qirq besh yillik tajribali mutaxassisi sifatida shuni ta'kidlamoqchiman, bu sohada ishlash nihoyatda mashaqqatli hamda fidokorona mehnat natijasi tez fursatda ko'zga tashlanavermaydi. Axir, yerosti boyliklarini geologik qidirishdan boshlab, uni qazib chiqarish, qayta ishlash, tayyor mahsulot hosil qilish, buning uchun talab qilinadigan mablag', texnika vositalari, ishchi kuchi, mutaxassislarni tayyorlash, yangi kon va zavodlarni ochish, infratuzilmani shakllantirishgacha bo'lgan jarayonlarni bir ko'z o'ngingizga keltirib ko'ring! Konchi va metallurg bo'lish shunchaki emas, fidoiyligni, vaqt bilan hisoblashmay ishlashni taqozo etadi.

Navoiy kon-metallurgiya kombinatining tarixi 1958-yilda boshlangan va u Markaziy Qizilqumda geologik-qidiruv ishlari natijasida topilgan Uchquduq uran konini o'zlashtirish bilan bog'liq. Qurilishi 1960-yilda boshlangan 1-sonli gidrometallurgiya zavodida Uchquduq konining kombinat tomonidan qazib olingan uran ma'danlari va yer ostida tanlab eritmaga o'tkazish eritmalarini qayta ishlash nazarda tutilgan edi. 1963-yilda 1-sonli GMZning ma'danni tayyorlashdan tayyor mahsulot chiqarishgacha bo'lgan texnologik sxemasi to'liq ishlab chiqildi. 1964 yil boshidan zavodda ma'danni qayta ishlash boshlandi.

Geologlarning sa'y-harakatlari bilan o'tgan asming ikkinchi yarmida "Muruntov" konining ochilishi tufayli kombinat nafaqat uran, balki oltin ham ishlab chiqaradigan ulkan korxonaga aylandi. Juda katta miqdordagi ma'dan zaxirasiga ega konning ochilishi «Asr mo'jizasi» deya tan olinadi. 1967-yilning 5 mart sanasida "Muruntov" konida birinchi portlatish amalga oshirildi. Oradan salkam ikki oy o'tib, kundan qazib olinadigan ma'danni qayta ishlash, tayyor mahsulot olish uchun 2-gidrometallurgiya zavodi qurilishi boshlab yuborildi. Bugungi kunda O'zbekistonning faxri bo'lgan 999,9 probali sof oltin quyma mahsulot ishlab chiqariladigan zavod yigirma olti oyda barpo etilgan. Zavodda 1969-yilning 21 iyulida 11 kilogramm 820 gramm og'irlikdagi birinchi oltin quyma eritilgan.

Istiqlol davrining yirik sanoat obyektlaridan bo'lgan va 1995-yilning 14 iyunida ishga tushirilgan 3-gidrometallurgiya zavodi Uchquduq hududiga ikkinchi hayot bag'ishladi. Korxonalar 2008-yilgacha oksidlangan ma'dan zaxiralari bilan ishlagan bo'lsa, undan so'ng bu yerda sulfidli ma'danlarni qayta ishlashga o'tildi.

Oksidlangan ma'danlar zaxiralari cheklanganligi sababli bir necha yillar davomida sulfidli ma'danlarni qayta ishlashga jalb etish bo'yicha jadal ilmiy-tadqiqot va loyihalash ishlari olib borildi. «Gold Fields» (Janubiy Afrika) kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan sulfidli flotatsion konsentratni bakterial oksidlash texnologiyasi eng ekologik toza va tejankor texnologiya sifatida tanlandi.

Shimoliy kon boshqarmasiga qarashli 3-gidrometallurgiya zavodida ma'danni bakterial tanlab eritmaga o'tkazish texnologiyasi joriy etilgani tufayli bugungi kunda kombinatda ikki barobar murakkab tarkiblikka ega va tarkibida oltin miqdori yuqori bo'lgan sulfidli ma'danlar qayta ishlanmoqda. 2008-2010-yillarda oltin sulfidli flotatsion konsentratni bakterial oksidlash bo'yicha dunyodagi eng yirik zavodning 1 va 2-navbatlari bosqichma-bosqich ishga tushirildi va bu 3-sonli GMZda oltin ishlab chiqarishni 3 barobar oshirish imkonini berdi.



Kombinatning bir guruh olim va mutaxassislarining o'n yillik izlanishlari natijasida zavodda "Texnologik va ishlanishi murakkab bo'lgan oltin tarkibli ma'danlarni qayta ishlash va o'zlashtirishning kompleks texnologiyalarini ishlab chiqish va joriy etish" bo'yicha ilmiy-amaliy ishlanmalari asosida kon-metallurgiya sohasida noyob texnologiya yaratilishi katta voqea bo'ldi. Yangi texnologiyaga asoslangan ixtiroga O'zbekiston va Germaniyada patent olindi. Mazkur ixtiro 3-gidrometallurgiya zavodida qo'llanilib, yiliga chiqindidan 1,5 tonna oltin olinmoqda. Jahonning qator mamlakatlarida o'tkazilgan xalqaro ilmiy anjumanlarda muvaffaqiyatli himoya qilingan noyob ixtiro mualliflari Birlashgan Millatlar Tashkilotining oltin medali hamda O'zbekiston Respublikasining fan va texnika sohasida birinchi darajali Davlat mukofotiga sazovor bo'ldilar.

2010-yilda mustaqillik yillarida qurilgan ikkinchi zavod, ya'ni, 4-sonli gidrometallurgiya zavodi foydalanishga topshirildi. Bu Zarmitan oltin ma'danli maydoni konlari negizida tog'-kon kompleksini qurish bo'yicha olib borilgan ishlar natijasi bo'lib, u yerda ma'dan yer osti konida qiya transport shaxtasi bo'ylab shaxta avtoag'dargichlari yordamida yer yuzasiga yetkaziladi.

2011-yilning mart oyida "Muruntov" konida kon massasini tashish uchun mo'ljallangan SPT ma'dan kompleksi va quvvati soatiga 3500 tonna bo'lgan, dunyodagi yagona tik-qiya konveyeri - KNK-270 dan foydalangan holda siklli oqim texnologiyasi ishga tushirildi. Ko'tarish balandligi 270 metr va qiyalik burchagi 37 daraja bo'lgan KNK-270 ning o'xshashi jahon kon-metallurgiya sanoatida mavjud emas.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 1-martdagi qarori bilan tasdiqlangan NKMKni 2017-2026-yillarda rivojlantirish dasturida qimmatbaho metallar ishlab chiqarishni 30 foizga oshirish ko'zda tutilgan. Dasturda nazarda tutilgan ishlab chiqarish hajmining o'sishi korxonada ishlab chiqarishni modemizatsiya qilish, texnik va texnologik qayta jihozlash va yangi ishlab chiqarish quvvatlarini ishga tushirish bo'yicha yirik investitsiya loyihalarini amalga oshirish hisobiga ta'minlanmoqda.

NKMKning 2017-2022-yillarga mo'ljallangan investitsiya dasturi doirasida umumiy qiymati qariyb 2,2 milliard dollar bo'lgan 20 ta yirik investitsion loyiha ishga tushirildi, 14 mingga yaqin yangi ish o'rinlari yaratildi. Yangi ishlab chiqarish quvvatlarining ishga tushirilishi dasturning muvaffaqiyatli amalga oshirishini ta'minlovchi asosiy omil bo'ldi. 2017-yilda "Muruntov" konining V navbatini o'zlashtirish boshlandi, "Auminzo-Amantoy", "Balpantov" va "Turabay" konlari o'zlashtirildi.

2020-yilda oltinni uyumda tanlab eritmaga o'tkazish sexining chiqindilarini qayta ishlashga mo'ljallangan 7-gidrometallurgiya zavodi ishga tushirildi. Texnogen chiqindilarni qayta ishlashning muhim jihataridan biri bu ma'danni qazib olish va tashish uchun xarajatlarning yo'qligidir. Bu, 7-GMZda ishlab chiqariladigan mahsulot tannarxini sezilarli darajada pasaytiradi.

2020-yilda "Auminzo-Amantoy" ma'danli maydonning oltin tannarxini qayta ishlaydigan 5-sonli gidrometallurgiya zavodi ishga tushirildi. 5-GMZning o'ziga xos xususiyati shundaki, zavod oksidlangan va sulfidli ma'danlarni qayta ishlay oladi. "Auminzo-Amantoy" konining sulfidli ma'danlari 3-GMZ da qayta ishlanadigan ma'danlarga o'xshash murakkab tarkibli ma'danlar turiga kiradi. Zavod yiliga 5 million tonna (3 million tonna oksidlangan va 2 million tonna sulfidli) ma'danlarni qayta ishlash quvvatiga ega. JORC tasnifiga ko'ra ushbu konning mineral resurslari 150 tonnaga yaqin oltinni tashkil qiladi. Yangi kon va zavodlarning ishga tushirilishi natijasida 2022-yilda oltin ishlab chiqarish hajmi 2016-yilga nisbatan 21 foizga, kumush 46 foizga oshdi.

2023-yilda yiliga 4 million tonna ma'danni qayta ishlash quvvatiga ega 6-sonli gidrometallurgiya zavodi (6-GMZ) ishga tushirildi. Zavodning asosiy resurs bazasi "Pistali" koni bo'lib, uning mineral resurslari JORC kodeksi bo'yicha taxminan 50 tonnani tashkil qiladi.

Navoiy kon-metallurgiya kombinatining O'zbekiston iqtisodiyotida tutgan o'rnini faxrlanib ta'kidlash arziydi. 2022-yilda sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmi 56,6 trillion so'm yoki 5,1 milliard dollarni tashkil qildi. Bu, mamlakat yalpi ichki mahsulotining 6,4 foizini tashkil etdi. Sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmida kombinat ulushi 12,3 foizga teng bo'ldi. "NKMK" AJ mamlakatning yirik soliq to'lovchisidir. Birgina 2022-yilda kombinat tomonidan davlat g'aznasiga 33,4 trillion so'm mablag' o'tkazib berildi. Bu, davlat budjetining 16 foizi demakdir.

Korxonamizda ishlab chiqarilayotgan oltin tannarxining boshqa kompaniyalardagidan arzonligi uning dunyo bozorida xaridorligini ta'minlaydigan asosiy omillardandir. Bugungi kunda bir unsiya oltinning tannarxi xalqaro amaliyotda qo'llaniladigan AISS usuli bo'yicha 778 dollarga teng bo'lib, bu dunyoda oltin ishlab chiqaruvchi yetakchi o'ntalikka kirgan kompaniyalar orasida eng past ko'rsatkich hisoblanadi. Jumladan, 2022-yilda sof foyda 15,4 trillion so'mni tashkil etib, mahsulot ishlab chiqarishning rentabellik darajasi 50 foizdan yuqori bo'ldi.

Sanoatning yetakchi sohalar va iqtisodiyotni yanada liberallashtirish hamda transformatsiya jarayonlarini yakunlash 2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasidagi muhim vazifalar qatoridan o'rin olgan. Navoiy kon-metallurgiya kombinati transformatsiya jarayonlariga birinchilardan bo'lib jalb etildi.

Ma'lumki, yaqin vaqtgacha kombinat davlat korxonasi sifatida faoliyat yuritib kelardi. Davr talabidan kelib chiqib, korxonani xalqaro moliyaviy bozorning teng huquqli ishtirokchisiga aylantirish, korporativ boshqaruv tizimini joriy qilish, raqobatbardoshlikni oshirish, mavjud ishlab chiqarish quvvatlarini kengaytirish va eng asosiysi, sohaga to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalarni jalb etishni rag'batlantirish maqsadida transformatsiya qilish jarayonlari amalga oshirilmogda.

Xorijiy investorlar va xalqaro moliya bozori ishtirokchilari uchun kombinat faoliyatining shaffofligini ta'minlash maqsadida 2022-yil 30 mayda birinchi marta Xalqaro moliyaviy hisobot standartlariga muvofiq 2021-yil uchun moliyaviy hisobotlarning to'liq to'plami tayyorlandi. Hisobot «Deloitte and Touch» xalqaro auditorlik kompaniyasi tomonidan auditdan o'tkazildi va ijobiy xulosa olindi. Raqamli transformatsiya loyihasi ishlab chiqish maqsadida «Boston Consulting Group» konsalting kompaniyasi jalb qilindi. Kombinatta korporativ boshqaruv tizimini takomillashtirish maqsadida mazkur konsalting kompaniya bilan birgalikda kadrlar siyosatini yanada takomillashtirishning ustuvor yo'nalishlari ishlab chiqildi, faoliyat turlari bo'yicha samaradorlikning asosiy ko'rsatkichlari tizimi (KPI) hamda mehnatga haq to'lash va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning yangi tizimi joriy etildi.

Kombinat umumiy xaziralarining 90 foizini o'zida mujassamlashtirgan 30 ta kon Avstraliya kodeksi – JORC code standartlari talablari asosida qayta baholandi. "Navoiy KMK" AJning tubdan yangicha korporativ tuzilmasi ishlab chiqildi va joriy qilindi. Kombinattning 6 nafar mutaxassisiga Avstraliya kon ishi va metallurgiya instituti (AusJMM) a'zolari sifatida JORC kodeksi standarti bo'yicha hisobotlarni tayyorlash huquqi berildi. 2020-yildan boshlab kombinatta xorijiy banklarning kreditlari hisobiga kombinatning investitsiya dasturini moliyalashtirish tizimi joriy etilgan. 2020-2022-yillar mobaynida kombinat tomonidan hukumat kafolatisiz 2491 million dollarlik to'g'ridan-to'g'ri xorijiy kreditlar jalb qilindi. Shuningdek, 2022-yilda "NKMK" AJ birinchi marta yetakchi xalqaro banklardan 5 yil muddatga uzoq muddatli sindikatlashtirilgan kreditni jalb qildi. Bitimning umumiy qiymati 1.2 milliard AQSh dollarini tashkil etdi. Mablag'larni taqdim etishda JP Morgan & Chase, Citi Societe Generale, Credit Suisse, ICBC Standard, Halyk Bank va Deutsche Bank kabi banklar ishtirok etmoqda. Mablag'lardan kompaniyaning umumiy korporativ maqsadlari va investitsiya dasturini moliyalashtirish uchun foydalaniladi.

Navoiy kon-metallurgiya kombinatida "O'zbekiston-2030" strategiyasida ilgari surilgan vazifalarni muvaffaqiyatli bajarish uchun istiqboldagi marralar belgilab olinmoqda. Korxonamizda yigirmadan ortiq yirik investitsion loyihalarni amalga oshirish mo'ljallanayapti. Jumladan, "Kokpatas" va "Dovgiztov" oltin konlarida ma'dan qazib olishning 3-bosqichi, Navbahor tumanidagi "Sarmish" koni zaxirasini ochish va qayta ishlash, "Nuqrakon" va "Kosmonachi" konlari dan kumush tarkibli ma'danlarni qazib olish va qayta ishlash majmuasini qurish, "7-GMZ qayta ishlash quvvatini kengaytirish", "Oltinni uyumda eritish sexini rekonstruksiya qilish", "Yangi Dovon-Toshkon" konida ma'danlarni qazib olishni kengaytirish, "Muruntov" konini o'zlashtirishning V navbati, 2-bosqichi" kabi investitsion loyihalarni ro'yoga chiqarish hisobidan qimmatbaho metallar ishlab chiqarish hajmini sezilarli darajada oshirishga hamda minglab yangi ish o'rinlarini ochishga erishiladi.

Mamlakatimiz hayotida siyosiy voqealarga boy va kombinat tashkil topganligining 65 yilligi nishonlanayotgan yilda ahil jamoamiz oldida O'zbekiston iqtisodiyotini yanada yuksaltirish, xalq farovonligini oshirishni ta'minlash uchun zarur bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarish bo'yicha rejalarni so'zsiz bajarish, transformatsiya jarayonlarini jadallashtirish, investitsiya loyihalari doirasida belgilangan hajmda ishlarni amalga oshirish va mablag'larni o'zlashtirish, yangi ish o'rinlari yaratish borasida ulkan vazifalar turibdi. Kombinatt solnomasidagi shonli sanani yorug' yuz bilan munosib kutib olayotgan korxonamiz ishchizmatchilari, muhandis-texnik xodimlari bu vazifalarni sharaf bilan bajaradilar.

Barchamizga shonli kombinattimizning 65 yilligi muborak bo'lsin!

Quvondiq Sanaqulov, «Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJ bosh direktori – boshqaruv raisi

MUNDARIJA / ОГЛАВЛЕНИЕ

GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKHOLOGIYA

- Насиров У.Ф., Заиров Ш.Ш., Райимов С.С., Шарипов Л.О. Исследование сейсмического воздействия массового взрыва и разработка способа ведения взрывных работ в приконтурной зоне карьера..... 4
- Шадрин М.А., Долматова Л.В., Ярмин В.П., Садинов Ш.М. Концептуальный подход к применению методик районирования карьерного поля золоторудного месторождения на основе геомеханических характеристик горного массива..... 8
- Умаров Ф.Я., Бибик И.П., Насиров У.Ф., Заирова Ф.Ю. Способ взрывания, позволяющий увеличить время взрывного воздействия на массив горных пород и улучшить качество дробления горной массы... 13
- Tadjiyev Sh.T., Qobilov O.S., Fathiddinova M.O', Sodiqov I.Yu. Ochiq yer osti usulida qazib olinadigan tog' yon bag'ridagi ruda konlar zahiralarni tizimlashtirish..... 17
- Джураев Р.У., Хатамова Д.Н., Райхонов Ш.З. Повышение эксплуатационной эффективности буровых установок на основе разработки энерго- и топливосберегающих технических решений..... 20

GEOLOGIYA / GEOLOGIYA

- Шукуров Ш.Р., Туресебеков А.Х., Мусаев Г.М., Файзиев Ф.Ф. Минералогические особенности забалансовых руд и отходов (отвалов) золоторудных месторождений АО «НГМК»..... 25
- Шарипов Ш.Ф., Исаев М.С., Жуманазаров Ш.Ш., Мирзаев Ж.А. Минеральные соли современных озер Камысбулак и Жалгызагач в Центральных Кызылкумах (месторождения поваренной соли)..... 29
- Разиков О.Т., Шарипов Ш.Ф., Нуртаев Б.Х., Авазов Р.Р. Новые аспекты геохимической зональности первичных ореолов скарноворудных месторождений Западного Узбекистана..... 33

BOYITISH VA METALLURGIYA / БОГАЩЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

- Санакулов К., Исоков М.У., Исаев М.П., Алматов И.М. Исследования по переработке техногенных отходов ГМЗ-2 АО «НГМК» (на примере хвостохранилища № 1)..... 37
- Egamberdiev I.P., Hamroev N.N. Ulugov G.D., Ashurov X.X. Yeyilishga bardoshli oq cho'yanlarning abraziv yeyilish xarakteristikalarini tahlil qilish 42
- Курбанов М.А., Худаяров А.С., Утаев С.М., Тимербулатов А.Р. Извлечение молибдена из карбонатных растворов переработки уранового химконцентрата..... 46

ILMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI / НАУЧНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

- Рахманов У.Ж., Очилов Р.Х., Эшмурадов Н.С., Саидмахамадов Н.М. Усовершенствование конструкций футеровок шаровых мельниц применяемых в АО «НГМК» для улучшения качества помола..... 49
- Умаров Ф.Я., Заиров Ш.Ш., Райимов С.С., Шарипов Л.О. Разработка математической модели сейсмического действия взрыва и способа заоткоски уступов на предельном контуре карьера..... 53
- Sharafutdinov U.Z., Rajabboyev I.M., Yuldashev Sh.Sh. Uranni sorbsiyalash jarayoniga uch valentli temir ionini ta'sirini tadqiq qilish..... 58
- Xayitov J.X., Abdullayev K.S., Rasulov I.B., Ulugov G.D. Bor nitridi va xrom karbidli ligatura bilan modifikatsiyalangan kulrang cho'yan ichki tuzilishining tadqiqoti..... 61

- Калонов А.К., Хужакулов Н.Б., Оstonov Ш.К., Насирова Н.Р. Исследование извлечения тяжелых цветных металлов из сточных вод медного производства..... 64
- Худайбердиев О.Ж., Рахматов С.Х., Норов Г.М., Карабекян С.Х. Задача об определении формы отвалов, методах вычисления их объемов и массы..... 69
- Нурбоев К.М., Муллағалиева Ф.Г., Отабоев С.К., Марипов И.И. Разработка многоканального радиометра на основе кремниевых детекторов больших размеров для экологических исследований..... 72
- Жураев И.И., Мухиддинов Б.Ф., Тилавова Л.И. Исследование термических характеристик пластифицированных композиций поливинилхлорида дериватографическими и изотермогравиметрическими методами..... 75
- Воробьев А.Е., Перегудов В.В., Бекенова Г.К., Воробьев К.А. Тонкодисперсное и нанозолото в крупногалечных конгломератах Баянкола (участок Конусный, Южный Казахстан)..... 79

AVTOMATIZACIYA I UPRAVLENIE / AVTOMATLASHTIRISH VA BOSHQARISH

- Каландаров И.И., Давлатов Б.Р., Бозоров Б.Н. Разработка интеллектуальной информационной системы позиционирования связи и сигнализации на базе Южного рудоуправления АО «НГМК»..... 85
- Коннов Д.В., Титекли Б.М. Аналитический контроль на примере внедрения АСАК гидрометаллургического производства..... 90
- Рузиев Н. Р., Мухаммадиева Д.Т., Хамдамов Р.Х. Особенности разработки математического программного обеспечения инвестиционных программ горно-металлургической промышленности..... 96

ELEKTROMEXANIKA / ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

- Махмудов А.М. Методы определения основных факторов влияющих на эффективность технологии добычи блоков машинами ударного действия и способов управления усилиями разрушения..... 101
- Махмудов Ш.А., Бобокулов А.Н., Худойбердиев Л.Н. Критерии оценки результатов функционирования горного и транспортного оборудования горных предприятий..... 107

ELEKTROENERGETIKA / ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- Qo'ziyev Z.E. Vertikal o'qli mikro gidroelekt stansiyalaridan foydalanish imkoniyatlari tahlili..... 112

EKOLOGIYA / ЭКОЛОГИЯ

- Разыков З. А., Ходжибаев Д.Д., Ходжиев С.К., Каландарбеков И.И. Исследование качества питьевой воды регионов Согдийской области..... 116

MALUMOT / ИНФОРМАЦИЯ

- Тарасов И.В., Аталикова Р.И. Подходы к организации учета затрат, расчету себестоимости продукции и бюджетирования для горнодобывающих и металлургических компаний..... 119

YANGI NASHRLAR / НОВЫЕ ИЗДАНИЯ

- Изданная литература специалистов АО «НГМК»..... 123

REKLAMA / РЕКЛАМА

- На обложке: Epiroc, KRMG

В тексте: Поздравления к 65-летию «Навойского горно-металлургического комбината»

Scientific, technical and industrial journal

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

Founders: Joint-stock company «Navoi Mining and Metallurgical Combine», Navoi State Mining and Technology University, Uzbek Research and Design Institute of Geotechnology and Non-Ferrous Metallurgy LLC «UZGEORANGMETLIT».

Chief Editor: **Sharafutdinov U.Z.**
Deputy Chief Editor: **Alikulov Sh.Sh.**
Technical and art editor: **Zairova F.Yu.**

Editorial Board: Belin V.A. (Mining Institute NUST MISIS, Russia), Vorobiev A.G. (Publishing house "Ore and Metals", Russia), Vorobiev A.E. (Grozny State Oil Technical University, Russia), Mishina O.V. (Engineering diverse GMBH, Germany), Dementiev V.E. (JSC "Irkutsk Research Institute of Noble and Rare Metals and Diamonds" Russia), Rakishev B.R. (Nazarbayev University, Kazakhstan), Razykov Z.A. (Mining and Metallurgical Institute of Tajikistan), Tabakman I.B. (Wenco International Mining Systems, Canada), Shashenko A.N. (National Technical University "Dnipro Polytechnic", Ukraine), Akbarov Kh.A. (Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan), Abdurahmonov S.A. (Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan), Gulyamov B.V. (State Committee for Industrial Safety of the Republic of Uzbekistan), Zairov Sh.Sh. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Nurmurodov T.I. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Muhiddinov B.F. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Misliboev I.T. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Makhmudov A.M. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Mustakimov O.M. (Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan), Nosirov U.F. (Almalyk branch the National University of Science and Technology (MISIS), Uzbekistan), Raimzhanov B.R. (State Unitary Enterprise "Uzbek Scientific Research and Design and Survey Institute of Geology and Nonferrous Metallurgy "Uzgeorgantmetil", Uzbekistan), Rakhmatov A.B. (Republican specialized scientific and practical medical center for dermenovenerology and cosmetology, Uzbekistan), Sagdieva M.G. (State Enterprise "Institute of Mineral Resources", Uzbekistan), Sanakulov K.S. (Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan), Samadov A.U. (Almalyk branch of Tashkent State Technical University, Uzbekistan), Khasanov A.S. (JSC "Almalyk Mining and Metallurgical Plant", Uzbekistan), Snitka N.P. (Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan), Turesebekov A.Kh. (Institute of Geology and Geophysics named after Kh.M. Abdullaev, Uzbekistan), Umarov F.Ya. (Almalyk branch the National University of Science and Technology (MISIS), Hamidov X.I. (Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan), Ergashev U.A. (Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Uzbekistan), Yakubov M.M. (Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan).

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

At a reprint of materials reference to the journal is required.

The accuracy of the facts and the accuracy of the information are the responsibility of the authors.

Editorial address: 210100, Navoi, st. Navoi 27, Innovation center JSC «NMMC»

Tel.: +99879 227-81-59

E-mail: FY.Zairova@ngmk.uz, U.Sharafutdinov@ngmk.uz

Web site: <http://www.gorniyvestnik.uz>; <http://uzjournals.edu.uz/gorvest>

Indexing: Ulrich's Periodicals Directory

Printed: in the printing house «FUND NMMC» 210100, Navoi, st. Uynaya, 25

Tel.: +99879 227-75-56

CONTENTS

GEOTECHNOLOGY

- Nasirov U.F., Zairov Sh.Sh., Rayimov S.S., Sharipov L.O.** Investigation of the seismic impact of a mass explosion and development of a blasting method in the quarry periphery zone..... 4
- Shadrin M.A., Dolmatova L.V., Yarmin V.P., Sadinov Sh.M.** Conceptual approach to the application of techniques for zoning of a gold ore deposit quarry field on the basis of geomechanical characteristics of the rocks..... 8
- Umarov F.Ya., Bibik I.P., Nasirov U.F., Zairova F.Yu.** A blasting method that allows to increase the time of explosive impact on the rock mass and improve the quality of rock mass crushing..... 13

- Sharafutdinov U.Z., Rajabboyev I.M., Yuldashev Sh.Sh.** Research of the effect of ferric ions on uranium sorption process..... 58
- Khaitov J.H., Abdullayev K.S., Rasulov I.B., Ulugov G.D.** Gray cast iron interior modified with boron nitride and chromium carbide ligature research of the structure..... 61
- Khudaiberdiev O.Zh., Rakhmatov S.Kh., Norov G.M., Karabekyan S.Kh.** The problem of determining the shape of waste dumps, methods of calculating their volumes and masses..... 69

ENRICHMENT AND METALLURGY

- Sanakulov K., Isokov M.U., Isaev M.P., Almatov I.M.** Investigation on processing of technogenic tailings from HMP-2 of JSC "NMMC" (in the example of tailings storage facility NO.1)..... 37

AUTOMATION AND CONTROL

- Kalandarov I.I., Davlatov B.R., Bozorov B.N.** Development of an intelligent information positioning system for communication and signalling at southern ore Mining Administration of JSC "NMMC"..... 85

SCIENTIFIC LABORATORY RESEARCH

- Umarov F.Ya., Zairov Sh.Sh., Raimov S.S., Sharipov L.O.** Development of a mathematical model of the seismic effect of an explosion and the method of bank slope work of ledges on the ultimate contour of a quarry..... 53

ELECTROMECHANICS

- Makhmudov Sh.A., Bobokulov A.N., Khudaiberdiev L.N.** Criteria for assessing the performance of mining and transport equipment of mining enterprises..... 107

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВОГО ВЗРЫВА И РАЗРАБОТКА СПОСОБА ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ПРИКОНТУРНОЙ ЗОНЕ КАРЬЕРА



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



Заиров Ш.Ш.,
начальник сектора
научных исследований, инноваций и
подготовки научно-педагогических
кадров АФ НИТУ «МИСИС»,
д.т.н., профессор



Райимов С.С.,
главный инженер
рудника «Мурунтау»
АО «НГМК»



Шарипов Л.О.,
старший преподаватель
кафедры «Добыча и переработка руд
редких и радиоактивных металлов»
НГГТУ

Maqolada ommaviy portlashning seysmik ta'sirini tadqiq qilish natijalari, shuningdek, portlovchi zaryadning seysmik xavfsiz massasi ni bir sekinlashuvga va seysmik kuchlanish to'qinining ijobiy fazasining ishlash muddatini hisoblash natijalari keltirilgan. Ommaviy portlash paytida karyerning perimetri zonasida portlatish ishlarini olib borishning seysmik jihatdan xavfsiz usuli ishlab chiqilgan bo'lib, bu tog' jinsi massivining buzilishi va karyer konturidan tashqarida darzliklar hosil bo'lishini kamaytirishga, shuningdek, tog' jinslarini buzish ta'sirini kamaytirmasdan yaqin atrofdagi ob'ektlar uchun seysmik tebranishlar darajasini pasaytirish va chekka massivlar hamda muhandislik inshootlarining xavfsizligini oshirishga xizmat qiladi.

Tayanch iboralar: yoppasiga portlashning seysmik ta'siri, karyerning ish olib borilmaydigan borti, portlovchi moddalar zaryadining massasi, seysmik kuchlanish to'qinining fazasi, seysmik tebranishlar, karyerning kontur oldi zonasida portlatish ishlarini olib borish usuli.

В работе приведены результаты исследования сейсмического воздействия массового взрыва, а также результаты расчётов сейсмобезопасной массы заряда взрывчатых веществ на одно замедление и время существования положительной фазы сейсмической волны напряжений. Разработан сейсмобезопасный способ ведения взрывных работ в приконтурной зоне карьера при массовом взрыве, позволяющий обеспечить снижение нарушений массива и трещинообразования за пределом контура карьера, а также уменьшение осыпобразования и оползания, уменьшение уровня сейсмических колебаний для близлежащих объектов без снижения эффекта породоразрушения и повысить сохранность прибортовых массивов и инженерных сооружений.

Ключевые слова: сейсмическое действие массового взрыва, нерабочий борт карьера, масса заряда взрывчатых веществ, фаза сейсмической волны напряжений, сейсмические колебания, способ ведения взрывных работ в приконтурной зоне карьера.

Эффективность и полнота отработки месторождения во многом зависит от того, насколько предельные параметры нерабочих бортов карьеров соответствуют геологическим, гидрогеологическим, технологическим и безопасным условиям эксплуатации. Практика показывает [1-5], что игнорирование любого из этих факторов приводит к нарушению устойчивого состояния и развитию деформаций откосов на всех этапах строительства и эксплуатации карьеров.

Причиной деформации откосов является несоответствие принятых параметров структурно-тектоническим особенностям строения массива пород и технологии ведения взрывных работ.

Неупорядоченное ведение буровзрывных работ приводит к ликвидации берм и образованию сплошных откосов высотой до 80 м, вследствие чего нарушается плановое развитие горных работ, временно консервируются запасы руды, а порой полностью останавливается работа предприятий [6, 7].

К решению задачи отстройки устойчивых нерабочих бортов карьеров привлекаются академические, отраслевые и учебные институты министерств и ведомств страны. Выполненные ими теоретические и экспериментальные исследования положены в основу типовых методических указаний, инструкций, пособий и других

нормативных документов по вопросам оценки устойчивости уступов и бортов карьеров, укрепления откосов, определения параметров устойчивых отвалов [8-10].

Тем не менее, далеко не всегда применение разработанных рекомендаций в условиях карьеров приводит к желаемым результатам. Это связано с тем, что еще недостаточно четко разработан метод учёта изменчивости структурной нарушенности и прочностных свойств горных пород в пределах месторождений при определении и прогнозировании устойчивости уступов и бортов на любой период работы карьера.

Методы расчёта параметров устойчивых уступов и бортов не в полной мере учитывают разнообразие строения массивов пород, слагающих откосы, динамическое воздействие массовых взрывов на состояние обнажений, изменения элементов конструкции бортов во времени. Не нашли полного решения вопросы определения оптимальной высоты нерабочих уступов, ширины берм, отстройки бортов в их предельном контуре для различных горно-геологических условий.

До сих пор при проектировании, строительстве и реконструкции, эксплуатации и реконструкции карьеров, вопросы устойчивости уступов и бортов не всегда рассматриваются в комплексе

Таблица 1

Сейсмобезопасные массы зарядов ВВ на одно замедление

R, м	30	40	50	60	80	100	120	150	200	300	400	500
$Q_{мен.}$	18	43	84	146	346	657	1170	2280	5400	18200	43200	84400
$Q_{к.з.}$	12	29	57	98	232	452	780	1530	3620	12200	28900	56500

Таблица 2

Время существования положительной фазы сейсмической волны напряжений

R, м	30	50	100	200	300	400	500
t_3 сек. (при $K_t=0.02$)	0,029	0,034	0,040	0,046	0,050	0,052	0,054
t_3 сек. (при $K_t=0.03$)	0,044	0,051	0,060	0,069	0,074	0,078	0,081

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

В связи с этим теоретическое обоснование и разработка технологии отстройки устойчиво-конструктивных бортов карьеров с учётом как структурных, физических и механических свойств породного массива, так и технологии ведения горных работ является актуальной задачей.

Известно, что при взрывном рыхлении горных пород возникают сейсмические волны большой интенсивности, влияющие на сохранность прибортовых массивов, задача сейсмобезопасности которых должна решаться с использованием сейсмобезопасных технологий взрывной отбойки горнорудной массы, обеспечивающих допустимую сейсмическую нагрузку без снижения эффекта породоразрушения и обеспечения заданного среднего куска взорванной горной массы [11, 12].

С этой целью проведены исследования и расчёт рекомендуемых интервалов поверхностных замедлений и схем взрывания НСИ на глубоких горизонтах карьеров, обеспечивающих сохранность прибортовых массивов. Общепринятым критерием оценки сейсмического действия взрыва является скорость смещения среды по горизонтальной составляющей [13]:

$$n = 2 - \frac{\mu}{1 - \mu}, \quad (1)$$

где K – коэффициент грунтовых условий, колеблется в большинстве случаев от значений 200 до 350-500;

n – показатель степени затухания сейсмической волны, характеризуется зависимостью:

$$U = K \left[\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right]^n$$

μ – коэффициент Пуассона.

Исследованиями установлено, что сохранность прибортовых массивов будет обеспечена, если деформации массива пород бортов, вызываемые действием взрывов, не выйдут за пределы горизонтальной составляющей скорости колебаний [14], $U_{доп} \geq U_x$ зависимость которой от горизонтального расстояния от места взрыва (R) описывается равенством:

$$U_x = 450 \cdot \bar{R}^{-1.85} \text{ см/с}, \quad (2)$$

а оценкой допустимой скорости колебаний будет:

$$\sigma_{доп.} = \rho \cdot C_p \cdot U_{доп.} \quad (3)$$

где $\bar{\sigma}_{доп.}$ – напряжение, при котором образец пород карьера не

разрушается при многократных динамических воздействиях, $\text{кгм/см}^2 \text{ с}^2$;

ρ – средняя плотность горных пород, кг/м^3 ;

C_p – среднее значение скорости продольных волн, м/с ;

$U_{доп.}$ – массовая скорость колебаний (смещений) массива, принимаемая в качестве допустимого критерия оценки воздействия сейсмических волн на массив.

Задаваясь величинами расстояний от места взрыва, можно определять сейсмобезопасные массы зарядов для мгновенных и коротко-замедленных взрывов (табл. 1). При этом во избежание интерференции сейсмических волн необходимо, чтобы интервалы замедлений (t_3) превышали время существования положительной фазы сейсмической волны [15]:

$$t_3 \geq K_t \cdot 1gR, \text{ с} \quad (5)$$

где K_t – коэффициент, учитывающий крепость пород, $K_t = 0,01 \dots 0,03$.

Результаты расчёта приведены в табл. 2.

В результате проведенных исследований разработан сейсмобезопасный способ ведения взрывных работ в приконтурной зоне карьера при массовом взрыве, позволяющий обеспечить

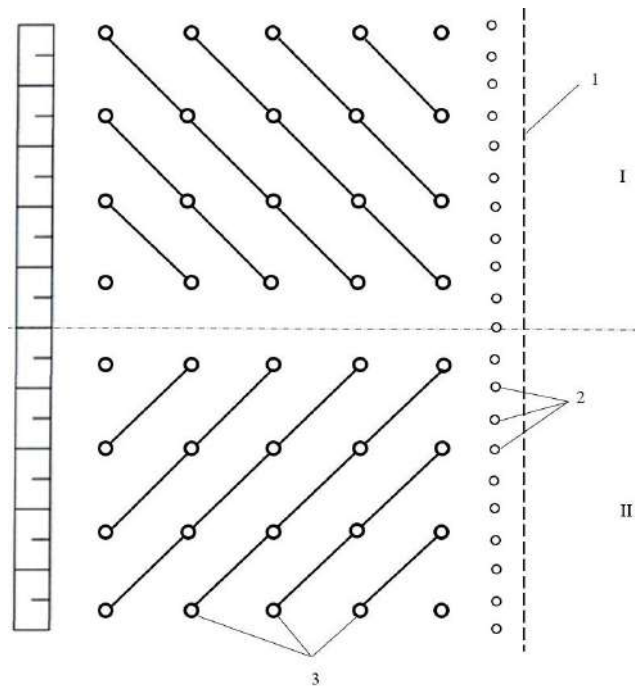


Рис. 1. Схема взрывания в сейсмобезопасном способе ведения взрывных работ в приконтурной зоне карьера: I и II – блока массива горных пород, подвергаемых массовому взрыву; 1 – проектный контур карьера; 2 – ряд наклонных контурных скважин; 3 – предконтурные скважины дробления горной массы

снижение нарушений массива и трещинообразования за пределом контура карьера, а также уменьшение осыпобразования и оползания, уменьшение уровня сейсмических колебаний для близлежащих объектов без снижения эффекта породоразрушения и повысить сохранность прибортовых массивов и инженерных сооружений (рис. 1).

Согласно данному способу при приближении горных работ к конечному контуру карьера бурятся один ряд наклонных контурных и несколько рядов вертикальных предконтурных скважин.

Ряд наклонных контурных скважин предназначен для создания экранирующей щели, а ряды вертикальных предконтурных скважин — для дробления горных пород.

Ряды вертикальных предконтурных скважин разделяются на два равных блока.

В обоих блоках применяется короткозамедленная диагональная схема взрывания в направлении от проектного контура борта карьера в сторону открытой поверхности уступа.

Заряжание наклонных контурных скважин производится промышленным взрывчатым веществом (ВВ) с уменьшенным коэффициентом заряжания, а скважины дробления — также промышленным ВВ согласно паспорту буровзрывных работ для конкретного предприятия.

Первым взрывается ряд наклонных контурных скважин, образуя экранирующую щель, вторым взрывается первый блок ряда вертикальных предконтурных скважин с увеличенным интервалом замедления и реализацией диагональной схемы взрывания и последним взрывается второй блок рядов вертикальных предконтурных скважин с реализацией зеркальной короткозамедленной диагональной схемы взрывания.

Таким образом, применение сейсмобезопасного способа ведения взрывных работ в приконтурной зоне карьера позволяет обеспечить допустимую сейсмическую нагрузку на борта карьера и инженерные сооружения без снижения эффекта породоразрушения и обеспечения заданного среднего куска взорванной горной массы.

Библиографический список:

1. Силкин А.А., Кольцов В.Н., Шеметов П.А., Жиянов Ю.А., Иноземцев С.Б. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах Узбекистана. — Ташкент: Фан, 2005. — 229 с.
2. Попов И.М., Окатов Р.П. Борьба с оползнями на карьерах. — М.: Недра, 1980. — 239 с.
3. Копач П.И., Краснополский И.А., Полищук С.З., Шапарь А.Г. Управление состоянием массивов на открытых разработках. — Киев: Наукова думка, 1988. — 288 с.
4. Ильин А.И., Гальперин А.М., Стрельцов В.И. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах. — М.: Недра, 1985. — 248 с.
5. Астафьев Ю.П., Попов Р.В., Николошин Ю.М. Управление состоянием массива горных пород при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. — Киев: Вышш. шк., 1986. — 270 с.
6. Мальгин О.Н., Рубцов С.К., Шеметов П.А., Шлыков А.Г. Совершенствование технологических процессов буровзрывных работ на открытых горных работах. — Ташкент: Фан, 2003. — 199 с.
7. Проектирование границ открытых горных работ: Уч. пос. // О.В. Шпанский, Д.Н. Лигоцкий, Д.В. Борисов. — СПб, 2003. — 90 с.
8. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости // Утверждена коллегией Госгортехнадзора Узбекистана. № 9 от 08.05.98. Зарегистрирована Министерством юстиции Узбекистана 26.02.99. — № 649.
9. Методические указания по наблюдению за деформацией бортов разрезов и отвалов, идентификации их результатов и прогноз устойчивости. — Л.: ВНИМИ, 1987.
10. Методические указания по определению углов наклона бортов откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. — С.-Пб., 2012. — 162 с.
11. Заиров Ш.Ш., Уринов Ш.П., Равшанова М.Х., Номдоров Р.У. Физико-техническая оценка устойчивости бортов карьеров с учетом технологии ведения буровзрывных работ. Монография. — Бухоро: изд-во «Бухоро», 2020. — 175 с.
12. Заиров Ш.Ш., Уринов Ш.П., Тухташев А.Б. Анализ технологии ведения открытых горных работ и отстройки бортов карьеров // Национальное информационное агентство Узбекистана УзА. Отдел науки (электронный журнал). — Ташкент, июнь, 2020. — С. 1-15.
13. Кутузов Б.Н., Совамен В.К., Эквист Б.В. Обеспечение сейсмобезопасности взрывов при неэлектрическом инициировании зарядов // Горный журнал. — Москва, 2004. — № 2. — С. 17-20.
14. Мосинец В.Н., Абрамов А.В. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород. — М.: «Недра», 1982. — 274 с.
15. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. — М.: «Недра», 1976. — 271 с.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2023, № 4 (95) pp. 4-6

INVESTIGATION OF THE SEISMIC IMPACT OF A MASS EXPLOSION AND DEVELOPMENT OF A BLASTING METHOD IN THE QUARRY PERIPHERY ZONE

¹Nasirov U.F., Deputy Director for Research and Innovation, Doctor of Technical Sciences, Professor.

¹Zairov Sh.Sh., Head of the Sector of Scientific Research, Innovation and Training of Scientific and Pedagogical Personnel, Doctor of Technical Sciences, Professor. E-mail: sher-z@mail.ru.

²Raimov S.S., Chief Engineer of the Muruntau quarry.

³Sharipov L.O., Senior Lecturer at the Department "Extraction and Processing of Rare and Radioactive Metal Ores".

¹Almalyk branch of the National University of Science and Technology "MISIS". Almalyk, Uzbekistan.

²Joint-stock company "Navoi Mining and Metallurgical Company". Navoi, Uzbekistan.

³Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan.

The paper presents the results of the study of seismic impact of mass explosion, as well as the results of calculations of seismic safe mass of explosives charge per one deceleration and the time of existence of the positive phase of the seismic stress wave. A seismic safe method of blasting in the quarry periphery zone at mass explosion has been developed, which enables to provide reduction of massif disturbance and fracture formation beyond the quarry contour boundary, as well as to reduce shattering and landsliding, to reduce the level of seismic vibrations for nearby objects without reducing the effect of rock destruction and to increase the safety of instrument massifs and engineering structures.

Keywords: seismic effect of mass explosion, non-operational side of the quarry, mass of explosives charge, phase of seismic stress wave, seismic vibrations, blasting method in the quarry periphery zone.

Bibliographic list:

1. Silkin A.A., Koltsov V.N., Shemetov P.A., Zhiyanov Yu.A., Inozemtsev S.B. Management of long-term stability of slopes in quarries in Uzbekistan. – Tashkent: Fan, 2005. – 229 p.
2. Popov I.M., Okatov R.P. Combating landslides in quarries. – M.: Nedra, 1980. – 239 p.
3. Kopach P.I., Krasnopolsky I.A., Polishchuk S.Z., Shapar A.G. Managing the state of arrays in open-pit mines. – Kyiv: Naukova Dumka, 1988. – 288 p.
4. Ilyin A.I., Galperin A.M., Streltsov V.I. Management of long-term stability of slopes in quarries. – M.: Nedra, 1985. – 248 p.
5. Astafiev Yu.P., Popov R.V., Nikoloshin Yu.M. Managing the state of rock masses during open-pit mining of mineral deposits. – Kyiv, Vysh. school, 1986.
6. Malgin O.N., Rubtsov S.K., Shemetov P.A., Shlykov A.G. Improving technological processes of drilling and blasting operations in open-pit mining. – Tashkent: Fan, 2003. – 199 p.
7. Design of boundaries of open-pit mining: Uch. village // O.V. Shpansky, D.N. Ligotsky, D.V. Borisov. – St. Petersburg, 2003. – 90 p.
8. Instructions for observing deformations of sides, slopes of ledges and dumps in quarries and developing measures to ensure their stability // Approved by the board of the State Mining and Technical Supervision of Uzbekistan No. 9 dated 05/08/98. Registered by the Ministry of Justice of Uzbekistan on February 26, 1999. – No. 649.
9. Guidelines for monitoring the deformation of the sides of open-pit mines and dumps, identifying their results and forecasting stability. – L.: VNIMI, 1987.
10. Guidelines for determining the angles of inclination of the sides of slopes of ledges and dumps of quarries under construction and in operation. – St. Petersburg, 2012. – 162 p.
11. Zairov Sh.Sh., Urinov Sh.R., Ravshanova M.Kh., Nomdorov R.U. Physical and technical assessment of the stability of quarry sides taking into account the technology of drilling and blasting operations. Monograph. – Bukhoro: publishing house "Bukhoro", 2020. – 175 p.
12. Zairov Sh.Sh., Urinov Sh.R., Tukhtashev A.B. Analysis of technology for conducting open-pit mining and rebuilding the sides of quarries // National Information Agency of Uzbekistan UzA. Department of Science (electronic journal). – Tashkent, June, 2020. – pp. 1-15.
13. Kutuzov B.N., Sovmen V.K., Ekvist B.V. Ensuring seismic safety of explosions during non-electric initiation of charges // Mining Journal. – Moscow, 2004. – No. 2., pp. 17-20.
14. Mosinets V.N., Abramov A.V. Destruction of fractured and disturbed rocks. – M.: "Nedra", 1982. – 274 p.
15. Mosinets V.N. Crushing and seismic effect of explosion in rocks. – M.: "Nedra", 1976. – 271 p.

YUKSALISH SARI

Bugungi kunda respublikamizning eng yirik sanoat korxonasi hisoblangan Navoiy kon-metallurgiya kombinati mamlakatimiz iqtisodiyotini rivojlantirish va ijtimoiy barqarorligini ta'minlashga ulkan hissa qo'shib kelmoqda.

Kombinatning ko'p millatli va ahil jamoasi respublikamizda hurmatli Prezidentimiz Shavkat Miramonovich Mirziyoyev boshchiligidagi amalga oshirilayotgan chuqur tarkibiy islohotlar jarayonida, butun mamlakatimizni, milliy iqtisodiyotimizni tubdan modernizatsiya qilishda faol ishtirok etmoqda.

1958-yilda tashkil etilgan NKMK bugungi kunga qadar nafaqat qimmatbaho metallar ishlab chiqarish bo'yicha respublikamiz iqtisodiyotining drayveri, balki konchilik va metallurgiya sohasining minglab turli kasb egalarini yagona maqsad sari birlashtira olgan ulkan kuch – katta jamoaga aylandi. Kombinat zimmasiga yuklatilgan dolzarb vazifalarni yuqori darajada bajarib kelmoqda, desam aslo yanglishmayman.

Korxonada 2017–2022-yillarda umumiy qiymati qariyb 2,2 mlrd. dollar bo'lgan 20 ta yirik investitsion loyihalarni ishga tushirildi va buning evaziga yangidan-yangi zamonaviy gidrometallurgiya zavodlari (5, 6 va 7-son GMZ) qurildi, yangi konlar o'zlashtirilib, mavjud ishlab chiqarish quvvatlarini kengaytirish bo'yicha salmoqli ishlar amalga oshirildi. Shuningdek, 14 mingta yangi ish o'rinlari yaratilganligi kombinat jamoasi va mahalliy xalq hayotini yaxshilashga qaratilgan chora-tadbirlardan biri bo'ldi.

2022–2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasini "Insonga e'tibor va sifatli ta'lim yili"da amalga oshirishga oid davlat dasturiga ko'ra, "Pistali" konida 4 million tonna oltin rudasini qayta ishlash majmuasining qurilishi muvaffaqiyatli yakunlandi.

Kombinatda ilm-fan va ishlab chiqarish integratsiyasi yo'lga qo'yilib, kon-metallurgiya sohasida kadrlar tayyorlash tizimi yangi pog'onaga ko'tarilishi bilan sohada ko'plab o'zbek olimlari yetishib chiqdi.

NKMKning respublikamiz iqtisodiy qudratini oshirishga salmoqli hissa qo'shib kelayotganini ham alohida ta'kidlash mumkin.

Tog'-kon sanoati va geologiya vaziri sifatida 2030-yilgacha NKMK jamoasining yirik investitsiya loyihalarni amalga oshirishi evaziga "O'zbekiston 2030" strategiyasida belgilangan qimmatbaho metallar ishlab chiqarish ko'rsatkichlarini to'liq, hatto ortig'i bilan bajarishga erishishiga ishonaman.

NKMK ishlab chiqarish faoliyati ishchi-xizmatchilarga har tomonlama qulay ish sharoitlari yaratish, ularning mehnatdan moddiy manfaatdorligi va turmush farovonligini oshirishga yo'naltirilganligi bilan ham alohida ahamiyatga ega. Bu, Prezidentimiz tomonidan ilgari surilayotgan xalqparvarlik, odamlarni hayotdan rozi qilish siyosatiga hamohangdir.

Shu ma'noda, kombinatning 65 yilligi ulkan korxonada mehnat ahli, tajribali mutaxassislari, korxonada kelajagini yaratayotgan yoshlari, kombinat rivojiga hissa qo'shgan hamda ayni paytda nafaqada bo'lgan faxriylarga ko'tarinki ruh bag'ishlaydi. Zero, 65 yil mobaynida NKMK nafaqat Yangi O'zbekiston, balki jahon miqyosida eng katta kompaniyalardan biriga aylanib, Vatanimiz faxri bo'lishiga minglab fidoyi odamlarning hissasi qo'shilgan.

Kombinatning 65 yilligi bilan Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligi, uning tizimosti tashkilotlari jamoasi, shaxsan o'z nomidan samimiy tabriklayman.

NKMK jamoasiga ishlab chiqarish, metallurgiya va sanoatda yanada ulkan marralarni zabt etish, Vatanimiz rivojiga munosib hissa qo'shishdek sharaflilar muvaffaqiyatlar tilayman!

Bobir ISLOMOV,
O'zbekiston Respublikasi Tog'-kon sanoati va geologiya vaziri

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИК РАЙОНИРОВАНИЯ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРНОГО МАССИВА



Шадрин М.А.,
генеральный директор
АО «ВНИМИ»
Россия, Санкт-Петербург,
к.т.н.



Долматова Л.В.,
ведущий инженер-геомеханик
АО «ВНИМИ»,
Россия, Санкт-Петербург



Ярмин В.П.,
заведующий
сектором моделирования
АО «ВНИМИ»,
Россия, Санкт-Петербург



Садинов Ш.М.,
главный маркшейдер
АО «НГМК»

Ishda loyihadagi karyerning geometrik parametrlarini va tog' jinslarining geomekanik xususiyatlarini kinematik tahlil qilish usuli va deformatsiyalarning asosiy shakllarining paydo bo'lishiga umumiy ta'sir tufayli qirralar va bermalarning egilish burchagining maqbul parametrlarini aniqlash va vizualizatsiya qilish usuli keltirilgan. Shuningdek, tanlangan qirg'oq beqarorligi shakllari bo'yicha kinematik tahlil natijalariga ko'ra martaba maydonini rayonlashtirish keltirilgan.

Tayanch iboralar: konlarni loyihalash, massivning geomekanik xususiyatlari, xavfsizlik standartlari, to'siq burchagi chegara parametrlari, tektonik buzilishlar, yoriqlar tizimlari, bloklarni modellashtirish, domenlar, subdomenlar, kinematik barqarorlikni tahlil qilish, qirralarning deformatsiyasi, qulash potentsiali, karyer maydonini rayonlashtirish.

В работе представлен способ определения и визуализации оптимальных параметров угла откоса уступов и берм за счёт кинематического анализа геометрических параметров уступов проектного карьера и геомеханических характеристик пород и их совокупного влияния на возникновение основных форм деформаций уступов. А также районирование карьерного поля по результатам кинематического анализа по выделенным формам неустойчивости уступа.

Ключевые слова: проектирование месторождений, геомеханические характеристики массива, стандарты безопасности, предельные параметры угла откоса уступа, тектонические нарушения, системы трещин, блочное моделирование, домены, субдомены, кинематический анализ устойчивости, деформация уступов, потенциал обрушения, районирование карьерного поля.

Проектирование способов вскрытия и методов разработки месторождений полезных ископаемых основывается на технико-экономических показателях добычных работ, рентабельности горного производства, возможности обеспечения безопасных условий труда и дальнейшей рекультивации горного отвода. Руководствуясь установленными нормами и правилами [2, 3, 4], разрабатывается оптимальная форма добычного пространства – карьерного поля месторождения полезных ископаемых.

Геометрические параметры проектируемого карьера в свою очередь, помимо соответствия установленным международным стандартам безопасности [2, 3], должны сочетаться с наиболее благоприятными для отработки геомеханическими характеристиками разрабатываемого горного массива.

В рамках НИР «Исследование геомеханических (физико-механических) свойств пород и массива месторождения «Пистали» и обоснование предельных параметров угла откоса уступов и бортов карьера» проведен кинематический анализ устойчивости, целью которого является определение оптимальных параметров уступов и берм с применением вероятностной оценки и дальнейшее районирование карьерного поля в соответствии с геомеханическими характеристиками горного массива.

Актуальность темы исследования. В современной международной практике проведение кинематического анализа устойчивости уступов и берм является первостепенной и неотъемлемой частью этапа проектирования месторождения [3, 6].

Кинематический анализ направлен на определение взаимосвязи геометрических параметров уступов карьера и геомеханических характеристик массива горных пород (трещиноватость, физико-механические свойства горных пород), и их совокупного влияния на возникновение основных форм деформаций уступов. Районирование карьерного поля производится по результатам кинематического анализа и подразумевает разделение карьерного поля на сектора по выделенным формам неустойчивости уступов [3, 4].

На сегодняшний день существуют разные подходы и методы районирования карьерного поля месторождения горных пород [3, 6, 7]. Наиболее современным и актуальным методом, выполненным в работе [5] АО «ВНИМИ», является создание трехмерной блочной геомеханической модели месторождения, включающей в себя геолого-структурные данные массива горных пород, данные, описывающие нарушение массива тектоническими разломами, трещинами и складчатыми структурами, данные о распределении прочностных свойств массива горных пород и порового давления подземных вод [1].

На основе созданной геомеханической блочной модели проводится кинематический анализ устойчивости уступов и берм, районирование карьерного поля по видам деформаций уступов, анализ устойчивости откосов методами предельного равновесия и численного моделирования. По результатам выполненных исследований принимаются наиболее обоснованные и оптимальные с точки зрения безопасности и повышения эффективности производства параметры конструктивных элементов бортов карьера.

Кинематический анализ. Ориентация бортов проектируемого карьера, помимо технико-экономических особенностей месторождения, напрямую связана с геолого-структурной неоднородностью массива [8].

Для месторождения Пистали анизотропия свойств горного массива приурочена к сланцеватости горных пород [1]. По созданной геолого-структурной модели месторождения [5], с учётом нарушения массива трещинами, выделены области с одинаковым распределением геомеханических свойств в массиве горных пород – структурные домены.

Для оценки степени устойчивости уступов проектируемого карьера месторождения Пистали и оценки склонности к образованию деформаций по выделенным структурным доменам необходимо проведение кинематического анализа устойчивости и последующего дополнительного районирования бортов карьера (выделения субдоменов, путём отнесения участков борта карьера к благоприятному или неблагоприятному положению относительно секущих его систем трещин) [3, 7].

С момента отработки месторождения до этапа рекультивации на предприятии руководствуются предварительно обоснованными и узаконенными параметрами конструктивных элементов бортов карьера: углом откоса уступов (углом заоткоски), групп уступов; шириной предохранительной бермы; шириной съездов; высотой уступа, групп уступов, борта и др.

На устойчивость уступов и берм и непосредственный выбор оптимального угла откоса уступа оказывает влияние множество факторов:

- структурная неоднородность массива горных пород, в том числе тектоническая нарушенность массива (разрывные нарушения высших рангов), геологическое строение и ориентация литологических разностей, системы трещин (нарушения более мелких рангов), размеры элементарного структурного блока, образованного системами трещин;
- качество массива, физико-механические характеристики пород;
- методы разработки месторождения (влияние взрывных работ) и др. [2, 3, 4].

По контуру предпроектного карьера принят угол наклона уступа $\alpha = 55^\circ$ [5].

Первый этап кинематического анализа по определению устойчивости уступов и берм для месторождения Пистали – выделение потенциально опасных участков карьера, склонных к возникновению деформаций по углу откоса уступа и азимуту простирания уступа и сводной стереограмме трещиноватости массива горных пород месторождения. Количество выполненных структурных замеров – 6894, по стереограмме трещиноватости установлены две основные системы трещин, секущие массив месторождения Пистали.

По итогам кинематического анализа выделены основные виды деформаций, характерные для участка месторождения Пистали: плоское скольжение (PS), клиновидное обрушение (WS), опрокидывание (DT) [3,4].

Для выделенных деформаций построены графики зависимости потенциала обрушения от азимута наклона уступа карьера (рис. 1). С учётом стадии разработки месторождения на этапе проектирования, а также исходя из табличных значений [3], принята допустимая вероятность обрушения уступов проектируемого карьера (потенциал обрушения) для месторождения Пистали – 25%.

Для наглядной визуализации и удобства практического применения результатов анализа деформационных проявлений плоского скольжения (PS), клиновидного обрушения (WS), опрокидывания (DT) итоги кинематического анализа представлены на модели предпроектного карьера в трёхмерной среде программного комплекса MICROMINE. Этот процесс включал в себя фильтрацию отдельных плоскостей триангуляционной сети в каркасе предпроектного контура карьера, которые являются плоскостями уступов и присвоение отфильтрованным каркасам потенциала обрушения в зависимости от угла наклона и азимута простирания уступа.

Сформированная база данных имеет пространственную привязку и атрибуты потенциала обрушения, соответствующие следующей легенде цветов: зелёный – деформация уступа минимальна (потенциал обрушения <10%), жёлтый – возможна деформация уступа (потенциал обрушения 10-20%), оранжевый – деформация уступа (потенциал обрушения 20-30%), красный – деформация уступа максимальна (потенциал обрушения >30%) (рис. 2).

Таким образом:

Определяющее влияние на устойчивость уступов Северного борта карьера оказывают деформации по вывалу клиновидных блоков. Азимут наклона уступа опасной зоны Северного борта колеблется от 160° до 250° , максимальный потенциал обрушения – 21,7%.

На устойчивость уступов Юго-Восточной части карьера оказывают влияние деформации по клиновидному вывалу блоков (максимальный потенциал обрушения – 44,9%) и деформации скольжения (максимальный потенциал обрушения – 32,6%). Азимут наклона уступа опасной зоны Юго-Восточной части карьера колеблется от 260° до 350° .

На устойчивость уступов Западного и Юго-Западного участков борта карьера весомого влияния выделенные системы трещин не оказывают.

Полученные значения потенциала обрушения являются относительными величинами, так как определены на основании общего числа имеющихся структурных замеров трещиноватости массива, с учётом среднего значения угла внутреннего трения горных пород, слагающих массив. Величина потенциала обрушения указывает на

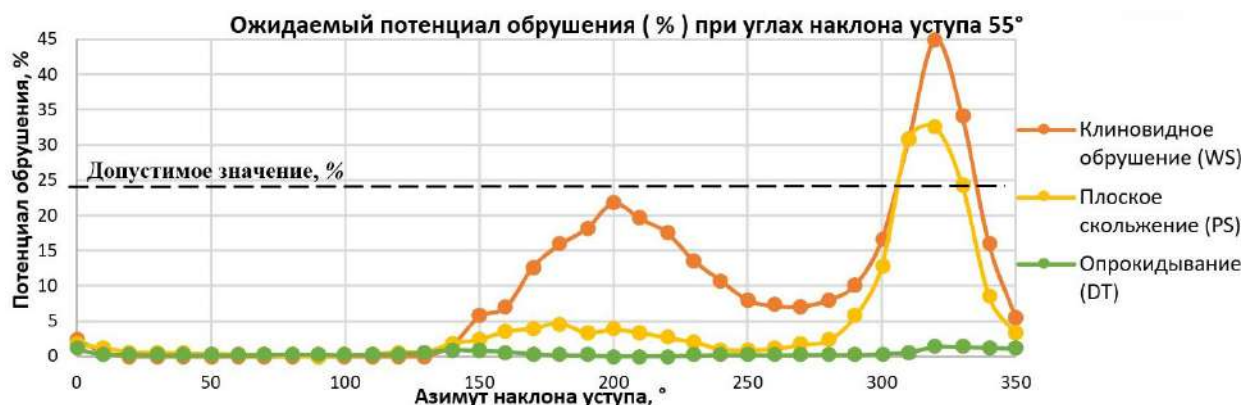


Рис. 1. График зависимости потенциала возникновения деформации обрушения (%) от азимута наклона уступа

зоны наиболее склонные к проявлению деформаций плоского скольжения (PS), клиновидного обрушения (WS), опрокидывания (DT).

Выделенные зоны в результате послужат основой для расчета устойчивости бортов карьера по методу предельного равновесия, с учётом дополнительных факторов, таких как прочность горных пород, плотность, сцепление, обводнённость, наличие контактных зон по тектоническим разломам и сланцеватости массива, геометрические параметры проектируемого карьера и др.



Рис. 2. Участки карьера, склонные к деформационным проявлениям (красный – деформация уступа максимальна, зелёный – деформация уступа минимальна, серый – горизонтальные участки карьера, съезды); а – клиновидное обрушение (WS); б – плоское скольжение (PS)

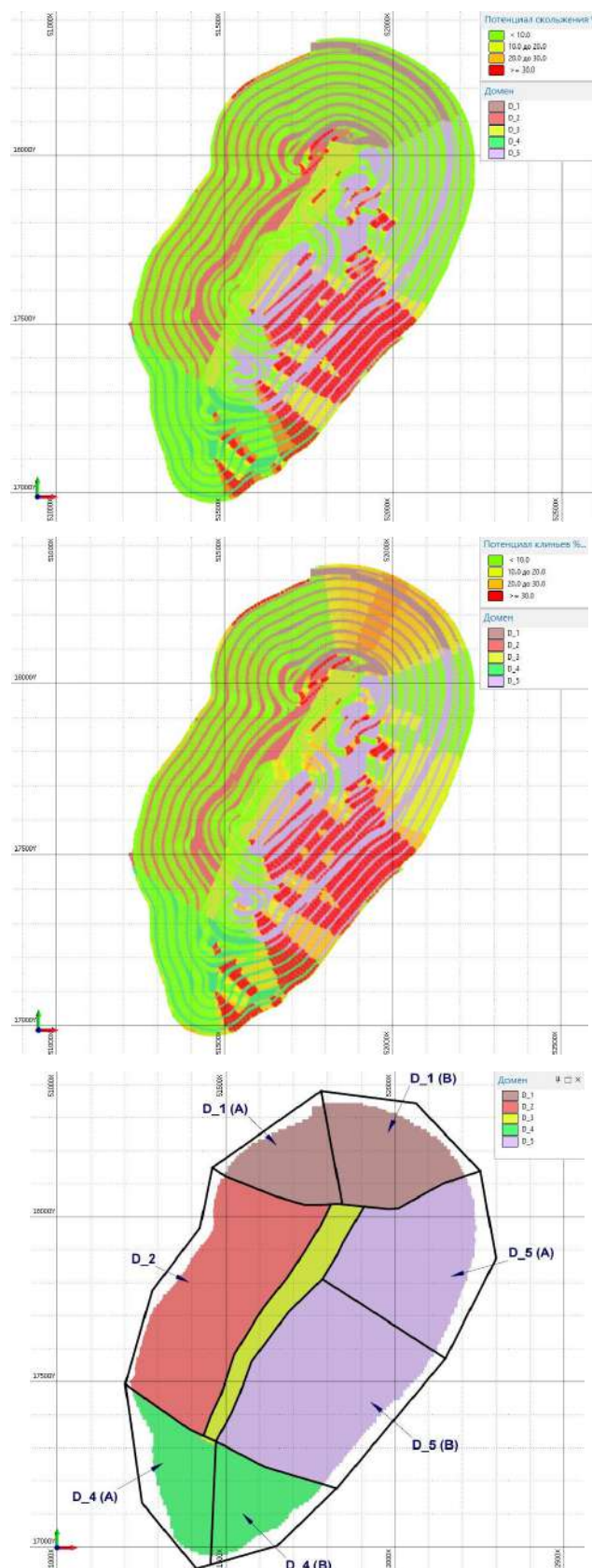


Рис. 3. Выделение субдоменов по выявленным видам деформаций: а – клиновидное обрушение (WS); б – плоское скольжение (PS); в – итоговые субдомены

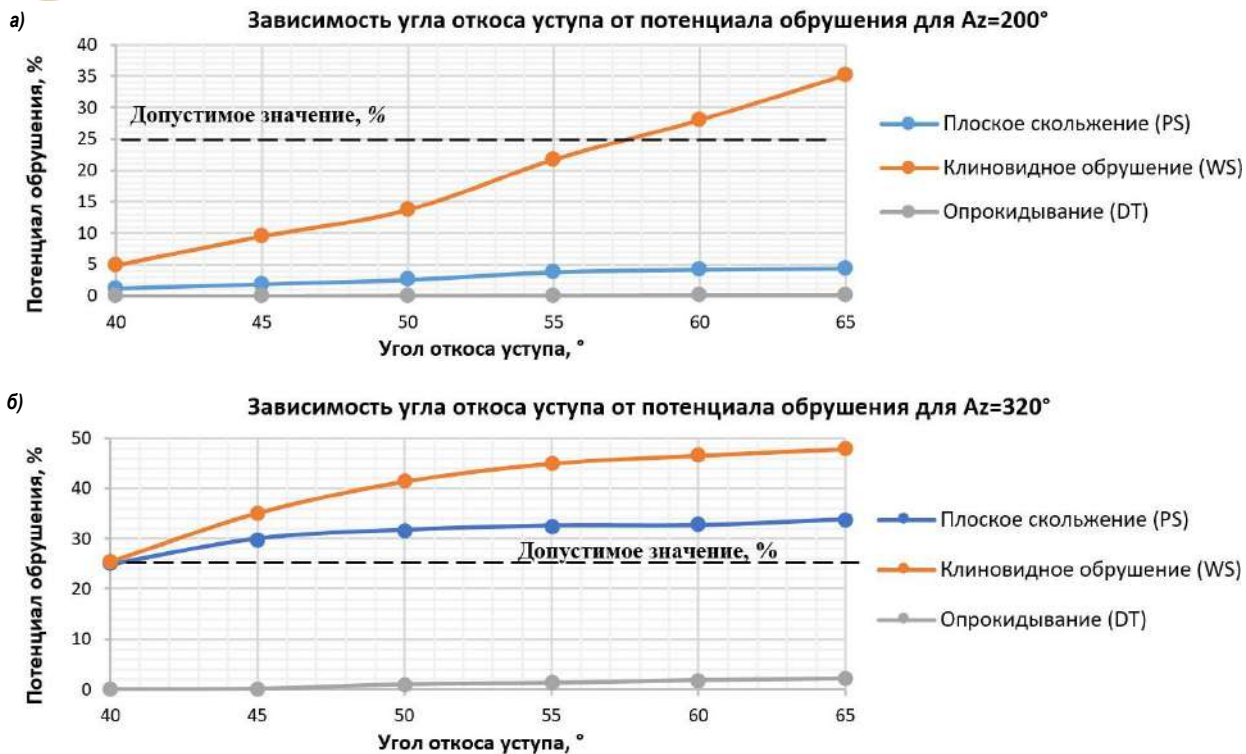


Рис. 4. Графики зависимости угла откоса уступа от потенциала обрушения: а – Северный участок проектируемого карьера; б – Юго-Восточный участок проектируемого карьера

Районирование карьерного поля. Согласно блоковой структуре массива, сформированной тектоническими нарушениями, и анализу распределения систем трещин в массиве выделены основные структурные домены [5]. Однако, с учётом влияния конфигурации выемочного пространства на устойчивость уступов, по итогам кинематического анализа в границах структурных доменов выделяются дополнительные подобласти, наиболее характерные по проявлению деформаций обрушения. Данные области следует рассматривать отдельно при задании угла наклона борта карьера, данные области подлежат проведению более подробного анализа расчёта устойчивости бортов и определению коэффициентов запаса устойчивости. Этапы выделения субдоменов представлены на рисунке (рис. 3).

Таким образом, итоговые расчётные субдомены отображают инженерно-геологические, геомеханические свойства массива горных пород и учитывают физико-технические условия устойчивости уступов, необходимые для обеспечения единого подхода к проектированию в границах выделенных субдоменов и последующей организации горных работ на участках карьерного поля. *Прогнозная оценка устойчивости уступов при различных азимутах наклона борта и углах заоткоски на основе выделенных структурных особенностей месторождения Пистали.* Согласно «Руководству по проектированию бортов карьера» [3] определена допустимая вероятность обрушения уступов при вероятностном подходе – 25%.

Для определения оптимального угла откоса уступа составлена расчётная матрица, отображающая взаимосвязь между ожидаемым потенциалом обрушения (вероятностью обрушения) уступа и положением наклона плоскости откоса для углов откоса: 40°-65° с шагом в 5° и азимутов простирания наклона уступов от 0° до 350° с шагом в 10°. На основании проведенного прогнозного анализа вновь выделено два участка карьера месторождения Пистали, наиболее склонных к возникновению деформационных процессов.

Северо-Восточная часть проектируемого карьера (азимут наклона уступов от $Az = 180^\circ$ до $Az = 210^\circ$ при углах откоса уступа от $\alpha = 60^\circ \div 65^\circ$) – область субдомена D_1(B);

Юго-Восточная часть проектируемого карьера (азимут наклона уступов от $Az = 310^\circ$ до $Az = 330^\circ$ при углах откоса уступа от $\alpha = 40^\circ \div 65^\circ$).

Для выделенных зон по трём видам деформаций построены графики зависимости угла откоса уступа от потенциала обрушения (рис. 4). Согласно ранее принятой допустимой величине вероятности обрушения – 25%, определены рекомендованные углы откоса уступа: $\alpha = 55^\circ$ для Северного участка проектируемого карьера; $\alpha = 40^\circ$ для Юго-Восточного участка проектируемого карьера.

В результате проделанных работ рассмотрен концептуальный подход к применению классических методов районирования карьерного поля золоторудного месторождения на основе геомеханических характеристик горного массива.

Определено влияние структурной неоднородности массива на образование различных видов деформационных процессов обрушения в зависимости от конфигурации проектного контура карьера. Совместно с современными возможностями программного комплекса MICROMINE в трёхмерной среде визуализированы результаты кинематического анализа по деформациям плоского скольжения (PS), клиновидного обрушения (WS), опрокидывания (DT), позволяющие наглядно и точно спрогнозировать участки карьерного поля, опасные по возникновению деформаций уступов.

Данный подход позволяет актуализировать данные об устойчивости уступов в процессе отработки месторождения, при пересмотре конечного контура карьера, тем самым уточняя участки бортов карьера, опасные по возникновению деформационных процессов.

Приведенный подход к районированию карьерного поля, выделению субдоменов, выбору оптимальных углов откоса уступа служит основой для расчёта устойчивости бортов карьера с учётом таких факторов, как прочность горных пород, плотность, сцепление, угол внутреннего трения, обводнённость, наличие контактных зон по тектоническим разломам и сланцеватости массива и др.

Библиографический список:

1. Болтаев Р.Т., Болтаева Р.А. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия месторождения Пистали в горах Северный Нураатау. Государственный комитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам, ГП НПЦ «Геология гидроминеральных ресурсов» – Ташкент, 2017. – С. 1-50.
2. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов»: Приказ // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, от 13 ноября 2020 года. – № 439.
3. Рид Д., Стейси П. Пер. с англ. А.С. Бентхен. Науч. ред. пер. А.Б. Макаров. Руководство по проектированию бортов карьера. Guidelines for open pit slope design: научное издание. – Екатеринбург: Правовед, 2015. – 528 с.
4. Методические указания по определению параметров бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов. – М.: ИПКОН РАН, 2022. – 80 с.
5. Исследование геомеханических (физико-механических) свойств пород и массива месторождения Пистали и обоснование предельных параметров угла откоса уступов и бортов карьера. III этап НИР: Отчет о НИР // АО «ВНИМИ». Рук. Е.Н. Заворина, исп.: С.Н. Мулев, Д.В. Сидоров, В.П. Ярмин, Е.В. Гизатова, Л.В. Габитова, Н.Е. Мороз, И.В. Машуков. – Санкт-Петербург, 2023. – 164 с. – 136 с.
6. Duncan C.W, Christopher W.M. Rock Slope Engineering: Civil and mining. – 4th edition. The Institute of Mining and Metallurgy and E. Hoek and J. W. Bray. 270 Madison Avenue, New York, Taylor & Francis Group, 2004, pp. 1-431.
7. SRK consulting. Considerations in the optimisation of bench face angle and berm width geometries for open pit mines [Электронный ресурс]: официальный сайт – SRK consulting. Электронные данные. URL.: <https://www.srk.com/en/publications/considerations-in-the-optimisation-of-bench-face-angle> (Considerations in the optimisation of bench face angle and berm width geometries for open pit mines), свободный – (дата обращения 20.10.2023)/
8. Barton N., Choubey V. The shear strength of rock joints in theory and practice. – Rock Mechanics, 1977; 10 (1/2), pp. 1-54.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2023, № 4 (95) pp. 8-12

CONCEPTUAL APPROACH TO THE APPLICATION OF TECHNIQUES FOR ZONING OF A GOLD ORE DEPOSIT QUARRY FIELD ON THE BASIS OF GEOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE ROCKS

¹Shadrin M.A., General Director, Candidate of Technical Sciences.

¹Dolmatova L.V., Lead Geomechanical Engineer.

¹Yarmin V.P., Head of the Modeling Sector. E-mail: vpyarmin@mail.ru.

²Sadinov Sh.M., Chief Surveyor.

¹Joint-stock company "VNIMI". Saint Petersburg, Russia

²Joint-stock company "Navoi Mining and Metallurgical Company". Navoi, Uzbekistan.

The paper presents a method of determining and visualising the optimum slope angle parameters of ledges and berms through kinematic analysis of geometric parameters of the project pit ledges and geomechanical characteristics of rocks and their combined effect on the occurrence of the main forms of deformations. Quarry field zoning according to the results of kinematic analysis on the selected forms of ledge instability are also presented.

Keywords: field design, geomechanical characteristics of the rock mass, safety standards, limiting parameters of ledge slope angle, tectonic disturbances, fracture systems, block modelling, domains, subdomains, kinematic stability analysis, ledge deformation, collapse potential, zoning of the open pit quarry field.

Bibliographic list:

1. Boltaev R.T., Boltaeva R.A. Hydrogeological and engineering-geological conditions of the Pistali deposit in the Northern Nuratau mountains. State Committee of the Republic of Uzbekistan for Geology and Mineral Resources, State Enterprise Scientific and Production Center "Geology of Hydromineral Resources" - Tashkent, 2017, pp. 1-50.
2. On approval of Federal norms and rules in the field of industrial safety "Rules for ensuring the stability of sides and benches of quarries, open-pit mines and dump slopes": Order // Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision, dated November 13, 2020. – No. 439.
3. Reed D., Stacy P. Trans. from English A.S. Bentchen. Scientific ed. Iane A.B. Makarov. Guidance for quarry side design. Guidelines for open pit slope design: scientific publication. – Ekaterinburg: Lawyer, 2015. – 528 p.
4. Guidelines for determining the parameters of the sides and benches of quarries, cuts and slopes of dumps. – М.: ИПКОН РАН, 2022. – 80 p.
5. Study of the geomechanical (physical-mechanical) properties of the rocks and massif of the Pistali deposit and justification of the limiting parameters of the angle of repose of the benches and sides of the quarry. III stage of research: Report on research // JSC "VNIMI". Hand. E.N. Zavorina, Spanish: S.N. Mulev, D.V. Sidorov, V.P. Yarmin, E.V. Gizatova, L.V. Gabitova, N.E. Moroz, I.V. Mashukov. – St. Petersburg, 2023. – 164 p. – 136 p.
6. Duncan C.W, Christopher W.M. Rock Slope Engineering: Civil and mining. – 4th edition. The Institute of Mining and Metallurgy and E. Hoek and J. W. Bray. 270 Madison Avenue, New York, Taylor & Francis Group, 2004, pp. 1-431.
7. SRK consulting. Considerations in the optimisation of bench face angle and berm width geometries for open pit mines [Electronic resource]: official website – SRK consulting. URL.: <https://www.srk.com/en/publications/considerations-in-the-optimisation-of-bench-face-angle> (Considerations in the optimisation of bench face angle and berm width geometries for open pit mines), free – (date of access 10.20.2023).
8. Barton N., Choubey V. The shear strength of rock joints in theory and practice. – Rock Mechanics, 1977; 10 (1/2), pp. 1-54.

СПОСОБ ВЗРЫВАНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИЙ УВЕЛИЧИТЬ ВРЕМЯ ВЗРЫВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАССИВ ГОРНЫХ ПОРОД И УЛУЧШИТЬ КАЧЕСТВО ДРОБЛЕНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ



Умаров Ф.Я.,
директор
АФ НИТУ «МИСИС»,
д.т.н., профессор



Бибик И.П.,
кандидат технических наук,
доцент



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



Зайрова Ф.Ю.,
инженер
ИЦВНТ АО «НГМК»

Asosiy quduqning qo'shimcha yoki tubi bo'shlig'ida assimetrik qulflash zaryadidan foydalanish orqali tosh massalarini maydalash sifatini yaxshilash uchun portlatish usuli tavsiya etilgan. Ushbu to'xtash joyi bilan portlovchi zaryadning dizayni tosh massasining parchalanish darajasini 8-10% ga oshirish, qulash parametrlarini nazorat qilish va portlovchi moddalarning solishtirma sarfini 1,6 ga kamaytirish bilan birga foydali qazilmalarni qazib olish koeffitsientini 0,5% ga oshirish imkonini beradi.

Tayanch iboralar: tog' jinslarini maydalash, tiqin, faollashtiruvchi zaryad, asosiy zaryad, portlash vaqti, tiqin bosh joyi, quduq radiusi, asosiy zaryad uzunligi, zaryadlash kamerasi hajmi, gaz bo'shlig'i, tog' massivining emirilish radiusi.

Рекомендован способ взрывания, позволяющий улучшить качество дробления массива горных пород за счёт применения запирающего заряда асимметричного действия в дополнительном или в забоечном пространстве основной скважины. Конструкция заряда ВВ с данной забойкой позволяет повысить степень дробления горного массива на 8-10%, управлять параметрами развала и увеличить коэффициент извлечения полезного ископаемого на 0,5% при снижении удельного расхода ВВ на 1,6%.

Ключевые слова: дробление горных пород, забойка, активирующий заряд, основной заряд, время взрывного воздействия, забоечное пространство, радиус скважины, длина основного заряда, объём зарядной камеры, газовая полость, радиус разрушения горного массива.

Усиление проявлений геомеханических явлений с глубиной отработки влияет на получение заданного качества дробления. Это накладывает дополнительные требования к взрывному разрушению горных пород, реализуемые новыми способами и параметрами [1, 2]. Исследования по качеству дробления горной массы показали, что даже в условиях соблюдения установленных оптимальных параметров размещения заряда в массиве и повышенном удельном расходе ЭВВ (q): в среднем для нобелана $1,11 \text{ кг/м}^3$ (максимальное значение $1,27 \text{ кг/м}^3$); нобелита – $1,26 \text{ кг/м}^3$ (максимальное значение $1,59 \text{ кг/м}^3$) исключить выход негабаритной и крупнокусковой фракции невозможно. Кроме того, при $q \geq 1,15 \dots 1,20 \text{ кг/м}^3$ в результате преобладания метательного эффекта взрыва над дробящим значительная часть горной массы со стороны выработанного пространства (от 10 до 20%) сбрасывается на нижележащие горизонты или происходит формирование развалов шириной до 40 м.

В первом случае это ведёт к уменьшению качества и количества руды, во втором – к снижению интенсивности горных работ. В этой связи проведены исследования по увеличению времени взрывного воздействия на верхнюю часть уступа и повышению эффективности забойки. При этом для увеличения времени взрывного воздействия на горный массив и улучшения запирающего эффекта рекомендована динамическая забойка, заключающаяся во взрыве активирующего заряда в дополнительной короткой скважине, пробуренной на расстоянии 2 м от основной (рис. 1, а), или во взрыве активирующего заряда в забоечном пространстве основ-

ной скважины (рис. 1, б). Рекомендуется проведение взрывов с размещением в забойке скважины активирующего заряда асимметричного действия, обеспечивающего эффективную запрессовку основного заряда. Увеличение времени воздействия продуктов детонации в зарядной полости позволяет повысить полезную работу взрыва, которая определяется выражением:

$$dA = PdV, \quad (1)$$

где P – начальное давление продуктов детонации в зарядной полости;

dV – приращение объёма взрывной полости.

Увеличение объёма газов при адиабатическом процессе расширения определяется сдвижением стенок зарядной полости и забойки:

$$dV = \pi [R_0 + dR(t)]^2 \times [L_0 + dL(t)] - V_0, \quad (2)$$

где R_0 – радиус скважины;

$dR(t)$ – увеличение радиуса скважины;

L_0 – длина основного заряда;

$dL(t)$ – увеличение длины скважины за счёт движения забойки;

V_0 – первоначальный объём, занимаемый газом (объём рабочей камеры).

Если детонация заряда заканчивается в момент $t = t_0$, а истечение продуктов детонации при инертной забойке начинается в момент $t = t_s$, то увеличение объёма зарядной камеры за время $t = t_s - t_0$ будет:

$$\Delta V_0 = \pi \int_{t_0}^{t_s} 2RLdR + \int_{t_0}^{t_s} R^2 dL. \quad (3)$$

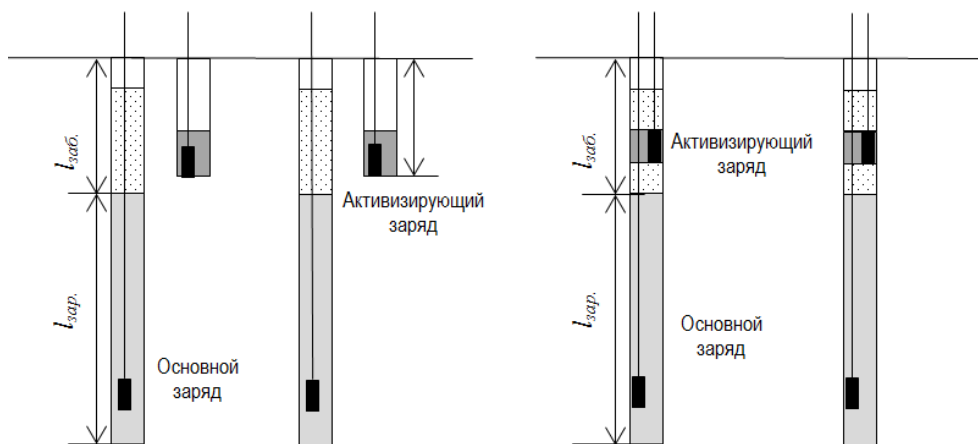


Рис. 1. Технология заряжения скважинных зарядов ВВ при использовании динамической забойки в дополнительной скважине (а) и в забойке (б): \$l_{зар}\$ и \$l_{заб}\$ – соответственно длина заряда и забоечного пространства, м

В случае применения в забойке дополнительного заряда асимметрического действия увеличение объема зарядной камеры будет

$$\Delta V_1 = \Delta V_0 + \pi \int_{t_3}^{t_{3,A}} 2RLdR + \pi \int_{t_3}^{t_{3,A}} R^2 dL, \quad (4)$$

где \$t_{3,A}\$ – время начала истечения продуктов детонации скважинного заряда ВВ с дополнительным зарядом асимметрического действия в забойке, равной примерно \$t_{3,A} \approx 2t_3\$.

Асимметричный заряд формируется следующим образом (рис. 2).

Сверху предварительно заряженного ВВ основной колонки заряда вдоль стенки скважины устанавливается зарядное устройство в виде тонкостенного полиэтиленового рукава, составляющего 0,15 площади поперечного сечения основной колонки заряда, длиной не менее 2,5 м и массой не менее 20-25 кг, заполненного ВВ, имеющим меньшую скорость детонации.

В затрубное пространство засыпается буровой шлам. Для иницирования зарядов ВВ применяется НСИ: в скважинах СИНВ-С с интервалом замедления 500 мс, поверхностная сеть монтируется

СИНВ-П с интервалами 25, 42 и 67 мс. Интервалы замедлений подбираются таким образом, чтобы первоначально взрывался активизирующий заряд, а затем основной заряд.

Замедление основного заряда относительно запирающего при расположении последнего в основной скважине обеспечивается различной длиной ударно-волновых трубок (УВТ) для нижнего и верхнего боевиков при их одновременном инициировании от детонатора поверхностной сети и при скорости детонации в УВТ 2000 м/с составляет порядка 7 мс.

Для замедления основного заряда относительно запирающего в дополнительной скважине рекомендуется применять комбинацию замедлителей номиналом 25, 42 и 67 мс в поверхностной сети. В результате время между взрывом основного и запирающего зарядов составит от 17 до 25 мс.

Длина нижней части активной забойки определяется временем вылета забойки из скважины, зависящим от плотности материала, длины, диаметра, плотности, скорости детонации промышленных ВВ, а также коэффициента, учитывающего противодавление газов в газовой полости.

Длина верхней части забойки устанавливается размером газовой полости, создаваемой взрывом активизирующего заряда, зависящей от их типа, массы и глубины заложения, обеспечивающей максимальный эффект камуфлета.

Максимальная эффективность работы активной забойки достигается путём управления временем инициирования активизирующего заряда в момент начала втекания материала из нижней части забойки и соответствует моменту окончания развития газовой полости.

В результате проведенных исследований в полигонных и промышленных условиях и статистической обработки полигонных испытаний установлены зависимости изменения радиуса разрушения горного массива в зависимости от длины верхней части активной забойки, проработки горного массива по подошве уступа от диаметра скважинного заряда ВВ и от длины нижней части активной забойки, а также массы активизирующего заряда в зависимости от длины верхней части активной забойки (рис. 3) и получены эмпирические формулы расчёта длин верхней части активной забойки скважинного заряда ВВ:

$$l_{вз} = k_1 k_p \sqrt{Q_{аз}}, \quad \text{м} \quad (5)$$

и нижней части активной забойки скважинного заряда ВВ:

$$l_{нз} = k_2 k_p \sqrt{Q_{аз}}, \quad \text{м} \quad (6)$$

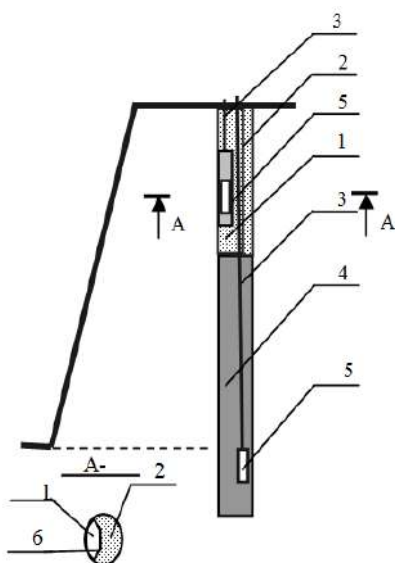


Рис. 2. Способ скважинного заряда с запирающим зарядом асимметрического действия: 1 – полиэтиленовый рукав, заполненный активизирующим зарядом; 2 – забойка; 3 – УВТ НСИ СИНВ-С; 4 – скважинный заряд; 5 – промежуточные детонаторы

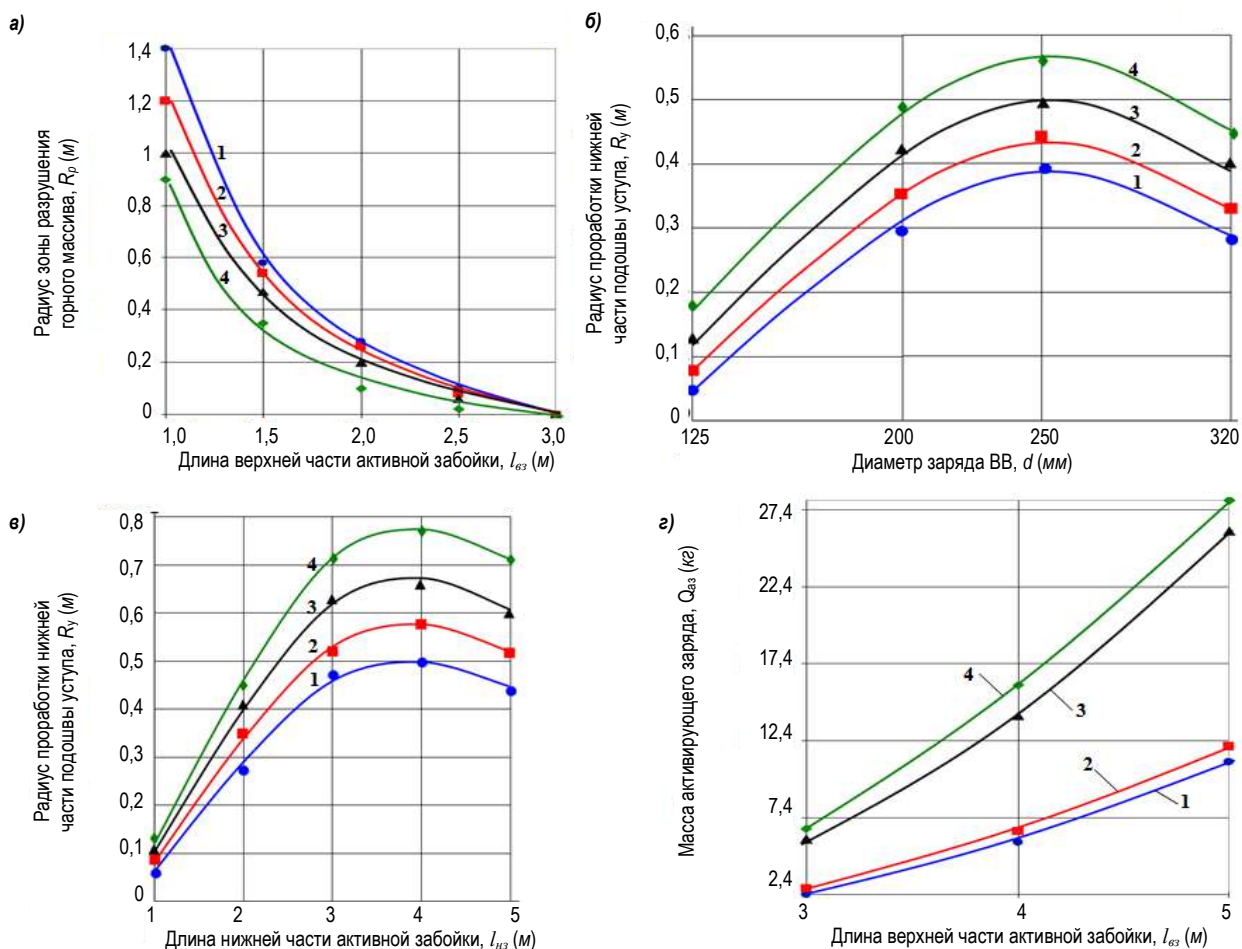


Рис. 3. Зависимости изменения радиуса разрушения горного массива в зависимости от длины верхней части активной забойки (а), проработки горного массива по подошве уступа от диаметра скважинного заряда ВВ (б) и от длины нижней части активной забойки (в), а также массы активизирующего заряда в зависимости от длины верхней части активной забойки (г): 1, 2, 3, 4 – соответственно категории пород с коэффициентом крепости $f = X, XI, XII, XIII$

где k – коэффициент простреливаемости в породах по шкале СНиП, $см^{3/2}$ (VIII-IX категорий $k = 5$; X-XI категорий $k = 3$);

k_1 – коэффициент, учитывающий параметры газовой полости в породах по шкале СНиП, $см^{3/2}$ (VIII категории $k_1 = 0,41$; IX категории $k_1 = 0,38$; X категории $k_1 = 0,43$; XI категории $k_1 = 0,41$).

k_2 – коэффициент, учитывающий параметры активной забойки в породах по шкале СНиП, $см^{3/2}$ (VIII категории $k_2 = 0,27$; IX категории $k_2 = 0,25$; X категории $k_2 = 0,287$; XI категории $k_2 = 0,272$).

ρ – плотность ВВ, $г/см^3$;

$Q_{аз}$ – масса активизирующего заряда, кг;

Экспериментальные работы [3-5] показали, что применение забойки из бурового шлама с запирающим зарядом асимметричного действия, в сравнении с забойкой из бурового шлама с дополнительным зарядом и забойкой из бурового шлама, увеличивает длительность приложения взрывной нагрузки, соответственно, на 16% и 27% (рис. 4).

Результаты проведенных промышленных испытаний [6, 7] применения технологии заряжания скважинных зарядов ВВ при использовании активизирующего заряда асимметричного действия в забойке показали, что повышается степень дробления горного массива на 8-10%, а так же коэффициент извлечения полезного ископаемого на 0,5% при снижении развала и удельного расхода ВВ на 1,6%.

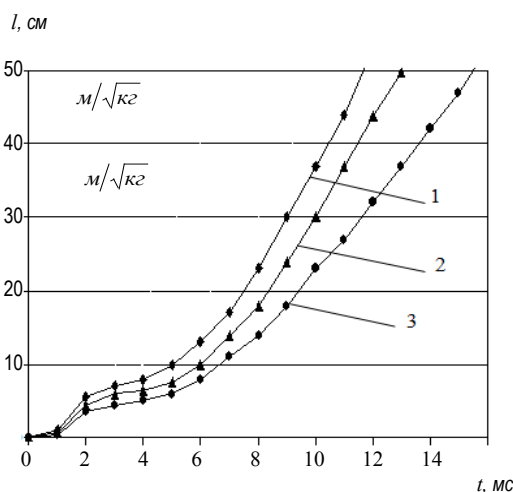


Рис. 4. Зависимость смещения забойки из бурового шлама, бурового шлама с активизирующим зарядом и бурового шлама с активизирующим зарядом асимметричного действия: 1 – буровой шлам; 2 – буровой шлам с активизирующим зарядом; 3 – буровой шлам с активизирующим зарядом асимметричного действия

Таким образом, установлено, что улучшение качества дробления массива горных пород достигается за счёт применения запирающего заряда ассиметричного действия в дополнительном или в забоечном пространстве основной скважины. Конструкция заряда

ВВ с данной забойкой позволяет повысить степень дробления горного массива на 8-10%, управлять параметрами развала, и соответственно увеличить коэффициент извлечения полезного ископаемого на 0,5% при снижении удельного расхода ВВ на 1,6%.

Библиографический список:

1. Шеметов П.А., Бибик И.П., Исаков М.М. Современное состояние и проблемы буровзрывных работ в глубоких рудных карьерах Узбекистана // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2010. – № 4. – С. 12-19.
2. Заиров Ш.Ш., Махмудов Д.Р., Уринов Ш.Р. Теоретические и экспериментальные исследования взрывного разрушения горных пород при различных формах зажатой среды // Горный журнал. – Москва, 2018. – № 9. – С. 46-50.
3. Zairov Sh., Ravshanova M., Karimov Sh. Scientific and technical fundamentals for explosive destruction of the mass composed of rocks with different hardness // Mining of Mineral Deposits. National Mining University, 2017. Volume 11. Issue 2, pp. 46-51.
4. Zairov Sh., Ravshanova M., Karimov Sh. Intensification of technological processes in drilling and blasting operations during open-cut mining in Kyzylkum region // Mining of Mineral Deposits. National Mining University, 2018. Volume 12. Issue 1, – pp. 54-60.
5. Zairov Sh.Sh., Urinov Sh.R., Nomdorov R.U. Ensuring Wall Stability in the Course of Blasting at Open Pits of Kyzyl Kum Region // Gornaya nauka i tekhnologii (Russia). – Moscow, 2020. Vol. 5. No. 3, pp. 235-252.
6. Бибик И.П. Обоснование энергосберегающих технологий взрывных работ на сложноструктурных месторождениях // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва: изд. МГГУ, 2010. – № 8. – С. 102-110.
7. Рубцов С.К., Шеметов П.А. Управление взрывным воздействием на горный массив при открытой разработке месторождений. – Ташкент: Фан, 2011. – 400 с.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2023, № 4 (95) pp. 13-16

A BLASTING METHOD THAT ALLOWS TO INCREASE THE TIME OF EXPLOSIVE IMPACT ON THE ROCK MASS AND IMPROVE THE QUALITY OF ROCK MASS CRUSHING

¹Umarov F.Ya., Director, Doctor of Technical Sciences, Professor.

²Bibik I.P., Candidate of Technical Sciences, Assistant professor.

³Nasirov U.F., Deputy Director for Research and Innovation, Doctor of Technical Sciences, Professor.

⁴Zairova F.Yu., Engineer of the Innovation Center for the Introduction of New Technologies.

⁵Almalyk branch of the National University of Science and Technology "MISIS". Almalyk, Uzbekistan.

⁶Joint-stock company "Navoi Mining and Metallurgical Company". Navoi, Uzbekistan.

A blasting method is recommended, which allows to improve the quality of rock mass crushing due to the use of a locking charge of asymmetric action in an additional or in the bottom-hole space of the main borehole. The design of the explosive charge with this bottom hole allows to increase the degree of rock mass crushing by 8-10%, to control the parameters of the breakdown and to increase the mineral recovery factor by 0.5% while reducing the specific consumption of explosive impact by 1.6%.

Keywords: rock crushing, stemming, activating charge, main charge, explosive impact time, bottom-hole space, borehole radius, main charge length, charge chamber volume, gas cavity, rock mass destruction radius.

References:

1. Shemetov P.A., Bibik I.P., Isakov M.M. Current state and problems of drilling and blasting operations in deep ore quarries of Uzbekistan // Gorniy vestnik Uzbekistana. – Navoi, 2010. – No. 4, pp. 12-19.
2. Zairov Sh.Sh., Makhmudov D.R., Urinov Sh.R. Theoretical and experimental studies of explosive destruction of rocks under various forms of compressed media // Gorniy zhurnal. – Moscow, 2018. – No. 9, pp. 46-50.
3. Zairov Sh., Ravshanova M., Karimov Sh. Scientific and technical fundamentals for explosive destruction of the mass composed of rocks with different hardness // Mining of Mineral Deposits. National Mining University, 2017. Vol. 11. – Issue 2, pp. 46-51.
4. Zairov Sh., Ravshanova M., Karimov Sh. Intensification of technological processes in drilling and blasting operations during open-cut mining in Kyzylkum region // Mining of Mineral Deposits. National Mining University, 2018. Vol. 12. – Issue 1, pp. 54-60.
5. Zairov Sh.Sh., Urinov Sh.R., Nomdorov R.U. Ensuring Wall Stability in the Course of Blasting at Open Pits of Kyzyl Kum Region // Mining Science and Technology (Russia). – Moscow, 2020. Vol. 5. No. 3, pp. 235-252.
6. Bibik I.P. Justification of energy-saving technologies for blasting in complex-structured deposits // Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. – Moscow: ed. MSGU, 2010. – No. 8, pp. 102-110.
7. Rubtsov S.K., Shemetov P.A. Control of explosive impact on a rock mass during open-pit mining. – Tashkent: Fan, 2011. – 400 p.

Hurmatli Quvondiq Sanaqulovich!

Innovatsion rivojlanish agentligi jamoasi nomidan Sizni va jamoangizni "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" aksiyadorlik jamiyati tashkil topganligining 65 yilligi munosabati bilan samimiy muborakbod etaman.

Bugungi kunda kombinatning mehnatkash jamoasi metallurgiya sanoat faoliyatini har tomonlama qo'llab-quvvatlash, iqtisodiyotni rivojlantirish borasida faoliyatingiz tahsinga loyiqdir.

Sizning rahbarligingizda kombinatda ilmiy-tadqiqot ishlari va innovatsion faoliyatni rivojlantirish maqsadida Innovatsiya markazi tashkil etildi va Navoiy kon-metallurgiya kombinatini 2026-yilgacha innovatsion rivojlantirish dasturi qabul qilindi. Dasturdagi 105 ta innovatsion loyihalarning ishlab chiqarishga joriy etilishi oltin tarkibli rudalar va uranni qazib olish va qayta ishlash samaradorligini oshirish, mahsulot tannarxini kamaytirish, eksportga yo'naltirilgan mahsulotlar sonini kengaytirishga katta zamin yaratganini alohida ta'kidlash lozim.

"Navoiy kon-metallurgiya kombinati" aksiyadorlik jamiyati metallurgiya sanoatida yangi cho'qqilarni zabt etib, yanada gullab-yashnashi va kombinatning har bir xodimiga mustahkam sog'lik, farovonlik, barcha ishlarda va tashabbuslarida muvaffaqiyatlar tilaymiz!

**Hurmat bilan,
informatsion rivojlanish agentligi direktori
O.A. Toychiev**

OCHIQ YER OSTI USULIDA QAZIB OLINADIGAN TOG' YON BAG'RIDAGI RUDA KONLAR ZAHIRALARINI TIZIMLASHTIRISH



Tadjiyev Sh.T.,
NDKTU
«Konchilik ishi» kafedrası dotsenti



Qobilov O.S.,
NDKTU
«Konchilik ishi» kafedrası katta o'qituvchisi



Fathiddinova M.O'.,
Islom Karimov nomidagi TDNU «Markshayderlik ishi va geodeziya» kafedrası assistenti



Sodiqov I.Yu.,
«NKMK» AJ
Yangi texnologiyalarni joriy etish markazi muhandisi

Ushbu maqolada tog'li hududlarda joylashgan ruda konlarini ochiq-yer osti usulida qazib olishda karyer konturidan tashqarida joylashgan zahiralarni tizimlashtirish sxemasi keltirilgan.

Tayanch iboralar: ochiq-yer osti usulida qazib olish, tog' yon bag'ridagi konlar, karyerning chegara konturi, karyer konturi tashqarisidagi zahiralalar.

В статье рассмотрены систематизации запасов, расположенных вне контура карьера при добыче нагорных рудных месторождений открыто-подземным способом.

Ключевые слова: открыто-подземная разработка месторождений, нагорные месторождения, предельный контур карьера, запасы за пределами контура карьера.

Ochiq usulda ekspluatatsiya qilinadigan konni qazib olish tajribasi bilan tanishish shuni ko'rsatdiki, ba'zi ruda zahiralari deyarli doim karyerlarning konturlari tashqarisida qolib ketadi. Yuqori qiymat va katta ish hajmlari bilan ular yer osti usulida qazib olishga jalb etiladi.

Bevosita karyerning chegara konturiga tutashgan yoki uning yonida joylashgan va yer osti usulida qazib olishga mo'ljallangan zahiralalar, konturortı zahiralari hisoblanadi. Ushbu zahiralarning karyer konturi tashqarisida qoladigan ulushi, ruda tanasining qalinligiga va ochiq usulda qazib olishning chuqurligiga bog'liq. Hajm jihatidan, ular sezilarli qiymatlarga yetishi va yer osti rudniklarining xom-ashyo bazasi bo'lishi mumkin.

Ochiq-yer osti usulida qazib olinuvchi kon zahiralari tasniflashda, quyidagi turli tasniflash belgilaridan foydalaniladi: karyerning chegaraviy konturidan uzoqligi [1], karyer konturiga nisbatan joylashish joyi [2], zahiralarni qazib olish usullari va karyer qazishlarining geomexanik ta'siri [3].

Qazib tugatilayotgan zahiralarning karyer maydoniga nisbatan joylashishi turlicha bo'lishi mumkinligi sababli, ochiq va yer osti kon ishlarining o'zaro ta'sir darajasi bir xil emas. Ushbu xususiyatni hisobga olish zaruratini D.R. Kaplunov, V.P. Shuboderov va D.V. Gordinlar ko'rsatib o'tishgan [4].

Ushbu belgilar bo'yicha zahiralarni ikkita sinf: karyerning ta'sir zonasida joylashgan va undan tashqarida joylashgan zahiralarni sinflari bo'yicha tasniflash taklifi [1, 5] keltirilgan. Birgalikda qazib olish varianti uchun karyerning ta'sir zonasidagi zahiralalar saqlovchi butunliklar deb ataladi. Karyer maydoni ta'siri chegarasida yer osti konchilik ishlarini olib borish, yer osti qazib olish tizimi elementlarida ham, karyerda ham o'ziga xos geomexanik jarayonlarning rivojlanishi bilan birga kechadi. Bundan tashqari, ushbu zahiralarni alohida guruhlarga ajratish foydasiga o'zishimcha dalil sifatida yuqorida bayon etilgan omil xizmat qiladi. Ushbu uchastkalarini ekspluatatsiya qilish, ochiq usulda qazib olish texnologiyasi elementlaridan foydalanish imkoniyati bilan bog'liq.

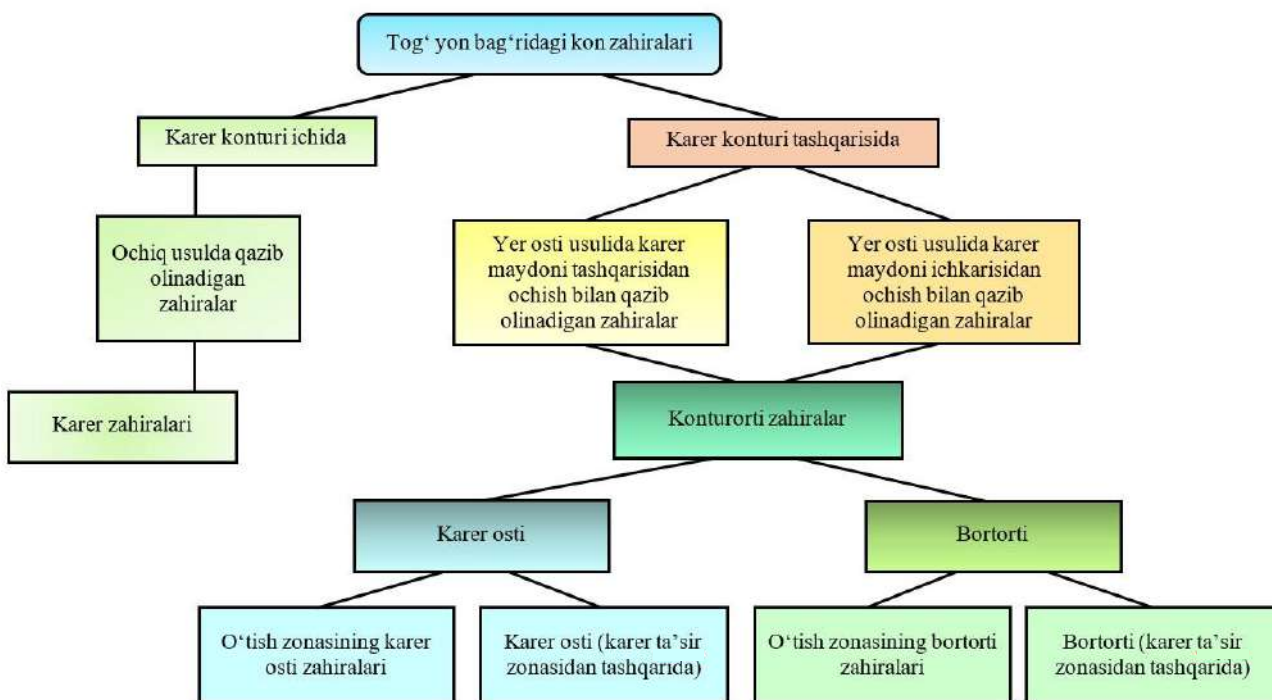
Ochiq va yer osti lahimlarining turg'unligi va tozalash ishlarini texnologiyasining xususiyatlarining o'zaro ta'sir darajasiga qarab, birinchi

zona zahiralari ikki qismga bo'lish maqsadga muvofiq. Birinchisi – karyer tubida yoki bortlarida karyer konturiga bevosita tutashgan kontur atrofi yoki chegara atrofi zahiralari, ikkinchisi – kontur ortida joylashgan va ularning himoyasi ostida yoki kontur atrofidan keyin qazib olinadigan konturortı zahiralari. Konturortı o'tish zonasi qalinligi, bir tomondan, kon bosimi va shamollatish omillari bo'yicha yer osti kon ishlarini texnologiyasiga karyer maydonining eng katta salbiy ta'siri o'lchamlari bilan, hamda, chegaralovchi sifatida namoyon bo'luvchi texnologik mulohazalar bilan aniqlanadi.

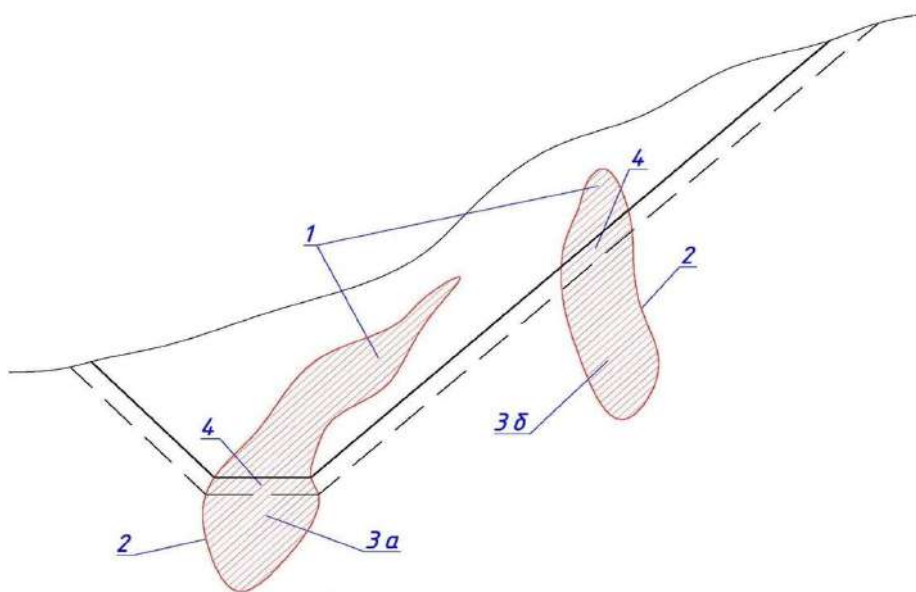
Mesheryakov E.Yu. tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar asosida massivning kuchlangan-deformasiyalanish holatiga karening ta'sir darajasi bo'yicha kon zahiralari kontur atrofi zahiralari tasniflash taklif etilgan. Ushbu zahiralarni qazib olishda, yer osti qazib olish tizimi elementlari siljishning kuchayish sharoitlarida – bortlarda va siquvchi – kuchlar bazasida va karyerning sezilarli ta'sir doirasida joylashgan karyer ortida namoyon bo'ladi. Shunga ko'ra, qazib olinayotgan karyer atrofi massivning holatini boshqarish bo'yicha texnologik echimlarni differensiyalashtirish lozim. Ushbu zonalarni qayta qurish metodikasi tavsiya etilgan [6].

Karyeriga nisbatan joylashuviga ko'ra, ba'zida, yaqin zonadagi zahiralarni karer tubi sathidan yuqorida joylashgan bortortı zahiralari va karyer tubidan pastda joylashgan – karyer osti zahiralari bo'lish qo'llaniladi. Bunday bo'linish nafaqat qazib olishning texnologik sxemalarini konstruktiv shakllantirishning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda, balki qavatlar otmekalarini karer tubining chegaraviy sathiga tez-tez bog'lash bilan oqlangan. Bunday bo'linish, loyihalashni soddalashtiradi, garchi karyer tubidan yuqori va pastdagi zahiralarni o'z ichiga olgan qazuvchi bloklarni ajratish maqsadga muvofiq bo'lgan holatlar bo'lishi mumkin bo'lsada.

Qazib olish elementlari o'lchamlari tanlash va hisoblashda, konning sifat tarkibiga ega bo'lgan uchastkalarini o'zlashtirish usuli va ruda tanasini kon-geologik joylashish sharoiti, shuningdek, zahiralarni karyer konturiga nisbatan joylashuvi va oxirgi omilni hisobga olish zaruriyatining sezilarli ta'sir ko'rsatishi [7, 8] keltirilgan.



1-rasm. Tog' yon bag'ridagi ruda konlarni ochiq-yer osti usulida qazib olishda zahiralarni tizimlashtirish sxemasi.



2-rasm. Tog' yon bag'ridagi ruda konlar zahiralarning karer konturiga nisbatan joylashish sxemasi: 1 – ochiq usulda qazib olinadigan zahiralari; 2 – yer osti usulida (karer maydoni ichkarisidan va tashqarisidan ochish bilan) qazib olinadigan zahiralari; 3 – konturorti zahiralari ((3a – karer osti, 3b – bortorti); 4 – o'tish zonasi (karer osti (o'tish zonasi), bortorti (o'tish zonasi)) zahiralari

Ochiq-yer osti usuli texnologiyasi yordamida qazib olinadigan barcha zahiralarni to'rt guruhga bo'lish tavsiya etiladi:

- karer maydoni chegarasida joylashgan va karemning chegaraviy konturi bilan chegaralangan karer zahiralari;
- ochiq va yer osti kon ishlari texnologik jarayonlari kombinatsiyasi bilan o'zlashtiriluvchi va bevosita karemning chegaraviy konturida va kontur tashqarisida joylashgan, ochiq-yer osti zahiralari;

- shaxta maydoni chegarasida joylashgan va yer osti texnologiyasi yordamida qazib olinuvchi, shaxta zahiralari;

- balansdan tashqari zahiralari - qazib olish iqtisodiy jihatdan samarasiz bo'lgan, nokondision rudalar.

Karyer zahiralari quyidagi ikkita guruhchalarga bo'linadi:

- ushbu zahiralarni qazib olish, mavjud sharoitlarda an'anaviy ravishda qo'llaniladigan ochiq kon ishlari texnologiyasini o'zgartirishni talab qilmaydi;

- kontur atrofi zahiralari – bevosita karyer konturiga tutashgan zahiralari bo'lib, ularni qazib olish, yer osti kon ishlarning ta'sir zonasidagi ochiq kon ishlarni olib borishning xavfsizligini va karyer bortlari turg'unligini ta'minlash bo'yicha maxsus chora-tadbirlar kompleksini amalga oshirishni talab etadi.

Ochiq-yer osti zahiralarning ochiq va yer osti usullari yordamida qazib olishni qo'llash zonasi chegarasi yaqinida joylashganligini inobatga olgan holda, ushbu zahiralarni o'tish zonasi

deb atash qabul qilingan. Ochiq-yer osti zahiralari karer tubiga nisbatan joylashuviga ko'ra bortdagi va karyer tubidagi zahiralarga bo'linadi [9].

Yuqorida ko'rib chiqilgan tasniflarda, asosiy belgi sifatida qazib olish usuli qabul qilingan, ikkinchi darajali belgi sifatida esa, kon zahiralarning karer konturiga nisbatan joylashuvi qabul qilingan. Tog' yon bag'rida joylashgan konlardagi karyerning qazib olingan maydonlaridan foydalanishning kon ishlari texnologiyasiga ta'siri tasniflarda aks ettirilmagan.

Karyerning qazib olingan maydonini, shuningdek, yuqorida sanab o'tilgan belgilarni inobatga olgan holda, tog' yon bag'ridagi konlarni ochish sxemasi va o'zlashtirish texnologiyasini loyihalash nuqtai nazari-dan, biz tomonimizdan, karyer konturiga nisbatan va karyer konturidan uzoqda joylashuvi bo'yicha, ochiq-yer osti usulida qazib olinadigan tog' yon bag'ridagi kon zahiralari tizimlashtirib chiqildi (1-rasm).

Yer osti usulida qazib olish texnologiyasiga ta'sir darajasiga bog'liq holda, karyer osti zahiralari birinchi belgi bo'yicha konturorti (o'tish zonalaridagi) va ikkinchi belgi bo'yicha konturorti – karyer tubi ostidagi zahiralari bo'linadi, bortorti zahiralari esa, birinchi belgi bo'yicha bortorti (o'tish zonasida) va bortorti (karyerning ta'sir zonasidan tashqarida) zahiralari bo'linadi [10].

Ochiq-yer osti usulida qazib olinadigan tog' yon bag'ridagi konlar uchun taklif etilayotgan sxemaga ko'ra, barcha zahiralari karyer konturi-

ga nisbatan joylashish o'rniga ko'ra ikki sinfga bo'linadi: kontur ichidagi va konturdan tashqaridagi (2-rasm).

O'z navbatida, ushbu sinflar qazib olish usullari bo'yicha guruhlariga bo'linadi, birinchi – ochiq usulda qazib olinuvchi zahiralari, ikkinchisi – karyer maydonidan tashqarida ochish va karyer maydonidan ochish orqali yer osti usulida qazib olinuvchi zahiralari. Yer osti usulida qazib olinuvchi zahiralari ham karyer maydonining ta'sir belgilari va kon ishlari texnologiyalari bo'yicha guruhchalarga bo'linadi: karyerning ta'sir zonasidan tashqarida joylashgan karyer osti zahiralari va karyer maydonining ta'sir zonasida joylashgan bortorti zahiralari.

Ochiq-yer osti usulida qazib olinuvchi tog' yon bag'ridagi konlarning ishlab chiqilgan zahiralari tasnifi, tog' yon bag'ri turkumiga kirmaydigan konlarni ochiq-yer osti usulida qazib olishning ma'lum bo'lgan tasniflari-dan tubdan farq qiladi.

Библиографический список:

1. Калмыков В.Н., Рыльникова М.В., Демин С.Б. Обоснование рациональной технологии вскрытия и отработки законтурных запасов карьера // Ресурсосберегающие технологии при подземной отработке полезных ископаемых Севера. – Якутск: ЯНС СО АН СССР, 1990. – С. 102-106.
2. Черных А.Д., Брюховецкий О.С., Лосинский А.П. Доработка запасов руд за контурами карьеров с закладкой выработанного пространства // Разработка месторождений твердых полезных ископаемых. Итоги науки и техники. ВИНТИ АН СССР. – Москва, 1987. – 74 с.
3. Каплунов Д.Р., Калмыков В.Н., Рыльникова М.В. Комбинированная геотехнология. – М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2003. – 560 с.
4. Каплунов Д.Р., Шубодеров В.И. Перспективы разработки рудных месторождений комбинированным способом // Горный журнал, 1997. – № 8. – С. 16-18.
5. Рыльникова М.В. Технология комплексного освоения месторождений комбинированным способом // Монография. – Магнитогорск: МГТУ, 1998. – 37 с.
6. Мещеряков Э.Ю. К вопросу классификации способов комбинированной разработки месторождений. Горный информационный-аналитический бюллетень. – М.: МГТУ, 1997. – № 3. – С. 61-66.
7. Назаров З.С., Тажиев Ш.Т. Обоснование классификации запасов нагорных месторождений с учетом способов разработки, осваиваемых открыто-подземным способом // Academic Research in Educational Sciences (ARES). Volume 3, Issue 6, June, 2022. – С. 1312-1317 (SJIF: 5,7).
8. Тажиев Ш.Т., Назаров З.С., Самадова Г.М. Классификация систем вскрытия запасов за пределами контуром карьера нагорных месторождений // Academic Research in Educational Sciences (ARES). Volume 3, Issue 7, July, 2022. – С. 358-365 (SJIF: 5,7).
9. Тажиев Ш.Т., Куролов А.А., Жабборов О.И. Исследование технологических особенностей открыто-подземной разработки нагорных месторождений // Материалы XV Международной научно-практической конференции на тему: «Новые идеи в науках о Земле». – Москва, 1-2 апреля 2021 г. – С. 133-135
10. Тажиев Ш.Т., Кобилов О.С., Жабборов О.И., Содиков И.Ю. Исследование технологических особенностей открыто-подземной разработки нагорных месторождений. Научно-технический и производственный журнал «Горный Вестник Узбекистана». – Навои, 2021. – № 87. – С. 29-31

HAMKORLIGIMIZ YANADA MUSTAHKAMLANADI

Navoiy kon-metallurgiya kombinati tashkil topganligining 65 yillik shonli yubileyi bilan "Olmaliq kon-metallurgiya kombinati" AJ mehnat jamoasi va o'zining nomidan chin dildan tabriklayman.

Bugungi kunda NKMK dunyodagi oltin ishlab chiqaruvchi o'nta yetakchi kompaniyalardan biri bo'lib, O'zbekistondagi yer osti boyliklari zaxiralarini geologik qidirish, ruda qazib olish va qayta ishlashdan to tayyor mahsulot ishlab chiqarishgacha bo'lgan to'liq ishlab chiqarish siklini o'zlashtirgan eng yirik tog'-kon korxonasi hisoblanadi.

Kombinatning oltin quymalaridagi "999.9" belgisi jahon qimmatbaho metallar birjalarida O'zbekiston brendiga aylandi. Bir sohaning vakillari sifatida yurtimizda mamlakatning iqtisodiy qudratini mustahkamlash, jahon hamjamiyatidagi mavqeiini oshirish va xalqimiz farovonligini ta'minlashga salmoqli hissa qo'shadigan shunday istiqbolli va jadal rivojlanayotgan korxonaga borligidan faxrlanamiz. Bizning korxonalarimizni ko'p yillik hamkorlik aloqalari bog'lab turadi. Safdoshlar ekanligimiz bois biz har doim turli texnik masalalarni hal qilishda yordam olamiz. Texnik va texnologik jihatdan murakkab ishlabchiqarishlar jarayonida ko'plab yo'nalishlarda to'plangan tajribamizni saxiylik bilan baham ko'ramiz. Ishonchim komilki, kelajakda bu munosabatlar o'zaro ishonch va hamkorlikning yuksak darajasida saqlanib qoladi. Hamjihat va mehnatsevar mutaxassislar jamoasi tomonidan amalga oshirilgan barcha yaxshi ishlar yanada rivojlanishiga ishonamiz. Yangi g'oyalar, tashabbuslarda omad, barqarorlik va rivojlanish hamroh bo'lsin! Sanoat gigantiga yangi marralar va ularning sharaf bilan zabt etilishini, rahbariyat va jamoaning barcha a'zolariga sog'lik, kuch-quvvat, farovonlik va Vatanimiz manfaati yo'lidagi mehnatlarida yangi yutuqlar tilayman!

Abdulla XURSANOV,
"Olmaliq kon-metallurgiya kombinati" AJ boshqaruvi raisi

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРОВЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГО- И ТОПЛИВОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ



Джураев Р.У.,
заведующий кафедрой
«Безопасность жизнедеятельности»
НГГТУ, д.т.н., профессор



Хатамова Д.Н.,
доцент кафедры
«Горное дело» НГГТУ,
PhD



Райхонов Ш.З.,
зам. декана
факультета «Горное дело»
Алмалыкского филиала ТАШГТУ

Skvajinalarni burg'ilash ishlari ko'p miqdorda energiya talab qiladigan jarayon hisoblanadi. Burg'ilash ishlari davomida elektr energiyasi bilan bir qatorda issiqlik energiyasi ham ko'p miqdorda sarflanadi. Burg'ilash ishlari davomida ikkilamchi va qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan foydalanish, yoqilg'i va energiya tejavchi energiya texnologik komplekslarni qo'llash burg'ilash uskunalarining harajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

Ushbu maqolada burg'ilash ishlarida iste'mol qilinadigan umumiy energiya resurslarining ulushlari va ichki yonuv dvigatelinin issiqlik balansini tahlil qilindi. Shuningdek, burg'ilash uskunasi yuritmalari chiquvchi ikkilamchi energiya resurslarini foydalanish yoqilg'i-energetika xarajatlarini kamaytirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Dizel elektr stantsiyasi, burg'ilash uskunasi va kompressorning ikkilamchi energiya resurslaridan foydali foydalanish uchun qurilmaning sinov natijalari tahlil qilindi.

Tayanch iboralar: *burg'ilash uskunasi, skvajina, yoqilg'i sarfi, issiqlik almashirgich, elektr energiyasi, issiqlik oqimi, resurs tejamlorlik, energiya tejamlorlik, kompressor, ikkilamchi energoresurs, foydali ish koeffitsiyenti.*

В данной статье представлен анализ величин долей общих расходуемых энергоресурсов в буровых работах и теплового баланса двигателя внутреннего сгорания. А также, рассмотрена возможность сокращения топливно-энергетических расходов бурового оборудования путем утилизации вторичных энергоресурсов, выделяющихся с приводов бурового оборудования. Приведен анализ результатов испытания устройства полезной утилизации вторичных энергоресурсов дизельной электростанции бурового оборудования и компрессора.

Ключевые слова: *буровое оборудование, скважина, расход топлива, теплообменник, электрическая энергия, тепловой поток, ресурсосбережение, энергосбережение, компрессор, вторичные энергоресурсы, коэффициент полезного действия.*

На сегодняшний день с увеличением объема буровых работ возросла и потребность в энергетических ресурсах бурового и технологического оборудования.

В холодное время года наряду с электроэнергией в больших количествах потребляется и тепловая энергия.

Важным фактором, влияющим на эффективность энергоснабжения, является низкий КПД источников энергии. Коэффициент полезного действия дизельных электростанций зависит от вида и условий эксплуатации, в реальных условиях не превышает 30-40%. Коэффициент полезного действия нагревателей установок в условиях геологоразведочных работ не превышает 50-70%. Это показывает, что большая часть топлива расходуется неэффективно на этапе производства энергии. По этой причине проблема рационального использования топлива и повышения эффективности источников энергии остается актуальной.

Несмотря на простоту использования электронагревателей, это приводит к превышению энергетических затрат на буровые работы из-за высокой стоимости дизельного топлива в дизельных электростанциях, вырабатывающих электроэнергию, также их КПД в большинстве случаев не превышает 30-35%, что делает неэффективным использование электронагревателей, используемых для обогрева при буровых работах.

В низкотемпературный период года (-5÷10°C) в среднем около 25-30% электроэнергии, вырабатываемой дизельной электростанцией, используется для отопления, а остальные 70-75% используются для обеспечения электричеством приводов и других оборудования. Себестоимость бурения можно существенно снизить за счет снижения энергозатрат на теплоснабжение. При этом будет возможным полезное использование теплоты двигателей внутреннего сгорания буровых установок и системы автономного энергоснабжения.

Буровые работы в основном имеют передвижной характер. В связи с тем, что буровые работы проводятся на больших территориях, система энергоснабжения бурового оборудования отличается тем, что она иногда подключается к централизованной сети, а иногда к автономным энергосистемам в отдаленных районах. В таких случаях в период холодов возникает ряд сложностей, связанных с теплоснабжением буровых работ. При этом определенная часть мощности дизельных электростанций, которая в основном используется для получения электроэнергии, расходуется на системы отопления, при буровых работах на децентрализованных объектах в отдаленных районах можно добиться снижения энергозатрат за счет полезной утилизации тепла двигателей внутреннего сгорания технологического оборудования.

Общий тепловой поток, образующийся при сгорании топлива в двигателе внутреннего сгорания, зависит от мощности двигателя, расхода топлива, способности выделения тепла и определяется по формуле:

$$Q = \frac{N_e \cdot g \cdot Q_o}{3600} \quad (1)$$

где N_e – номинальная мощность двигателя $кВт$;
 g – удельный расход топлива, $г/кВт \cdot ч$;
 Q_o – низшая теплота сгорания топлива, $кДж/кг$.

При сгорании топлива в двигателе внутреннего сгорания, лишь 30-35% тепла преобразуется в механическую энергию, а остальная часть теряется в виде тепла в системе охлаждения, отработанными газами, трением деталей и неполным сгоранием топлива.

Показатели теплового баланса двигателя внутреннего сгорания позволяют определить тепловую нагрузку двигателя, то есть рассчитать систему охлаждения и оценить возможность полезной утилизации тепла выхлопных газов. Тепловой баланс двигателя внутреннего сгорания можно выразить следующим выражением:

$$Q = N_e + Q_{co} + Q_{гв} + Q_{др} \quad (2)$$

где N_e – теплота преобразованная в полезную мощность, $кВт$;
 Q_{co} – теплота, теряемая в системе охлаждения, $кВт$;
 $Q_{гв}$ – теплота, теряемая с выхлопными газами, $кВт$;
 $Q_{др}$ – другие тепловые потери, $кВт$.

Величина теплового потока определяется основными показателями двигателя внутреннего сгорания:

$$Q_o = M_{ож} \cdot C_{ож} \cdot \Delta t_{ож} + \frac{\pi \cdot D_{ц}^2 \cdot P_{ц} \cdot T_{гв} \cdot n \cdot K}{480 \cdot P_{гв} \cdot T_{ц}} \cdot \rho_2 \cdot C_{гв} \cdot \Delta T \quad (3)$$

где $M_{ож}$ – расход охлаждающей жидкости в системе охлаждения, $кг/с$;
 $C_{ож}$ – теплоёмкость охлаждающей воды, $кДж/кг \cdot град$;
 $\Delta t_{ож}$ – разница температуры охлаждающей воды на входе и выходе из радиатора, $°C$;
 ΔT – разница температур газа в теплообменнике, $°C$;
 P_2 – плотность выхлопных газов, $кг/м^3$;
 $D_{ц}$ – диаметр цилиндра, $м$;
 n – число оборотов, $об/мин$;
 K – число цилиндров;
 $T_{ц}$ – температура газа в цилиндре перед выпуском, $°C$;
 $P_{гв}$ – давление газа в цилиндре в конце выходного такта, $Па$;
 $T_{гв}$ – температура газа в конце выходного такта, $°C$;
 $P_{ц}$ – давление в цилиндре перед выходом, $Па$;
 $C_{гв}$ – теплоемкость выхлопного газа, $кДж/кг \cdot град$.

Приведенное выше выражение позволяет определить тепловой поток на основе параметров двигателя внутреннего сгорания и даёт возможность рассчитать основные характеристики систем утилизации тепла.

Для полезной утилизации теплоты, выделяющейся от двигателя внутреннего сгорания бурового оборудования при бурении скважины с промывочной жидкостью, разработано устройство, схематический вид которого представлен на рис. 1.

Эффективное использование в предлагаемом устройстве полезной утилизации теплоты ДВС буровой установки термоэлектрических генераторов представляет некоторые технические трудности, т.е. нагрев одной стороны за счёт вторичной энергии двигателя внутреннего сгорания и охлаждение другой стороны без использования дополнительной энергии, требует разработки новых технических решений. По этой причине была разработана конструкция блока термоэлектрического генератора, представленная на рис. 2.

С целью определения работоспособности и эффективности, а также количества вырабатываемой электроэнергии и теплового потока в разработанном устройстве полезной утилизации теплоты ДВС буровой установки проводились экспериментальные работы в два этапа. На первом этапе экспериментальных работ была

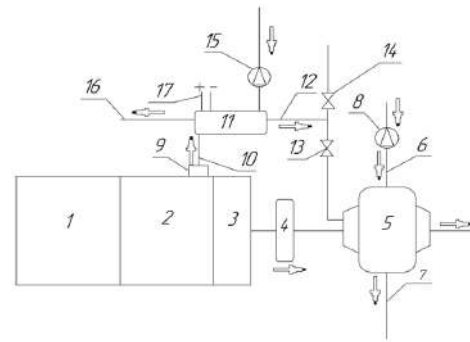


Рис. 1. Устройство полезной утилизации теплоты ДВС буровой установки: 1 – буровая установка; 2 – ДВС; 3 – радиатор охлаждения ДВС; 4 – вентилятор; 5 – теплообменник; 6 – труба подачи холодной воды; 7 – труба нагретой воды; 8 – насос; 9 – глушитель; 10 и 12 – труба передачи выхлопных газов; 11 – блок термоэлектродгенераторов; 13 и 14 – задвижки; 15 – насос; 16 – труба подпитки воды соединенной к зумфу; 17 – провода блока термоэлектродгенераторов

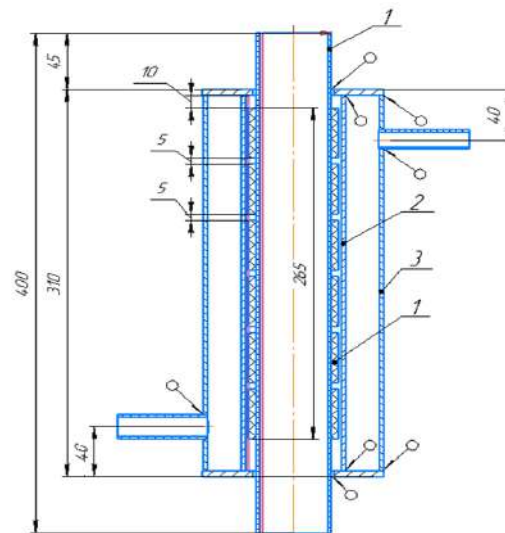


Рис. 2. Конструкция блока термоэлектродгенератора: 1 – труба; 2 – пластина герметизации термоэлектродгенератора; 3 – корпус; 4 – термоэлектродгенератор, 5 и 6 – трубы входа и выхода охлаждающей воды

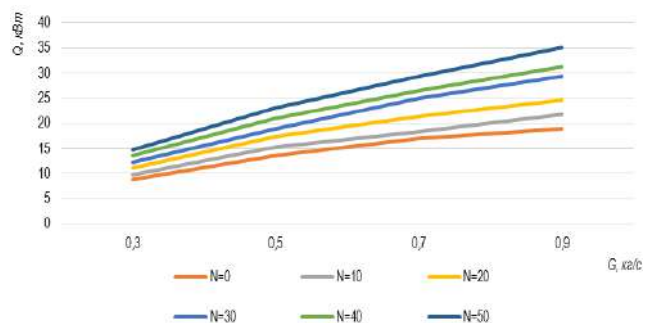


Рис. 3. Зависимость теплового потока Q , выходящего из теплообменника при различных нагрузках на двигатель N , от расхода вторичного теплоносителя

определена мощность тепла, выделяющегося из радиатора системы охлаждения двигателя.

В результате анализа результатов экспериментальных работ установлена зависимость теплового потока Q , выходящего из

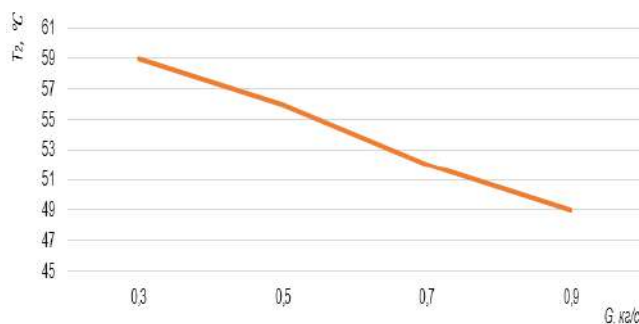


Рис. 4. Зависимость температуры T_2 вторичного теплоносителя, выходящего из теплообменника, от его расхода G ($N = 50$ кВт)

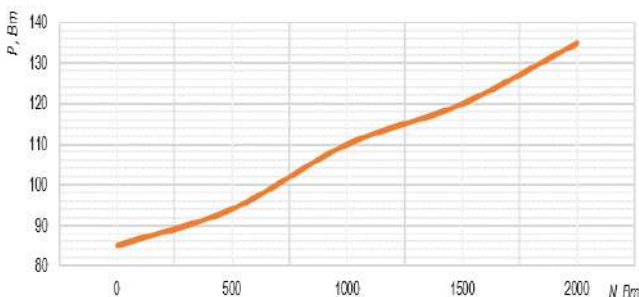


Рис. 5. График зависимости мощности электрического тока P термоэлектрогенератора от нагрузки на двигатель N

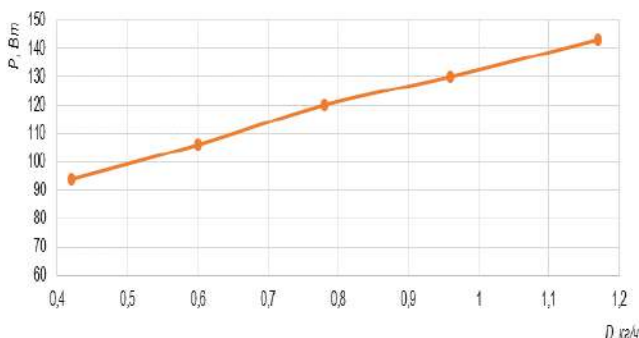


Рис. 6. График зависимости мощности электрического тока P от расхода топлива двигателя D

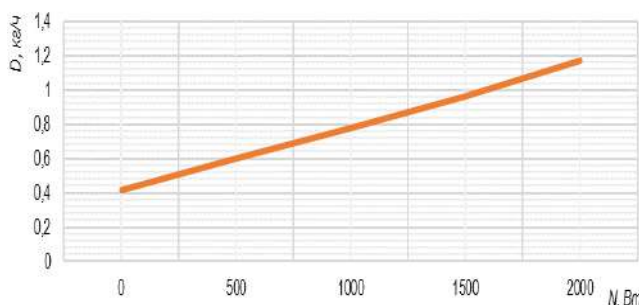


Рис. 7. Зависимость расхода топлива двигателя D от нагрузки на двигатель N

теплообменника при различных нагрузках на двигатель N от расхода вторичного теплоносителя, данная зависимость в виде графика приведена на рис. 3.

Увеличение расхода потока воздуха вторичного теплоносителя приводит к снижению его температуры. На рис. 4 представлена

зависимость температуры вторичного теплоносителя, выходящего из теплообменника, от его расхода при нагрузке двигателя 50 кВт.

Таким образом, установлено, что температура и мощность теплового потока, образующегося в теплообменнике устройства полезной утилизации тепла двигателя внутреннего сгорания бурового оборудования, зависит от расхода вторичного теплоносителя и нагрузок на двигатель.

Целью второго этапа экспериментальных работ было определение работоспособности термоэлектрогенераторов при её установке на выхлопную трубу двигателя, а также определение возможности получения электроэнергии, теплового потока и горячей воды, которые возможно использовать для бытовых и технологических нужд при буровых работах.

В результате экспериментальных работ установлена зависимость мощности электрического тока P , вырабатываемого в термоэлектрогенераторах, от нагрузки на двигатель N , данная зависимость приведена на рис. 5.

Увеличение температуры и расход выхлопных газов, в свою очередь, напрямую зависит от расхода топлива, графическая зависимость электроэнергии, вырабатываемой термоэлектрическими генераторами, от расхода топлива представлена на рис. 6.

С целью определения эффективности предлагаемого теплоутилизационного устройства был исследован расход топлива двигателя. На рис. 7 приведена графическая зависимость расхода топлива двигателя D от нагрузки на двигатель N .

Из графика зависимости расхода топлива двигателя D от нагрузки двигателя N видно, что расход топлива увеличивается равномерно с увеличением нагрузки. Расход топлива имеет линейную характеристику и отображается в следующем виде:

$$D = D_T + b \cdot N \quad (4)$$

где D – расход топлива двигателя, кг/час;

D_T – расход топлива при холостой работе двигателя, кг/час;

b – повышение расхода топлива за счёт увеличения нагрузки, кг/кВт·час;

N – нагрузка на двигатель, кВт.

С целью определения эффективности разрабатываемого устройства утилизации тепла двигателя внутреннего сгорания бурового оборудования было проведено сравнение коэффициента полезного действия установки с использованием устройства утилизации тепла и без него.

При использовании разработанного устройства утилизации тепла двигателя внутреннего сгорания бурового оборудования коэффициент полезного действия определяется следующим образом:

$$\eta = \frac{N + P + Q_{ym}}{Q} \quad (5)$$

где Q_{ym} – утилизированный тепловой поток, кВт;

P – мощность электрического тока, выработанный в термоэлектрогенераторе, кВт.

Тепловой поток, переданный в теплообменник выхлопными газами двигателя:

$$Q_{ym} = G_2 \cdot C_2 \cdot (T_{22} - T_{23}) \quad (6)$$

где G_2 – расход выхлопных газов, кг/с;

C_2 – теплоёмкость выхлопных газов, кДж/кг·°С;

T_{22} и T_{23} – температура выхлопных газов на входе и на выходе в теплообменник, °С.

График зависимости КПД η дизельной электростанции от нагрузки двигателя N бурового оборудования представлен на рис. 8.

Анализ результатов экспериментальных работ показывает, что КПД двигателя внутреннего сгорания дизельной электростанции бурового оборудования фактически составляет 30-35%.

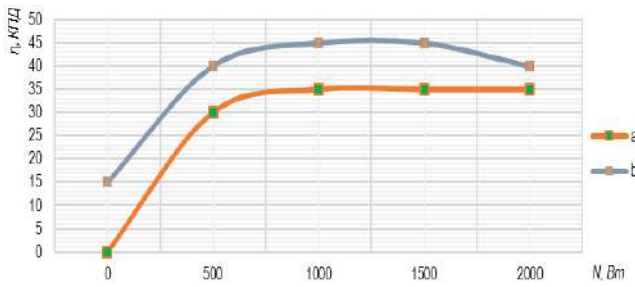


Рис. 8. Зависимость КПД (η) дизельной электростанции от нагрузки двигателя (N) бурового оборудования: а – при утилизации теплоты; б – без утилизации теплоты

Установлено, что этот показатель можно увеличить до 45% при использовании предлагаемого устройства утилизации тепла.

Из-за большой мощности компрессоров, используемых для выработки сжатого воздуха, энергетические затраты на буровые работы высоки. Доля потерь энергии в виде тепла в компрессорном двигателе достигает 50-55%. На основе полезной рекуперации вторичных энергоресурсов, теряемых в виде тепла в системе охлаждения двигателя бурового оборудования, с выхлопными газами и сжатым воздухом компрессора, можно повысить полезный КПД буровой установки.

Схематический вид устройства полезной утилизации теплоты двигателя внутреннего сгорания буровой установки и компрессора приведен на рис. 9.

С целью определения влияния эжекции, создаваемой потоком воздуха, поступающего от компрессора с высоким давлением, на расход топлива двигателя внутреннего сгорания проведены экспериментальные исследования.

Экспериментальные работы проводились в следующем порядке: на бензиновый генератор мощностью 2 кВт подавались различные нагрузки посредством ламп накаливания и замерялся расход топлива двигателя при различных давлениях воздуха, подаваемого от компрессора, с использованием эжекционного сопла и без его применения.

На первом этапе экспериментальных работ, регистрировался расход топлива без применения эжекционного сопла в устройстве, при холостой работе двигателя расход топлива составил 0,42 кг/час, при подаче нагрузки 500 Вт расход топлива составил 0,6 кг/час, при повышении нагрузки на 1000 Вт расход топлива составил 0,78 кг/час, при нагрузках 1500 Вт и 2000 Вт расход топлива составил 0,96 кг/час и 1,17 кг/час.

Второй этап экспериментальных работ проводился с применением эжекционного сопла в выхлопной трубе. При этом, регистрировался расход топлива при различных нагрузках двигателя с давлениями эжектируемого воздуха, получаемого с компрессора от 0,4 МПа до 0,8 МПа, при котором давление воздуха увеличивалось на 0,1 МПа.

Зависимости расхода топлива от давления воздуха, подаваемого от компрессора к эжекционному соплу при заданных нагрузках 500 и 2000 Вт приведены на рис. 10 и рис. 11.

Анализ результатов экспериментальных работ показывает, что использование эжекционного сопла в устройстве полезной утилизации вторичных энергоресурсов дизельной электростанции буровой установки и компрессора позволяет снизить расход топлива до 10%.

На рис. 12 приведён график изменения расхода топлива при различных нагрузках двигателя с применением и без применения эжекционного сопла, при этом показатели при использовании эжекторного сопла были получены при давлении эжектируемого воздуха более 0,6 МПа.

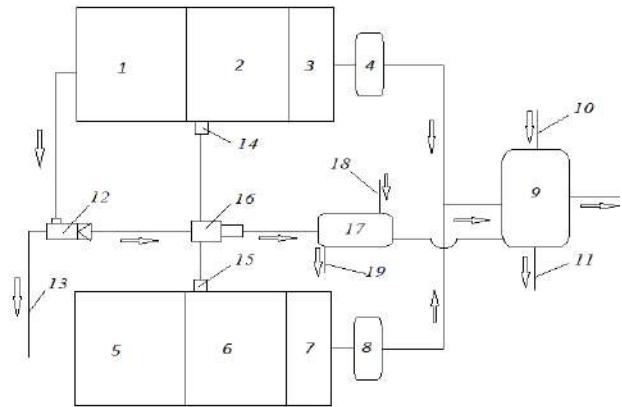


Рис. 9. Устройство полезной утилизации вторичных энергоресурсов дизельной электростанции бурового оборудования и компрессора: 1 – компрессор, 2 и 6 – ДВС компрессора и буровой установки; 3 и 7 – радиаторы; 4 и 8 – вентиляторы; 5 – дизельная электростанция буровой установки; 9 – теплообменник; 10 – труба холодной воды; 11 – труба горячей воды; 12 – вихревая труба; 13 – шланг подачи сжатого воздуха; 14 и 15 – выхлопная труба; 16 – эжекционное сопло; 17 – блок термоэлектрогенераторов; 18 – труба подачи холодной воды; 19 – труба нагретой воды

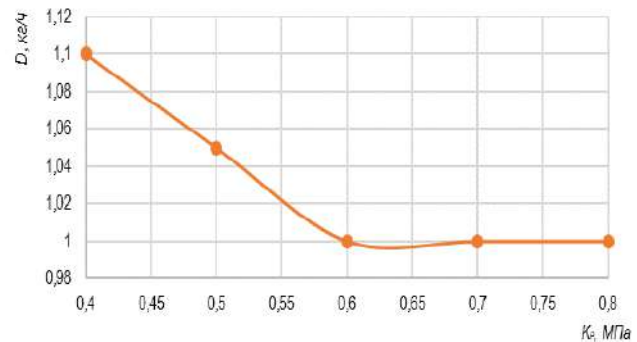


Рис. 10. График зависимости расхода топлива D от давления воздуха K_p , подаваемого в эжекционное сопло, при нагрузке двигателя $N = 500$ Вт

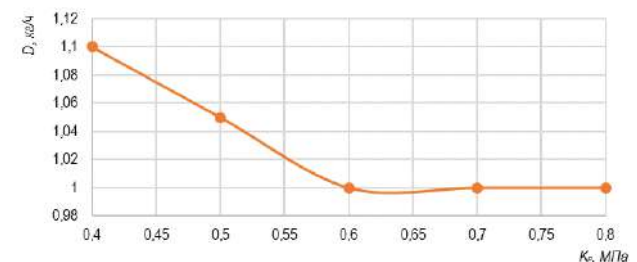


Рис. 11. График зависимости расхода топлива D от давления воздуха K_p , подаваемого в эжекционное сопло, при нагрузке двигателя $N = 2000$ Вт

При работе двигателя на холостом ходу, при использовании эжекционного сопла в устройстве утилизации теплоты двигателя внутреннего сгорания расход топлива снижается на 5-6% по сравнению с не применением эжекционного сопла. При подаче нагрузки на двигатель 500 Вт, наблюдается снижение расхода топлива на 7%, при увеличении нагрузки до 1000 Вт, расход топлива составляет 8%, расход топлива снижается на 10% при

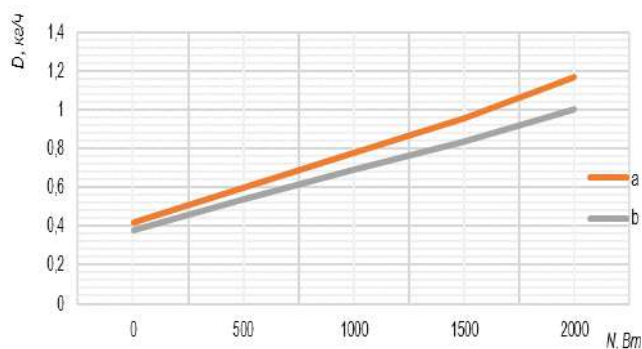


Рис. 12. Изменение расхода топлива при различных нагрузках двигателя, с применением эжекционного сопла (а) и без применения эжекционного сопла (б)

увеличении нагрузки до 1500 Вт. При максимальной нагрузке двигателя 2000 Вт наблюдалось снижение расхода топлива на 8%.

На основании анализа результатов экспериментальных испытаний можно сделать следующие выводы:

– устройство утилизации теплоты ДВС дизельных электростанций буровых установок позволяет получить тепловой поток в коли-

честве 108 МДж/ч, используемый при технологических и бытовых нуждах;

– высокие значения эффективности устройства по полезной утилизации вторичных энергоресурсов бурового оборудования достигаются при нагрузке двигателя 50-75%;

– коэффициент полезного действия двигателя внутреннего сгорания дизельной электростанции бурового оборудования в реальности составляет 30-35%. Установлено, что этот показатель можно увеличить до 45% при использовании предлагаемого устройства утилизации теплоты ДВС, при этом коэффициент полезного действия двигателя повышается за счёт рекуперации вторичных энергоресурсов в виде тепла, выбрасываемого в атмосферу;

– разработанное устройство блока термоэлектрогенераторов, позволяющее получать электроэнергию из тепла выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания, позволяет получать электроэнергию в количестве 0,9 кВт/ч;

– установлена зависимость эффективности эжекционного сопла, используемого в устройстве утилизации вторичных энергоресурсов буровой установки и компрессора от давления эжектирующего потока. При давлениях эжектирующего потока выше 0,6 МПа, достигается снижение расхода топлива двигателя до 12%.

Библиографический список:

1. Abdurazizov N.A., Juraev R.U., Xatamova D.N. Improving the efficiency of mine compressor units based on the improvement of their cooling system // III International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources (GEOTECH-2023). – Navoi, 2023, pp. 1-11.
2. Merkulov M.V., Djuraev R.U., Leontyeva O.B., Makarova G.Y., Tarasova Y.B. Simulation of thermal power on bottomhole on the bases of experimental studies of drilling tool operation // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. 2020, pp. 4383-4389.
3. Джураев Р.У., Меркулов М.В., Косянов В.А., Лимитовский А.М. Повышение эффективности породоразрушающего инструмента при бурении скважин с продувкой воздухом на основе использования вихревой трубы // Горный журнал. – Москва, 2020. – № 12. – С. 71-74.
4. Juraev R.U., Xatamova D.N., Pardayeva Sh.S. Increasing the operating efficiency of mining compressor installations on the basis of improving the cooling, lubrication and air suction system // III International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources (GEOTECH-2023). – Navoi, 2023, pp. 1-12.
5. Juraev R.U., Xatamova D.N., Normaev Q. Improving the operational efficiency of drilling rock-breaking tools // International Scientific Siberian Transport Forum. – Bukhara, 2023, pp. 1-6.
6. Джураев Р.У., Райханова Г.Е., Губанов С.Г. Совершенствование конструкции режущих элементов ковша карьерных экскаваторов // Горный журнал. – Москва, 2023. – № 3. – С. 49-55.
7. Toshov J.B., Sherov K.T., Absadykov B.N., Djuraev R.U., Sikhimbayev M.R. Efficiency of drilling wells with air purge based on the use of a vortex tube // NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – Astana, 2023, pp. 225-235.

Уважаемый Кувандик Санакулович!

От имени коллектива ОАО «БелАЗ» – управляющая компания холдинга «БелАЗ-ХОЛДИНГ» и от себя лично позвольте поздравить всех сотрудников АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» с 65-летием со дня образования предприятия!

За годы становления Вы прошли большой и славный путь, в основу которого положены опыт и лучшие традиции предшествующих поколений, преумноженные на современные инновации и технологии.

Достижения Навоийского горно-металлургического комбината стали возможны благодаря единой команде опытных и целеустремленных руководителей, выстроенной технологии добычи и производства, усилиям рабочего коллектива.

На Вашем предприятии работают талантливые, трудолюбивые, компетентные, объединенные общими ценностями, специалисты, решающие сложные задачи на высочайшем уровне.

В настоящее время коллектив АО «НГМК» демонстрирует умение соответствовать вызовам времени, использовать инновационные подходы, принимать и реализовывать отраслевые и государственные стратегические задачи.

Пусть юбилей Вашей компании послужит точкой отсчета для новых свершений! Искренне желаем Вам, глубокоуважаемый Кувандик Санакулович, крепкого здоровья и благополучия. Пусть ещё долгие годы сопровождают Вас и возглавляемый Вами коллектив профессионализм и динамичность в делах, неиссякаемая энергия и новые трудовые успехи.

С. НИКИФОРОВИЧ,
Генеральный директор ОАО «БелАЗ»

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАБАЛАНСОВЫХ РУД И ОТХОДОВ (ОТВАЛОВ) ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АО «НГМК»



Шукуров Ш.Р.,
младший научный сотрудник
лаборатории «Геохимия» ИГИГ



Турсебеков А.Х.,
старший научный сотрудник
лаборатории «Геохимия» ИГИГ,
к.г.-м.н.



Мусаев Г.М.,
руководитель группы
по внедрению новых технологий
ИЦ по ВНТ АО «НГМК»



Файзиев Ф.Ф.,
стажер исследователь
«Навоийского отделения АН РУз»

Ushbu maqolada, aniqlangan sulfid minerallarining eng samarali uyushmalari (pirit, arsenopirit va boshqalar), intensiv oksidlanish jarayoniga uchrashi tufayli boshqa mineral birikmalari (geotit, gidrogeotit, sulfitlar, arsenitlar, fosfatlar va boshqalar) shakllanishi tasvirlangan.

Tayanch iboralar: balansdan tashqari rudalar va tashlama joylar, mineralogiya, host to'g' jinslari matritsasi.

В данной статье описывается исследование, которое позволило выявить наиболее продуктивные минеральные ассоциации сульфидных минералов (pirit, arsenopirit и др.), которые подверглись интенсивным процессам окисления вместе с образованием многочисленных других минералов (геотит, гидрогеотит, сульфиты, арсениты, фосфаты и др.).

Ключевые слова: забалансовые руды и отвалы, минералогия, матрица вмещающих пород.

Первичные руды золоторудных месторождений черносланцевой формации Узбекистана изучались многими специалистами [1, 2, 3, 5, 6]. Техногенным месторождениям золота посвящена работа [4]. В результате детальных микроскопических, рентгенофазовых исследований и исследований на микрозонде отходов забалансовых руд (наиболее перспективных для разработки технологии извлечения золота и серебра из данного вида сырья) были изучены матрицы вмещающих пород забалансовых руд. Вмещающими породами забалансовых руд являются осадочно-метаморфические

сланцы, которые ранее и до настоящего времени были подвергнуты гипиргенезу (выветривание, окислительные процессы и формирование зон вторичного сульфидного обогащения).

По данным микроскопических исследований рудовмещающих пород и забалансовых руд АО «НГМК» (табл. 1-17, рис. 1-4) были выявлены основные черты минерального состава матрицы вмещающих пород. В результате микроскопических исследований отходов забалансовых руд золото-серебряных и золоторудных месторождений АО «НГМК» нами установлено, что они относятся к сложной гетерогенной минеральной системе (табл. 1-13).

Матрицей вмещающих пород отходов забалансовых руд золото-серебряного месторождения Каракутан (рудные тела 17, 71, 112, 76) являются гнейсенизированные метаморфические сланцы, кото-

Таблица 1
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд рудного тела 17 (проба 3) месторождения Каракутан

Минеральная ассоциация	Минералы	Содержание, %
Кварц-альбит-актинолит-хлорит-серцит (гидрослюда)-флогопитовая (сланцы гнейсовидные)	альбит	40
	актинолит	25-30
	серцит (гидрослюда)+ флогопит	25-30
	анатаз	0,5-1
	хлорит	+
	кварц	+
	pirit	+
арсенопирит	2-3	

Таблица 2
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд рудного тела 17 (проба 5) месторождения Каракутан

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Альбит-актинолит-серцит (гидрослюда)- актинолит-кальцитовая (сланец гнейсовидный)	альбит	60
	актинолит	10-15
	серцит (гидрослюда)+ флогопит	5-7
	кальцит	15-20
	pirit	3,5

Таблица 3
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд рудного тела 71 (проба 13) месторождения Каракутан

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Альбит-актинолит-серцит (гидрослюда)- флогопит-сидеритовая (Сланец гнейсовидный)	альбит	15-20
	актинолит	30-35
	серцит (гидрослюда)+ флогопит	20-25
	сидерит	11-15

Таблица 4
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд, рудное тело 71 (проба 16) месторождения Каракутан

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Альбит-актинолит-серцит (гидрослюда)- флогопит-кальцитовая (сланец гнейсовидный)	альбит	45-50
	актинолит	10-15
	серцит (гидрослюда)+ флогопит	20-25
	кальцит	7-10
	арсенопирит	7-10

Таблица 5
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд, рудное тело 112 (проба 28) месторождения Каракутан

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Кварц-альбит-актинолит-серицит (гидросланца) - сидеритовая (Сланец гнейсовидный)	альбит	40-45
	актинолит	7-10
	серицит (гидросланца)+ флогопит	7-10
	сидерит	25-30
	кварц	7-10

Таблица 6
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд, рудное тело 112 (проба 30) месторождения Каракутан

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Кварц-альбит-актинолит-серицит (гидросланца) - флогопитовая (сланец гнейсовидный)	альбит	60-65
	актинолит	5-7
	серицит (гидросланца)+ флогопит	3,5
	окислений пирит	1,2
	гидрогетит	5-7
	кварц	3,5

Таблица 7
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд, рудное тело 112 (проба 69) месторождения Каракутан

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Кварц-альбит-хлорит-карбонатная (сланец гнейсовидный)	альбит	65
	кварц	15-20
	хлорит	7-10
	гидрогетит по пириту	2-3
	карбонат	3,5

Таблица 8
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд, рудное тело 76 (проба 69) месторождения Каракутан

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Кварц-альбит-хлоритовая (метааллеверит гнейсовидный)	альбит	65
	кварц	15-20
	хлорит	7-10
	гидрогетит по пириту	2-3

Таблица 9
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд рудного склада 4 (проба 106) месторождения Аристантау

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Кварц-актинолитовая (метааллеверит)	кварц	70-75
	актинолит	2,3
	анатаз	20-25
	арсенопирит	0,5

Таблица 10
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовой руды (проба 138) месторождения Умид

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Кварц-альбит-биотит-хлорит-серицит-роговообманковая ассоциация (сланец гнейсовидный)	альбит	++++
	кварц	+
	биотит	++
	хлорит	++
	серицит (гидросланца)	+++
	лейкоксен	+
	роговая обманка	+
	пирит	+

Таблица 11
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд (проба 148) месторождения Западный Умид

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Кварц – кальцитовая (металесчанник)	кварц	30
	полевой шпат	70

Таблица 12
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд (проба 167) месторождения Бешаши

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Кварц-полевошпат-серицит-хлоритовая (метааллеверит песчанистый)	кварц	10-15
	полевой шпат, серицит, хлорит+	85-90
	окисленный пирит	+

Таблица 13
Минеральный состав матрицы вмещающих пород забалансовых руд рудного склада № 2 месторождения Кольчиктау

Минеральная ассоциация	Минерал	Содержание, %
Кварц – кальцитовая (метааллеверит слабопесчанистый)	кварц	5-7
	полевой шпат, серицит, хлорит+	90-95

Таблица 14
Минеральный состав вмещающих пород забалансовых руд золотосеребряного месторождения Каракутан (по данным микроскопии, рентгенофазового и микрозондирования)

Класс минералов	Минерал	Формула минерала	Частота встречаемости
Кварц	циркон	ZrSiO ₄	+
	кремнезём	SiO ₂	++++
Алюмосиликаты	альбит	Na	+++
	ортаклаз	K	++
	хлорит	(Mg Fe) [AeSiO ₁₀]	++
	актинолит	Ca ₉ (Mg Fe) ₅ [Si ₄ O ₁₁] (OH) ₂	+++
	флогопит	KMg ₃ [F ₁ Si ₃ O ₁₀]	+
	гидросланца (илилит)	K Al(H ₂ O) [AlSi ₃ O ₁₀]	+++
Оксиды	касситерит	SnO ₂	
	анатаз	TiO ₂	+
Карбонаты	кальцит	CaCO ₃	++
	сидерит	FeCO ₃	+
	доломит	CaMgCO ₃	++
Сульфиды	пирит	FeS ₂	+
	арсенопирит	FeAsS	+
	аргентит	Ag ₂ S	+
самородные	самородное золото	Au Ag	+
	купроаурид	AuCuAg	+
Фосфаты	апатит	Ca[PO ₄]	+
	монацит	Ce La [PO ₄]	+
	ксенотим	Y [PO ₄]	+
Минералы гипергенеза			
Оксиды	гетит, гидрогетит	Fe OOH	++
	бисмит	Bi ₂ O ₃	+
	куприт	Cu ₂ O	+
Карбонаты	витерит	BaCO ₃	+
Сульфаты	гипс	Ca [SO ₄] ₂ H ₂ O	++
	мелантерит	Fe [SO ₄] – 7 H ₂ O	+
	кризуит	K Fe · [SO ₄] ₂ H ₂ O	+
	гольдигейт	K Fe · [SO ₄] ₂ H ₂ O	+
Фосфаты	монтгомерит	Ca [Al[(OH) ₃] [(PO ₄)] 15H ₂ O	+
Фосфат-сульфат	сванбергит	Sr Al [(OH) ₆ [PO ₄ SO ₄]]	+
Галогениды	бромаргирит	Ag Br	

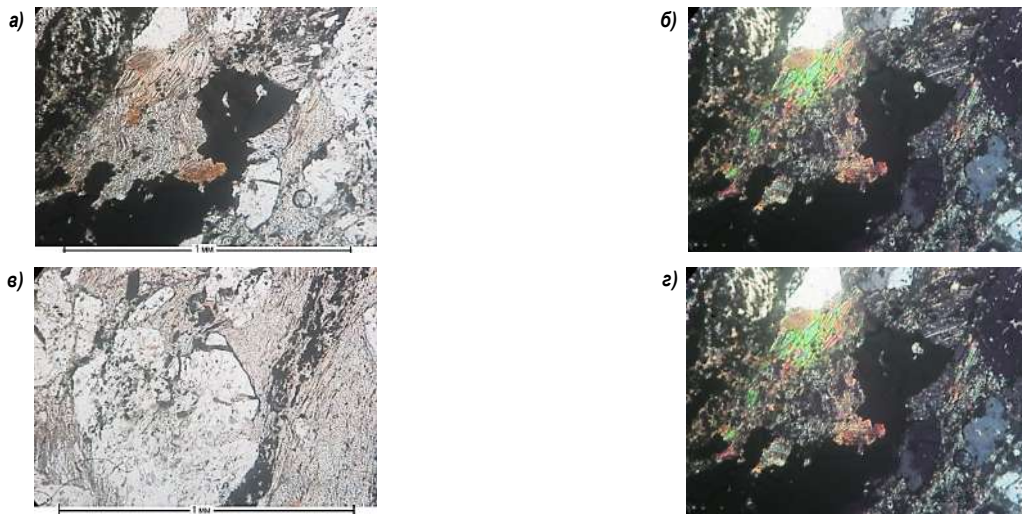


Рис. 1. Проба-3 из забалансовых руд. Определение породы по результатам микроисследования шлифа: а – с одним николем; б – с двумя николями; в – с тремя николями; г – с четырьмя николями. Сланец гнейсовидный хлорит-серицит-кварц-альбитовый актинолит-слюдисто-альбитовый. Минеральный состав породы (объёмные %). Альбит (бластопорфировый) 40, актинолит 25-30, серицит + флогопит 25-30, арсенопирит 2-3, анатаз 0,5-1. В породе сочетаются линзовато-тонкополосчатые выделения микролепидобластовых слюдисто-актинолитовых сланцев с цепочками (вдоль сланцеватости) бластопорфировых выделений альбита с поперечниками 0,2-0,5 мм, содержащими многочисленные включения актинолита и слюдястых минералов. Актинолит столь микрозернистый, что не пропускает свет (г – чёрные полоски на м-фото). Арсенопирит присутствует интенсивно резервированными зёрнами до 0,5 мм в поперечнике (а, б – чёрные полоски на м-фото), расположенными на стыке сланца с полосками, обогащёнными бластопорфировыми выделениями альбита

Таблица 15

Минеральный состав вмещающих пород и забалансовых руд месторождения Кольчектау (по данным микроскопического исследования, рентгенофазового микрозондирования)

Класс минералов	Минерал	Формула минерала	Частота встречаемости
Силикаты	кварц	SiO ₂	++++
	альбит	Na[AlSi ₃ O ₈]	+++
	ортоклаз	K[AlSi ₃ O ₈]	++
	хлорит	(Mg,Fe) ₃ [Al Si ₃ O ₁₀]	++
	биотит	K(Mg,Fe) ₃ [Al Si ₃ O ₁₀] (OH,F)	++
	гидрослюда	KAl(H ₂ O) [Al Si ₃ O ₁₀]	+++
Оксиды	касситерит	SnO ₂	+
	рутил	TiO ₂	+
	арсенопирит	FeAsS	+
	аргентит	Ag ₂ S	+
Самородные интерметаллиды	акантит	α Ag ₂ S	+
	самородные интерметаллиды	Fe	+
Фосфаты	ксенолит	Y [PO ₄]	+
Минералы гипиргенеза			
Оксиды	гидрогетит	FeOОН	+++
	киприт	Cu ₂ O	+
	цинкит	ZnO	+
	платнерит	PbO ₂	+

рые формировались за счёт глубокого метаморфизма слоистых осадочных пород. На присутствие гнейсов указывает высокое содержание полевых шпатов (альбита и др.), и в меньшей степени кварца, биотита, мусковита (гидрослюда), актинолита (табл. 1-8).

Матрица вмещающих пород забалансовых руд золоторудного месторождения Аристантау (проба 106) представлена металевритовыми сланцами с кварц-актинолитовой минеральной ассоциацией (табл. 9). Матрица вмещающих пород забалансовых руд месторождения Западный Умид (проба 138) представлена гнейсенизированными метаморфическими сланцами с кварц-альбит-биотит-мусковит-роговообманковой ассоциацией минералов (табл. 1-13).

Матрица вмещающих пород забалансовых руд месторождения

Таблица 16

Минеральный состав вмещающих пород и забалансовых руд месторождения Умид (по данным микроскопического исследования и микрозондирования)

Класс минералов	Минерал	Формула минерала	Частота встречаемости
Силикаты	кварц	SiO ₂	+++
	альбит	Na [Al Si ₃ O ₈]	++
	хлорит	(Mg, Fe) [Al Si ₃ O ₁₀]	++
	роговая обманка	Na Ca ₂ (Mg, Fe, Al) [(Si Al) ₄ O ₁₁] ₂ (OH) ₂	+
	гидрослюда (иллит)	K Al(H ₂ O) [Al Si ₃ O ₁₀]	+++
	Сульфиды	пирит	FeS ₂
Сульфаты	барит	Ba[SO ₄]	+
Оксиды	эскалоит	Cr ₂ O ₃	+
Карбонаты	калкинскит	[Ce La] ₂ [CO ₃] ₃ 4H ₂ O	+
Фосфаты	кеенотим	Y(PO ₄)	+
	моноцит	Ce, La [PO ₄]	+
	апатит	Ca [PO ₄]	+
Самородные интерметаллиды	самородное	Fe	+
	самородное	Ag	+
	интерметаллиды	Au, Cu, Ag, Fe	+
Гипергенные минералы			
Оксиды	гетит, гидрогетит	Fe OOH	+++
	монтроидит	HgO	+
	платнерит	PbO ₂	+
	куприт	Cu ₂ O	+
	цинкит	ZnO	+
Сульфаты	мелантерит	Fe[SO ₄] · 7H ₂ O	++

Западный Умид (проба 148) представлена металевритовыми сланцами с кварц-полевошпатовой ассоциацией минералов (табл. 10-11).

Структура от микролепидобластовой до среднезернистой гранобластовой бластопорфировой. Текстура сланцеватого гнейса с чётко выделяющимися округло-изометричными бластопорфировыми зёрнами альбита.

Таблица 17
Минеральный состав вмещающих пород и забалансовых руд месторождения Аджибугут (по данным микроскопического исследования и микрозондирования)

Класс минералов	Минерал	Формула минерала	Частота встречаемости
Силикаты	кварц	SiO ₂	++++
	альбит	Na [Al Si ₃ O ₈]	++
	ортоклаз	K[Al Si ₃ O ₁₀]	++
	биотит	K (Mg, Fe) ₃ [Al Si ₃ O ₁₀] (OHF)	++
	гидробиотит	K (Mg, Fe, H ₂ O) [Al Si ₃ O ₁₀]	
Сульфиды	акантит	Ag ₂ S	+
Фосфаты	моноцит	Ce, La [PO ₄]	+
	ксенотим	Y(PO ₄)	+
Интерметаллиды		Fe, Ni, Mn	
		Au, Cu, Ag, Fe	+
Гипергенные минералы			
Оксиды	гидрогетит	FeO(OH)	+++
	тунгетит	WO ₂ (HO ₂)	+
	эсколаит	Cr ₂ O ₃	+
	монтроидит	HgO	+
	цинкит	ZnO	+
Сульфаты	алуноген	Al ₂ [SO ₄] ₃ · 10 H ₂ O	+
	ланаркит	Pb ₂ [O/SO ₄]	+
	гольдичит	K Fe[SO ₄] ₂ · 4 H ₂ O	+
Арсениды	арсенносидерит	Ca ₃ Fe ₄ [(OH)/ASO ₄] ₄ · 4 H ₂ O	

Матрица вмещающих пород сланцев забалансовых руд месторождений Бешаши (167) представлена метаалевролитами и песчаниками с кварц-плевешпат-мушкетит-хлитовой ассоциацией минералов.

Матрица вмещающих пород (сланец) забалансовых руд (склад № 2) представлена мета песчаниками с плевешпат-мушкетит-хлоритовой ассоциацией минералов. Необходимо отметить высокое содержание карбонатных минералов (кальцита, сидерита, доломита – от 7 до 30%) (рис. 1, а, б, в, г) в рудных телах 71, 112 забалансовых руд месторождения Каракутан, а также минерала Ti (анатаз – до 20,25%).

Полученные данные микроскопических исследований по минеральному составу рудовмещающих пород забалансовых руд были дополнены микрозондовыми исследованиями (табл. 14-17).

В результате проведенного детального микроскопически рентгенофазового анализа, микрозондирования установлено:

Рудовмещающие породы забалансовых руд и отвалов золото-серебряного месторождения Каракутан по минеральному составу является сложной гетерогенной минеральной системой: силикатно > алюмосиликатно > карбонатно > оксидно > сульфатно > фосфатно > сульфидно > галогенидной (табл. 1-17).

Рудовмещающие породы забалансовых руд месторождений Кольчектау по минеральному составу являются сложной гетерогенной минеральной системой: силикатно > алюмосиликатно > оксидно > сульфидно > фосфатной. Рудовмещающие породы забалансовых руд месторождений Аджибугут по минеральному составу являются сложной гетерогенной минеральной системой: силикатно > алюмосиликатно > оксидно > сульфидно > фосфатной.

Рудовмещающие породы забалансовых руд месторождений Умид по минеральному составу являются сложной гетерогенной минеральной системой: силикатно > алюмосиликатно > оксидно > сульфатно > сульфидно > арсенидопиритной.

По минеральному составу рудовмещающие породы и забалансовые руды являются сложной гетерогенной минеральной системой: силикатно > алюмосиликатно > оксидно > карбонатно > сульфатно > сульфидно > фосфатно > арсенидо > галогенидной.

Продуктивными минеральными ассоциациями элементов забалансовых руд являются: пирит > арсенидопирит > халькопирит > сфалерит > антимонит > алениит, и другие которые интенсивно подверглись окислительным процессам, с образованием окисленных минералов: гидрогетитом, гетитом, купритом, ланкаритом, цинкитом, платнеритом, монтроидитом, бромаргиритом, милонтеритом и др. (табл. 14-17).

Самыми ценными компонентами забалансовых руд являются золото и серебро, которым было уделено особое внимание в целях изучения форм нахождения. Для золота в результате микрозондовых исследований установлены три формы нахождения:

1) свободное золото, которое представлено микронными включениями (2-6 мкм). Минералами золота являются самородное золото, интерметаллиды золота (Au, Cu, Ag, Fe);

2) золото «невидимое», в виде субмикронных, коллоидных частиц присутствует в гидрослюде, гетите, гидрогетите, кварце, скородите, легко цианируемое;

3) упорное «невидимое» золото изоморфно входящее в структуру пирита, арсенидопирита.

Библиографический список:

1. Баймухамедов Х.Н., Курбанов Л.С., Чеботарев Г.П. Минералого-геохимическая характеристика руд Каракутанского рудного поля. Рудные формации и основные черты металлогении золота в Узбекистане. – Ташкент: «Фан» Узб. ССР, 1969. – С 144-149.
2. Василевский Б.Б., Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Туресебеков А.Х. Проблемы крупнообъемных месторождений золота и меди Узбекистана. – Ташкент: ГП «НИИМР», 2012. – С. 47-67.
3. Горев Г.В. Геология Каракутанского рудного поля. Рудные формации и основные черты металлогении золота в Узбекистане. – Ташкент: «Фан» Узб. ССР, 1969. – С. 140-143.
4. Изойтко И.М., Шендерович Е.И. Особенности геолого-технологической оценки и переработки руд крупных и уникальных техногенных месторождений. Тезисы докладов Международного симпозиума «Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов». С.-Пб. ВСЕГЕИ, 1986. – С. 22.
5. Марченко Л.Г. Наноминералогия золота и платиноидов. – Алматы, 2016. – 223 с.
6. Туресебеков А.Х., Шарипов Х.Т., Ткаченко Е.С. и др. Технологическая минералогия золотосульфидных месторождений черносланцевых толщ Узбекистана. IX Российский семинар «Технологическая минералогия природных и техногенных месторождений». 22-24 апреля 2014. Магнитогорск 2014.

МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕР КАМЫСБУЛАК И ЖАЛГЫЗАГАЧ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМАХ (МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ)



Шарипов Ш.Ф.,
начальник отдела
«Геология, добыча, переработка драгоценных, цветных металлов и урана»
Навийского отделения АН РУз,
PhD, доцент



Исаев М.С.,
начальник отдела
Минерально-сырьевых ресурсов
АО «НГМК»



Жуманазаров Ш.Ш.,
докторант кафедры
«Геология, поиски и разведка
месторождений полезных
ископаемых» ТГТУ им. И. Каримова



Мирзаев Ж.А.,
стажёр-исследователь
Навийского отделения АН РУз

Maqolada Markaziy Qizilqumlarning sho'rlangan ko'llari haqida ma'lumot berilgan, tumanni o'rganish tarixi tasvirlangan va hududning umumiy xaritasi, shuningdek, Kamisbuloq va Jalg'izagach ko'llarining geologik xaritasi va kesimlari keltirilgan. Kamisbuloq va Jalg'izagach ko'llari suvlarining kimyoviy tarkibini tahlil qilish natijalari keltirilgan. Ushbu hududda qo'shimcha geologiya-qidiruv ishlarini olib borish zarurligi asoslantirilgan.

Tayanch iboralar: mineral tuzlar, kon, mineral, karbonat, xarita, geologik qirqim, geologik qidiruv ishlar, kimyoviy tahlil, mutlaq balandlik.

В материале приведена информация о соленосных озерах Центральных Кызылкумов, описана история изученности района и представлена обзорная карта территории, а также геологическая карта и разрезы озер Камысбулак и Жалгызагач. Представлены результаты анализов химического состава вод озер Камысбулак и Жалгызагач. Обоснована необходимость проведения дополнительных геологоразведочных работ на данном районе.

Ключевые слова: минеральные соли, геологоразведочные работы, геологическая карта, геологический разрез, химический состав, абсолютная высота.

К Центральным Кызылкумам, наряду с подавляющим большинством ученых, ранее исследовавших данную территорию, мы относим район развития палеозойских возвышенностей в средней части сравнительно ровной песчаной пустыни междуречья Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи. Здесь, на площади около 10 тыс. кв. км, расположены невысокие горы, с относительным превышением до 500 м, абсолютная высота которых достигает до 922 м. Эти горы вытянуты в широтном (Кульджуктау, Ауминзатау), в северо-восточном (Тамдытау, Айтымтау), и в северо-западном (Джетымтау, Букантау) направлениях [1].

Наиболее крупные хребты гор протягиваются более чем на 50-60 км, при ширине 10-20 км, которые обычно сложены крепкими палеозойскими породами. Это способствовало формированию наиболее существенных неровностей всего района, которые определяются именно этими геоморфологическими границами (рис. 1).

С другой стороны, в пределах Центральных Кызылкумов эти неровности определяются наличием крупных бессточных котловин, имеющих порой довольно крутые склоны. Наиболее крупная котловина, расположена в юго-западной части гор Букантау. Дно котловины ниже окружающих равнинных пространств колеблется от 80 м до 120 м. На дне котловины расположена самая низкая точка района.

Значительно меньшие размеры имеют Каракатинская и Аякытминская впадины, Керизское понижение и др. Вся остальная часть Центральных Кызылкумов, между палеозойскими поднятиями и котловинами, представляет собой относительно спокойную пес-

чаную, песчано-щебнистую или глинистую равнину, лишь местами осложненную неглубокими оврагами и невысокими пологими возвышенностями до 200 м. Абсолютная высота этой равнины достигает 400 м. Относительное превышение наиболее высоких гор, например Тамдытау достигает 500 м, а разность наивысшей и низшей точек равна 935 м.

На дне котловин, впадин и понижений почти повсюду имеются солончаки и соляные озера. Все солончаки и соляные озера расположены в периферийной части группы гор Кульджуктау, Ауминзатау и Тамдытау. Соленакопления расположены от этих гор следующим образом: к востоку и юго-востоку – в Каракатинской и Агытминской впадинах и в районе озера Шоркуль, Муллалы, Лявлякан; к северо-востоку – в Керизском понижении; к северу – на солончаке Белезискор; к северо-западу – в Мынбулакской котловине; к западу – в Сайлякудукской котловине и в Придженгельдинском понижении.

Во всех понижениях соленакопления, в рельефе, главным образом преобладает сухость климата. В связи с полным отсутствием постоянных водных потоков – рек, поступление солей в бессточные впадины происходит либо за счёт приноса их временными потоками, либо – глубинными пластовыми водами.

Многочисленные солончаки, соляные пятна и соляные озера расположены в наиболее пониженных участках Центральных Кызылкумов. Наиболее крупные из них нами изучены в следующей последовательности: начиная с юго-восточной части района озера Муллалы (северо-западнее гор Каратау), севернее – группа озёр Лявлякан, еще севернее (к северо-востоку от Тамдынских гор) –

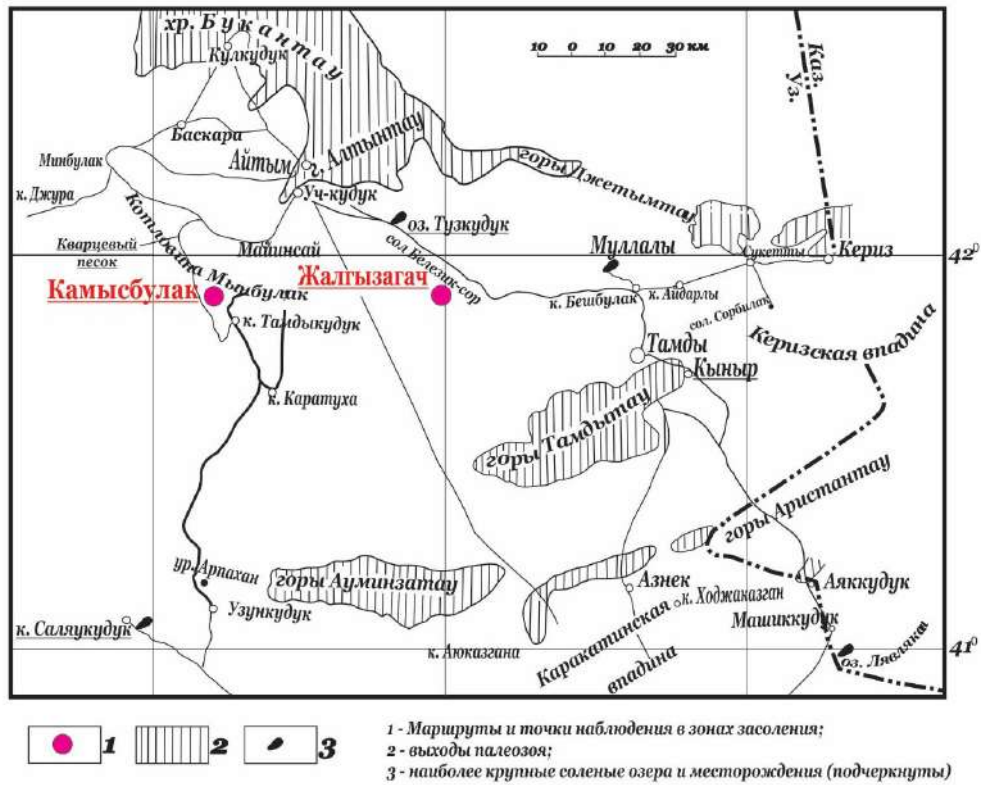


Рис.1. Распространение современных солевых отложений на озерах Камысбулак и Жалгызгагач

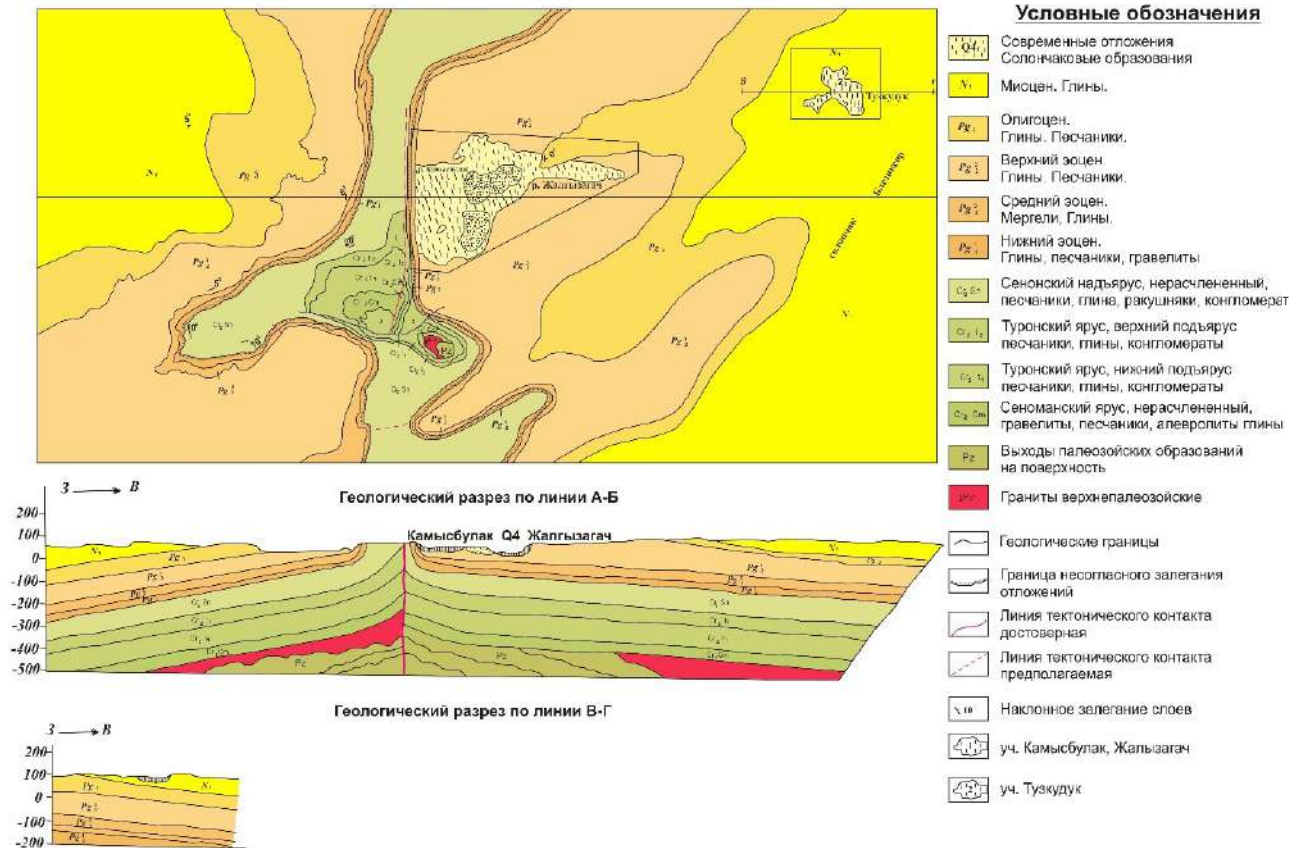


Рис. 2. Геологическая карта на участках Камысбулак и Жалгызгагач в Центральных Кызылкумах

Таблица 1
Результаты спектрального анализа солей Центральных Кызылкумов

№ пп	№ проб	Краткая характеристика пробы	Обнаруженные элементы																				
			Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Co	Ti	V	Zr	Cu	Ga	Be	Na	Sr	Ba	K	Li	Rb	Cs
1	1/2	Галит	0,3	0,06	0,6	0,3	0,006	0,001	–	–	0,001	0,001	–	–	–	–	Более 1	–	–	–	–	–	–
2	1/2/1	Галит	0,3	0,06	0,6	0,6	0,1	0,001	–	–	0,006	0,001	–	Менее 0,001	–	–	Более 1	–	–	–	–	–	–
3	1/3	Галит	0,06	0,03	0,6	0,6	0,03	0,003	–	–	0,001	0,001	–	–	–	–	Более 1	–	–	–	–	–	–

Примечание: Концентрации элементов даны в процентах

Таблица 2
Химический состав водорастворимых солей Центральных Кызылкумов

№ пп	№ обр.	Место взятия	Определение образца	Нераств-й остаток	H ₂ O	Cl		SO ₄		Na		K		Ca		Mg		Сумма %
						г/%	г/экв	г/%	г/экв	г/%	г/экв	г/%	г/экв	г/%	г/экв	г/%	г/экв	
1	1/2	Месторождение Камысбулак	Галит	3,06	0,33	56,52	1624,95	1,48	30,81	37,81	1644,76	следы		0,16	7,99	0,04	3,00	100,59
2	1/2/1	« - - » -	Галит	2,54	0,54	57,72	1599,95	2,14	44,50	37,16	1616,47	следы		0,46	22,99	0,06	4,99	100,74
3	1/3	Месторождение Жалгызгагач	Галит	1,46	0,45	55,84	1574,95	4,60	95,86	37,72	1640,82	следы		0,40	19,99	0,12	9,99	100,72

Таблица 3
Химический состав рапы и минерализованных вод озер и солончаков Центральных Кызылкумов

№ пп	№ обр.	Место взятия	Плотный остаток	Компоненты											К	
				Cl		SO ₄		HCO ₂		Na+K		Ca		Mg		
				г/л	г/экс	г/л	г/экс	г/л	г/экс	г/л	г/экс	г/л	г/экс	г/л		г/экс
1	1/4	Месторождение Камысбулак	253,98	153,1872	4319,8790	0,2352	4,8921	0,2440	4,0016	94,5486	4112,8644	0,3206	15,9979	2,4320	199,9104	–
2	1/4/1	Месторождение Камысбулак	2,568	1,1344	31,9900	0,0214	0,4451	0,732	12,0048	0,7567	32,9175	0,1280	6,3872	0,0624	5,1292	–
3	1/5	Месторождение Жалгызгагач	309,82	189,3564	5339,8504	0,3713	7,7230	0,4880	8,0032	109,2562	4752,6469	0,0641	3,1985	7,2960	599,7312	–
4	1/5/1	Родн. Жалгызгагач	2,1040	0,8508	23,9925	0,0171	0,3556	0,732	12,0048	0,7537	32,7880	0,024	1,1976	0,0288	2,3673	–

солончаки Керизского понижения. Западнее последних (южнее хребта Букантау) расположены солончаки Белезик-сор (оз. Туз-Кудук), Мынбулакской котловины и месторождения Камысбулак и Жалгызгагач. Северо-западнее гор Кульдзуктау расположены небольшие солончаки и сульфатное месторождение Сайлякудук. Наконец, юго-восточнее и северо-восточнее тех же гор имеются довольно обширные солончаки района Аякагитминской и Каракагинской впадин. Слабое засоление отмечается на озере Шор-куль, расположенном в 25 км западнее города Кенимех [1-2].

Не имея возможности дать полное освещение всех обследованных нами солончаковых зон в рамках данной статьи, ниже остановимся на краткой их характеристике.

Оба месторождения расположены на юго-восточной части Мынбулакской котловины. Недалеко от Айтымского месторождения проходят две автодороги, одна – в 10-15 км западнее Камысбулакского, другая – почти на таком же расстоянии восточнее Жалгызгагачского месторождения. От этих основных автодорог отходят другие несколько менее наезженные дороги, проходящие по краю солончаков, в пределах которых расположены вышеуказанные соляные залежи. Расстояние между последними около 10 км. Координаты месторождения Камысбулак следующие: 41° 55' СШ и 63° 25' ВД; Жалгызгагач – 41° 57' СШ и 63° 32' ВД.

До настоящего времени месторождения минеральных солей современных озёр Камысбулак и Жалгызгагач в Центральных Кызылкумах были изучены недостаточно и, соответственно, в научной литературе сведения по данной тематике несколько устаревшие. Так, в работах Г. Леонова (1896), имеются данные об озере Шингельды, относящиеся скорее всего к месторождению

Камысбулак. Мощность новоосадки соли четверть дюйма (т.е. около 6 мм). Однако, по нашим данным, как это будет видно ниже, мощность соли на данном месторождении превышает 3 м.

На втором озере – Жалгызгагач, по Леонову, имеется рапа мощностью в 3 вершка (примерно 13,5 см) и новосадка – в 2 вершка (около 9 см). Однако, в настоящее время, по результатам нашего исследования мощность соли превышает 1,5 м [2].

Месторождение Камысбулак расположено в пологой, почти меридионально вытянутой впадине, абсолютная отметка которой 52 м. Ширина впадины достигает 3-4 км, а длина около 7-8 км.

Со всех сторон к ней подступают массивы барханных песков, возвышающихся над дном впадины более чем на 40 м. Западный борт впадины более крутой, нежели восточный. Здесь видны коренные выходы зеленоватых эоценовых глин, которыми заложено все дно впадины.

На дне впадины развит солончак, в центральной части которого расположена крупная соляная залежь. Предварительное обследование этой залежи показало, что мощность его превышает 3 м, а площадь – около 6 км² (рис. 2) [3].

По химическому составу в соляной залежи присутствует более 95% хлористого натрия и немного хлористого магния. Плотный остаток рапы равен 253,98 г/л (табл. 3, образец 1/4). Сама поваренная соль также довольно чистая, нерастворимый остаток в которой (см. обр. 1/2 и 1/2/1 в табл. 1) около 3%; NaCl – более 90%; Na₂SO₄ – около 2-3%.

В отличие от других соленакоплений в рапе месторождений Камысбулак, а также Жалгызгагач, очень мало брома (всего лишь 8,5 мг/л) и бора (0,8 мг/л), а также йода (0,6 мг/л).

По предварительным подсчётам сделанным нами, запасы галита на месторождении Камысбулак достигают 20-30 млн. *т*. В случае установления более значительной мощности соли, они еще увеличатся в несколько раз.

Месторождение Жалгызгагач ниже расположено на северо-восточном продолжении солончака Камысбулак.

Данное месторождение гипсометрически на 17 м солончака. Возможно, в период наибольшего поступления воды в Камысбулакскую впадину, она переливается из последнего через суженную зону солончаков района родника Камысбулак – во впадину Жалгызгагач.

Впадина Жалгызгагач с севера и востока окружена крутыми обрывами (высотой до 30 м) эоценовых глин и других пород. На юго-западе к ней поступают высокие крутые барханы сыпучего песка. На северо-западе и юго-западе через неширокие проходы впадина сливается с солончаковыми понижениями Камысбулака и Джэнгельды-Жалгызгагач [4-5].

Нами проведен химический анализ состава рапы месторождения Камысбулак (см. *обр. 1/2 в табл. 2*).

Результаты анализа показали, что в составе наиболее чистой разновидности соли, взятой в верхней части залежи, присутствует на 3-4% больше сульфата натрия по сравнению с галитом Камысбулака (*табл. 2, обр. 1/2*).

Мы не имели возможности обследовать другие части залежи Жалгызгагач, однако, анализ общей геологической обстановки даёт основание полагать, что в северо-восточном направлении мощность галита увеличивается, а качество улучшается.

Возможно, на этом месторождении запасы галита превышают 5-7 млн *т*.

Таким образом на основании проделанных работ нами определено, что по предварительным подсчётам, запасы галита на месторождении Камысбулак достигают 20-30 млн. *т*. В случае установления более значительной мощности соли, они еще увеличатся в несколько раз.

Библиографический список:

1. Рубанов И.В. Современные солевые отложения Центральных Кызылкумов. – Ташкент, 1961 г. – 71 с.
2. Рубанов И.В. Неоген-антропогенные сульфатоносные образования. В кн. *Послепалеозойские отложения Узбекистана*. Изд-во: «Фан», УзССР. – Ташкент, 1973 г. – С. 33-38.
3. Шарипов Ш.Ф., Мирзаев А.У. Минеральные соли в современных озерах Центральных Кызылкумов. *Горный вестник Узбекистана*. – № 4, 2021. – С. 46-49.
4. Рубанов И.В. и др. Хлормагниевого раствора (бишофит) Лявляканских озер Кызылкумов – лечебное полезное ископаемое. *Узбекский геологический журнал*. – № 5, – Ташкент, 1991 г. – С. 23-28.
5. Шарипов Ш.Ф., Мирзаев А.У. Минеральные соли современных озер Тузкудук и Сайлякудук в Центральных Кызылкумах. *Горный вестник Узбекистана*. – № 1, 2022. – С. 53-57.

УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!

Издательский дом «Руда и Металлы» поздравляет коллектив комбината со знаменательной датой – 65-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 обоюдным 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»**

НОВЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ОРЕОЛОВ СКАРНОВО-РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОГО УЗБЕКИСТАНА



Разиков О.Т.,
научный сотрудник
ГУ «ИМР», д.г.-м.н.



Шарипов Ш.Ф.,
начальник отдела
«Геология, добыча, переработка драгоценных,
цветных металлов и урана»
Навоийского отделения АН РУз.,
PhD, доцент



Нуртаев Б.Х.,
докторант



Авазов Р.Р.,
докторант
Навоийского отделения АН РУз.

Ushbu maqolada avval qazib olingan Ingichka, Koytosh, Lyangar va qisman qazib olingan Yaxton volfram konlarida yangi tipdagi istiqbolli ma'danlar geokimyoviy elementlarni zonalligi keltirilgan. Ohirigi davrda yangi tipdagi ma'danlarni aniqlandi: apogranitli, apometaterrigenli, rogovik jinsli, greyzenli, dayka sulfid tipdagi ma'danlar va ular tarikibida yuqori miqdorda oltin, mis, vismut va b. to'liq o'rganilmagan uchun qazib olish davrida tavsiya etilmagan. Ushbu maqolada biz avvalgi G'arbiy O'zbekistondagi volfram konlaridagi birlamchi geokimyoviy o'rganish ishlarimizdagi elementlarning zonalligi va element – indikatorlarni har xil skami jarayonida va noan'anaviy ma'danlardagi oreollarning joylashishini ko'rsatilishi konlarni kompleks qayta baholashga asos bo'ldi.

Тayanch iboralar: geokimyoviy zonallik, ko'ndalang qator, past-balandlik darajasi qirqimida, oltin, mis, vismut, qo'rg'oshin, ruh, Ingichka, Koytosh, Yaxton, birlamchi geokimyoviy oreollar.

В данной статье обоснована геохимическая зональность новых перспективных типов руд в ранее отработанных вольфрамовых месторождениях Ингичке, Койташ, Лянгар и частично отработанные месторождения Яхтон. В последние годы выявлены новые типы руд: апогранитоидные, апометатерригенные, роговиковые, greyzenовые, дайковые сульфидные типы с высоким содержанием золота, меди, висмута и др., которые не были достаточно изучены и вовлечены к отработке.

Выявление контуров этих рудных тел дало возможность переоценки ранее отработанных месторождений с учётом нетрадиционных типов руд. В статье мы вернулись к первичной геохимической зональности ореолов в скарно-рудных месторождениях Западного Узбекистана, где рассмотрено размещение элементов-индикаторов в различных уровнях среза скарновых тел, что даёт возможность комплексной оценки месторождения.

Ключевые слова: геохимическая зональность, попереchnый ряд, уровни среза, золото, медь, висмут, свинец, цинк, Ингичке, Койташ, Яхтон, первичные геохимические ореолы.

По В.В. Аристову и др., графический способ выявления зональности геохимических ореолов может применяться для предварительных заключений, при анализе и интерпретации геохимических данных, получаемых на разных стадиях проведения геохимических поисков [2]. Графический способ нами был использован в основном для выявления групп моноэлементов надрудно-верхнерудных, центральнорудных, нижнерудно-подрудных геохимических срезов, на основании которых были построены полиэлементные ореолы и определены мультипликативные показатели зональности.

Наиболее представительным и достоверным является аналитический метод выявления зональности ореолов, методика подсчёта которого подробно изложена в работе С.В. Григоряна и др. [3, 4]. В качестве показателя зональности нами использованы относительные концентрации химических элементов в ореолах (продуктивности) и вычислен коэффициент контрастности и зональности. Группы элементов, по повышенным показателям зональности (табл. 1-2) располагаются на одних и тех же уровнях рудных тел и для выяснения изменчивости показателя зональности каждого уровня рудных тел был приведён расчёт по формуле:

$$C = \sum_1^n \frac{D_{\max}}{D_i}$$

где G – показатель изменчивости;

D_{\max} – максимальное значение показателя зональности данного элемента;

D_i – значение показателя зональности элемента на i -ом горизонте;

n – количество горизонтов (не считая горизонты максимального накопления).

На основании этих расчётов (табл. 2-3, 5) ряд зональности в месторождении Ингичке имеет следующий вид (от надрудных сечений к нижнерудным): $Bi1 \rightarrow Cu \rightarrow Cr \rightarrow Be \rightarrow Pb \rightarrow Zn \rightarrow Sn \rightarrow Ag \rightarrow Bi \rightarrow Mo \rightarrow W \rightarrow Ni \rightarrow Co$, которые имеют некоторое отличие от ранее приведённого ряда [3, 4]. Отличие выражается в накоплении элементов, W, Mo , которое произошло в центрально-рудном-нижнерудном уровнях, Ag – нижнерудном, Pb, Zn, Sn – центрально-рудном, Bi, Be, Cu, Cr – надрудно-верхнерудном, Co, Ni – нижнерудно-подрудном уровнях срезов.

Ряд месторождения Койташ ($Ba \rightarrow Be \rightarrow V \rightarrow Bi \rightarrow Cu \rightarrow Zn \rightarrow Pb \rightarrow Zr \rightarrow Sn \rightarrow Ag \rightarrow Mo \rightarrow W \rightarrow Ni \rightarrow Co$) существенно не отличается от Ингичке.

Ореолы Zr, Ba характерны только для месторождения Койташ. Ореолы ванадий (V) в пределах месторождения Ингичке и хрома (Cr) в месторождении Койташ отличаются не во всех геохимических

Таблица 1

Величины показателей зональности элементов месторождения Койташ

Элементы	Нормирование значения линейной продуктивности						Показатель зональности					
	Нормировочный коэффициент, K_n	I		II		III	I		II		III	
W	1	2,0	0,5	0,3	1,2	2,5	0,08	0,016	0,022	0,076	0,182	
Mo	1	0,05	0,1	0,2	3,0	2,0	0,002	0,003	0,015	0,190	0,146	
Cu	10	3,0	6,0	0,5	1,0	1,2	0,12	0,190	0,036	0,063	0,088	
Pb	10	1,0	0,5	0,9	0,1	0,1	0,04	0,016	0,066	0,008	0,007	
Zn	1	0,1	0,3	1,0	0,8	0,5	0,004	0,01	0,074	0,051	0,036	
Bi	10	4,0	8	0,3	0,5	0,1	0,16	0,253	0,022	0,032	0,007	
Ag	1000	0,1	0,5	0,5	3,0	1,0	0,004	0,016	0,036	0,190	0,073	
Ni	10	–	–	0,1	1,0	3,0	–	–	0,007	0,063	0,219	
Co	1	0,05	0,1	0,5	0,8	1,2	0,002	0,003	0,036	0,051	0,088	
Sn	10	0,6	0,8	0,5	2,0	1,0	0,024	0,025	0,036	0,127	0,073	
Zr	10	0,1	0,8	4,9	0,05	0,01	0,004	0,025	0,358	0,003	0,001	
Be	1	4,5	3,0	0,5	0,8	0,1	0,18	0,1	0,036	0,051	0,007	
Ba	10	5,5	2,0	2,5	1,0	1,0	0,22	0,006	0,182	0,063	0,073	
V	10	4,0	9,0	1,0	0,5	–	0,16	0,290	0,073	0,032	–	
Линейная продуктивность		25,0	31,6	13,7	15,75	13,71	$\Sigma=1,000$	0,953	0,999	1,000	1,000	

Таблица 2

Величины показателей зональности элементов месторождения Ингички

Элементы	Нормирование значения линейной продуктивности					Показатель зональности				
	Нормировочный коэффициент, K_n	I	II	III		I	II	III		
W	1	0,4	0,87	2,0	2,3	0,038	0,083	0,083	0,170	
Mo	10	0,3	0,5	1,0	1,2	0,028	0,048	0,041	0,089	
Bi	100	1,0	0,1	0,3	0,08	0,094	0,009	0,012	0,006	
Sn	10	0,1	0,06	1,0	0,5	0,009	0,006	0,041	0,038	
Ag	1000	0,08	0,5	3,0	0,8	0,008	0,048	0,124	0,059	
Zn	10	0,4	0,6	1,0	0,3	0,038	0,057	0,041	0,022	
Cu	1	1,0	0,4	0,6	0,15	0,094	0,038	0,025	0,012	
Be	100	0,5	1,0	0,3	0,1	0,047	0,095	0,012	0,007	
Ni	1	0,8	1,2	3,0	4,1	0,076	0,114	0,124	0,303	
Co	10	0,5	0,8	1,0	2,3	0,047	0,076	0,041	0,170	
Cl	10	4,8	3,0	8,0	1,0	0,454	0,285	0,331	0,074	
Pb	100	0,7	1,5	3,0	0,68	0,066	0,142	0,124	0,050	
Линейная продуктивность		10,58	10,53	24,2	13,51	0,999	1,001	0,599	1,000	

Таблица 3

Величины линейной продуктивности (м/%) и коэффициента контрастности и зональности ореолов на месторождении Ингичке

Показатель линейной продуктивности горизонтов	Элементы-индикаторы										
	W	Mo	Cu	Pb	Ag	Zn	Ni	Co	Bi	Sn	Be
I	0,4	0,03	0,1	0,007	8-10-5	0,04	0,8	0,05	0,1	0,1	0,005
II	2,0	0,1	0,6	0,03	3-10-3	0,1	3	0,1	0,03	1,0	0,003
III	2,3	0,12	0,15	0,007	8-10-4	0,03	4,1	0,23	0,008	0,5	0,001
Коэффициент контрастности зональности (ККЗ)	0,17	0,25	6,7	1,03	0,1	1,3	0,2	0,2	12,5	0,2	5,0

профилях и соответственно занимают место в ряду зональности условно. Одним из важнейших аспектов практического использования первичных геохимических ореолов является оценка уровня эрозионного среза геохимических аномалий на основе геохимической зональности первичных ореолов.

При этом установлено, что зональность первичных геохимических ореолов одного месторождения является идентичной, повторяющейся в строении.

Вертикальную осевую зональность ореолов мы изучали по известной методике на примере Яхтонского месторождения, вокруг контактовых скарново-рудных тел, общая вертикальная протяженность которых по линии падения превышает 1000 м.

Как ранее нами было установлено, эндогенный геохимический ореол главной рудной залежи месторождения имеет сложный полуэлементный состав, представляя собой совокупность ореолов вольфрама, висмута, мышьяка, молибдена, олова, кобальта, серебра, золота, меди, свинца, цинка и др. элементов [6, 7]. К ореолам основных элементов-индикаторов отнесены ореолы вольфрама, висмута, молибдена, золота, меди, олова, так как скарново-вольфрамовые тела расположены в пределах их совмещенного контура в полях повышенной интенсивности. Ореолы вольфрама, висмута, молибдена, олова и мышьяка наиболее контрастные и широкие, выделяются как типоморфные, поскольку характеризуют состав и строение комплексного ореола. К ореолам второстепен-

Таблица 4

Величины линейной продуктивности (м/%) и коэффициента контрастности и зональности ореолов на месторождении Койташ

Показатель линейной продуктивности горизонтов	Элементы-индикаторы											
	W	Mo	Cu	Pb	Ag	Zn	Ni	Co	Bi	Sn	Be	Ba
I	2,0	0,05	0,3	0,1	1-10-4	0,1	0,01	0,05	0,4	0,06	4,5	0,55
II	1,2	3,0	0,1	0,01	3-10-3	0,8	0,1	0,8	0,05	0,2	0,8	0,1
III	2,5	2,0	0,12	0,001	1-10-3	0,5	0,3	1,2	0,01	0,1	0,1	0,1
Коэффициент контрастности зональности (ККЗ)	0,8	0,025	2,5	10,0	0,1	0,2	0,03	0,04	40,0	0,6	45,0	55,0

ных элементов-индикаторов отнесены: серебро, свинец, цинк. Многоэлементные ореолы, особенно поля их повышенной концентрации, характеризуются отчетливым смещением в пространстве по отношению друг к другу, что обусловлено зональным строением комплексного ореола.

Зональное строение комплексного ореола может быть обусловлено, как показано Овчинниковым Л.Н. и др., (1980), материально-концентрическим распределением элементов в плоскости рудной зоны.

Вертикальная (осевая) зональность исследовалась в направлении от надрудного уровня к рудному, разделенному на три части верхне-рудную, центрально-рудную и нижне-рудную [4, 5].

Полученные данные свидетельствуют о преобладающем накоплении вольфрама, молибдена, кобальта на нижнерудном уровне зональной колонки, ореолов олова, золота, серебра на центрально-рудном, а меди, цинка, свинца, мышьяка и висмута на верхнерудном и надрудном уровнях.

Элементы, занимающие крайние места в ряду зональности наиболее контрастные и величины парных отношений параметров их ореолов достаточно точно определяют осевую зональность.

Наиболее отчетливо различаются надрудные и нижнерудные уровни геохимического среза ореолов у пар элементов:

$$\frac{Bi}{Co}, \frac{Cu}{Ni}$$

а верхнерудный и центрально-рудный в виду того, что соответствующие значения отношений отличаются на два порядка и больше.

С целью выполнения количественной оценки осевой зональности комплексного ореола рассчитаны мультипликативные и аддитивные коэффициенты (интегральные отношения, отражающие относительное накопление групп элементов на различных горизонтах (рис. 1).

Вертикальная (поперечная) зональность ореолов по сути дела различается по ширине ореолов элементов-индикаторов в крест простирания рудной зоны.

Результаты анализа по 20-ти метровым сечениям свидетельствуют, что максимально удаленными от рудной зоны являются ореолы висмута, вольфрама, меди, ореолы мышьяка и олова, которые тяготеют к подрудным частям залежей. Сравнение полученных рядов с другими вольфрамовыми объектами Средней Азии

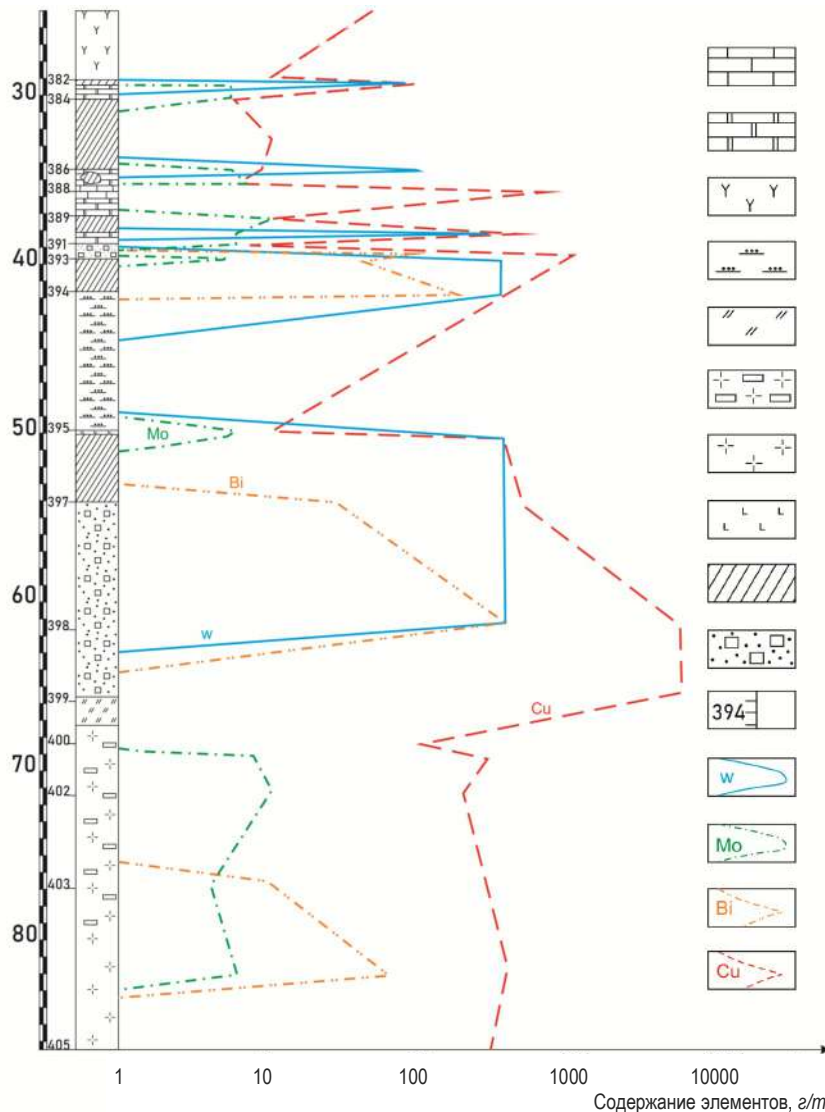


График распределения элементов вокруг скрытых рудных тел (Койташ, уч. Койташ-Узат). Условные обозначения: 1 – известняки; 2 – известняки крупнозернистые; 3-5 – роговики: 3 – прикрывающие; 4 – межпластовые; 5 – подстилающие; 6 – скарнированные гранодиориты; 7 – гранодиориты; 8 – дайки лампрофировые; 9 – пироксеновые, пироксен-гранатовые скарны; 10 – шеллит-пирротин-халькопиритовые руды; 11 – места отбора проб и их интервалы; 12 – W; 13 – Mo; 14 – Bi; 15 – Cu

(Шурале) в своей работе показывает Григорян С.В., схожие ряды вертикальной поперечной зональности [4]. На диаграмме (рис. 1) показаны графики распределения элементов вокруг рудных тел (в крест их простирания), построенные методом «скользящего окна». Из графиков видно, что максимум концентрации большинства элементов приурочено к рудным залежам.

Таблица 5

Результаты анализов геохимических показателей поперечного ряда зональности

Уровни среза рудных тел	Месторождения			
	Ингичке	Койташ	Яхтон	Каратюбе
Верхнерудный	W → Mo → Bi → Ag → Ni → Sn → Zn → Be → Cu → V → Co → Cr → Pb	W → Mo → Bi → Zr → Zn, Cu, Sn, Ag → Be → Ni → Co → Pb	W → Mo → Cu ¹ → Cd → Ag → Pb → Zn → Sn ¹ → Au → Cu ² → Bi → Ni → Co → Mo ¹ → W ¹ → As ² → Be [6]	Zn → Cu → Pb → Ba → Mo → Be → Sn → W [8]
Центральнорудный	W → Mo → Bi → Ag → Ni → Sn → Zn → Cu → V, Co → Cr → Pb	W → Mo → Ag → Bi → Sn → Be → Zn → Cu → Pb → Zr → Ni → Co		
Нижнерудный	W → Bi → Mo → Sn, Zn, Cu → Ag → Co → V → Pb, Cr, Ni	W → Ag → Bi → Sn → Mo → Zn → Cu → Ni → Be → Pb → Zr → Co		

Таким образом, выявленные ряды вертикальной осевой и поперечной зональности отражают зональность рудной зоны, позволяющей оценить уровень геохимического среза рудной зоны.

Анализируя вышеизложенные данные, получен усредненный вертикальный (осевой) ряд зональности для месторождений Ингички и Койташ (от надрудных сечений к подрудным): Be → Ba → V → Bi¹ → Cr → Zr → Cu¹ → Pb → Zn → Cu² → Sn → Ag → Bi² → Mo → W → (Ni, Co). Двойственное положение висмута в ряду зональности объясняется несколькими формами их минералов-носителей: висмутитина, тетрадемита, самородного висмута и сульфосоли висмута, халькопирита, ковеллина, кубанита и др.

Полученный усредненный ряд зональности для скарноворудных месторождений Ингичке, Койташ и Яхтон не имеет заметных отличий от приведенных рядов Григоряна С.В. и Янишевского Е.М. (1968) для вольфрамовых месторождений различных формационных типов [Ba, (Sb, As¹, Hg), Cu¹, Cd, Ag, Pb, Zn, Sn¹, Au, Cu², Bi, Ni, Co, Mo, U, Sn², W¹, As², Be, W²] [4]. В нашем ряду зональности низкотемпературные элементы (Sb, As¹, Hg) отсутствуют и соответственно, их минералы для скарноворудных месторождений Ингичке, Койташ и Яхтон являются минералогической редкостью (здесь же необходимо оговориться, что под As¹ подразумеваются минералы – аурипигмент (As₂S₃) и реальгар (As₄S₄). Выделяются также две разновидности вольфрама (в виде шеелита (W¹), в виде вольфрамита-гюбнерита, ферберита (W²)), в нашем случае, в основном шеелит. И, наконец, Sn² и Be отмечены в конце ряда зональности и характерны для олововольфрамовых оруденений.

В изучении геохимических ореолов значительное место занимают выявления поперечного ряда зональности, указывающие на различие ширины ореолов в крест простирания скарноворудных тел.

Поперечный ряд зональности выявлен для каждого уровня срезов отдельно и расчеты произведены по отношению к вольфраму. При этом учитывается наиболее высокий показатель вольфрама, так как в ряду поперечной зональности первыми располагаются элементы, имеющие промышленно ценное значение [3, 4].

По результатам анализов геохимических показателей поперечный ряд зональности для месторождений Ингичке, Койташ и Яхтон принял следующий вид (от надрудного к подрудному) (табл. 5).

Поперечный ряд зональности (W, Mo, Bi, Zn, Cu, Ag) месторождения Койташ был приведен ранее [4].

Наш ряд (табл. 5) для месторождения Койташ не имеет существенного отличия от ранее приведенного ряда поперечной зональности и характеризует верхнерудный уровень среза.

Исходя из этого, можно отметить, что в приведенном ряду поперечной зональности первыми являются главные компоненты продуктивных залежей (W, Mo, Bi), которые можно использовать в качестве критерия в выявлении состава скрытого промышленного оруденения.

Таким образом, приведенный ряд зональности для месторождений Ингичке, Койташ и Яхтон сохраняет общую закономерность распределения элементов для вольфрамовых месторождений.

Библиографический список:

1. Razikov O.T. Conditions of localization and regularities of location of tungsten minerals Zeravshan-Alay metall belt (Central Asia) // International Engineering Journal for Research & Development / Vol.6 Issue 1. January 2021 pages: 1 - 8 /Impact Factor SJIF: 7.169.
2. Аристов В.В. Методика геохимических поисков твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1984 г. – 200 с.
3. Беус А.А., Григорян С.В. Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975 г. – 280 с.
4. Григорян С.В., Янишевский Е.М. Эндогенные геохимические ореолы рудных месторождений и их использование при поисках скрытого оруденения. – М.: Недра, 1968 г. – 197 с.
5. Овчинников Л.Н. Геолого-геохимические условия, определяющие глубинность геохимических поисков рудных месторождений. В кн. Геохимические методы поисков глубокозалегающих рудных месторождений. – Новосибирск: Наука, 1980 г. – С. 12-21.
6. Баймухамедов А.Х., Разиков О.Т. О зональности первичных ореолов скарново-шеелитовых месторождений Юго-Западного Узбекистана // Тез. докл. научно-теоретической конференции молодых ученых-геологов. – Ташкент, 1982 г. – С. 6-7.
7. Разиков О.Т. Металлогения золото-редкометалльного и редкометалльного оруденения Зеравшано-Алайского пояса (Узбекистан). Автореферат докторской диссертации. Ташкент, 2022 г. – 55 с.
8. Носенко Т.В., Отрощенко В.Д. Зональность и взаимосвязь элементов в эндогенных геохимических ореолах. – Ташкент, Узб. геол. журнал, 1979 г. – С. 26-31.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГМЗ-2 АО «НГМК» (НА ПРИМЕРЕ ХВОСТОХРАНИЛИЩА № 1)



Санакулов К.,
генеральный директор –
председатель правления
АО «НГМК», д.т.н., профессор



Исоков М.У.,
ректор
Университета геологических наук,
д.г.м.н., профессор



Исаев М.П.,
начальник
отдела минерально-сырьевых
ресурсов АО «НГМК»



Алматов И.М.,
начальник
отдела аналитических исследований
ГУ «ИМП», PhD

Gidrometallurgiya zavodining 50 yil davomida to'plangan chiqitlarida yetarli miqdorda oltin va kumush mavjud. Chiqitlarni qayta ishlashda qo'shimcha metallar olish, shuningdek, chiqit saqlash tashlama joylar egallagan maydonni kamaytirish mumkin bo'ladi.

GMZ-2 chiqitlaridan oltin va kumush olish uchun qayta ishlash maqsadida gravitatsiyaviy-gidrometallurgiya jarayonini o'z ichiga olgan texnologik sxema ishlab chiqilgan. Birinchi bosqichda o'rtacha oltin miqdori 0,3 g/t va kumush 0,9 g/t bo'lgan namuna (GMZ-2 qoldiqlari) qayta maydalanishi o'tkaziladi va zarracha o'lchami sinfi -0,074 mm 80% ga yetkaziladi. Shundan so'ng, ezilgan namuna kontsentratsiya stolida gravitatsiyaviy boyitish bilan boyitiladi. Olingan gravitatsion konsentrat tarkibida 3,84 g/t oltin va 7,74 g/t kumush mavjud.

Ikkinchi bosqichda, kontsentratsiya stolida gravitatsiyaviy boyitishdan so'ng, qoldiq chiqitlar gidrometallurgiya jarayoni, shu jumladan siyanidlash jarayoni amalga oshirildi. Chiqitlarni siyanidlash S992 ion almashinuvi qatroni yordamida amalga oshirildi. Tajribalarda qatron iste'moli 0,8 ga teng tanlangan, pulpa hajmining 1,3-1,8%, natriy siyanid kontsentratsiyasi 150, 230 va 300 mg/l, yuvish muddati 24 soat, doimiy parametrlar qabul qilindi: namuna – 100 g, Q : S = 2 : 1 va himoya kontsentratsiyasi gidroksidi – 0,02%. Operatsiyadan eng yuqori unumdorlik 52,8% oltin va 39,5% kumushni tashkil etdi.

Tayanch iboralar: *Muruntov koni, chiqitlar, GMZ-2, boyitish, tarkib, texnologik sxema, oltin, kumush.*

Хвосты гидromеталлургического завода, накопленные на протяжении более 50 лет, содержат золото и серебро в достаточном количестве. При переработке хвостов появится возможность дополнительного получения металлов, а также уменьшение территорий занимаемых отвальными хвостами.

Для переработки хвостов ГМЗ-2 с извлечением золота и серебра была разработана технологическая схема, включающая гравитационно-гидрометаллургический процесс. На первой стадии проба (хвосты ГМЗ-2) с средним содержанием золота 0,3 г/т и серебра 0,9 г/т подвергается доизмельчению, класс крупности -0,074 мм доводится до 80%. После измельченная проба обогащается по гравитационному обогащению на концентрационном столе. Полученный гравикоцентрент содержит золото 3,84 г/т, а серебра 7,74 г/т.

На второй стадии после гравитационного обогащения на концентрационном столе остаточные хвосты подвергались гидрометаллургическому процессу включающему в себя процесс цианирования. Цианирование хвостов проводилось при условии ионообменной смолы марки S992. Расход смолы в опытах выбран 0,8, 1,3-1,8% от объема пульпы, концентрация цианистого натрия 150, 230 и 300 мг/л, продолжительность выщелачивания составила 24 ч, постоянными параметрами были приняты: навеска – 100 г, Ж : Т = 2 : 1 и концентрация защитной щелочи – 0,02%. Самое высокое извлечение от операции составила: золота – 52,8%, серебра – 39,5%.

Ключевые слова: *месторождение Мурунтау, хвосты, ГМЗ-2, обогащение, содержание, технологическая схема, золото, серебро.*

Загрязнение атмосферы отходами обогатительных фабрик, является главной причиной экологических проблем по всему миру.

На сегодняшний день с истощением легко добываемых и перерабатываемых руд появляется возможность уделения внимания переработке трудно перерабатываемых руд и техногенных отходов. Такой сырьевой базой являются техногенные отходы золотодобывающих фабрик и гидрометаллургических заводов, которые содержат достаточное количество благородных металлов. Техногенные отходы не только в своём составе содержат металл, но и захватывают большие территории воздействия на экологическую безопасность региона [1-4].

В Республике Узбекистан накоплены значительные объёмы техногенных отходов золоторудного месторождения Мурунтау и медно-порфирирового месторождения Кальмакыр. Месторождение Мурунтау было открыто и вовлечено в переработку 1958 г. Со второй половины 20 в 60-х гг. накапливаются переработанные техногенные

отходы Гидрометаллургического завода 2 (ГМЗ-2). На сегодняшний день накопленные общие техногенные отходы переработки по хвостохранилищам ГМЗ-2 составляют более 1,2 млрд. т, только по хвостохранилищу № 1 их объёмы составляют около 160 млн. т с средним содержанием золота 0,3 г/т и серебра 1,0 г/т.

По данным, в хвостохранилище № 1 (МОФ-1) насчитывается около 550 млн. т хвостов обогащения с общим содержанием меди 610,5 тыс. т, 114,0 млн. т золотосодержащих отходов с концентрацией золота 0,21 г/т. В хвостохранилище № 2 (МОФ-2) числится более 1 млрд т хвостов обогащения с содержанием меди 801,6 тыс. т, золота – 156,5 т [12-13].

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на отобранной пробе хвостохранилища № 1 (карты 3-4 и 5-6) ГМЗ-2. Пробы отбирались методом бурения скважин. Пробы из карт 3-4 (65 скважин) и 5-6 (115 скважин) проанализированы пробирным методом. Из каждой проб скважин отбиралась средняя

Таблица 1
Результаты полного химического анализа

№	Наименование компонентов	Содержание, %	№	Наименование компонентов	Содержание, %
1.	SiO ₂	69,3	9	K ₂ O	1,18
2.	Fe ₂ O ₃	3,24	10	Сульфидная	0,22
3.	TiO ₂	0,23	11	SO ₃	0,26
4.	MnO	0,005	12	Собщ.	0,48
5.	Al ₂ O ₃	11,83	13	H ₂ O	0,68
6.	CaO	6,24	14	п.п.п.	2,32
7.	MgO	1,21	15	CO ₂	3,94
8.	Na ₂ O	1,69		Сумма	103,35

Таблица 4
Результаты гравитационного обогащения на концентрационном столе по данным химического анализа

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, г/т		Извлечение, %	
		Au	Ag	Au	Ag
Гравикоцентрат	0,4	3,484	7,74	3,27	3,32
Промпродукт-1	2,2	0,683	1,315	3,79	3,33
Промпродукт-2	7,2	0,297	0,575	5,49	4,85
Хвосты	90,3	0,377	0,835	87,45	88,49
Исх. проба	100	0,389	0,852	100	100

Таблица 2
Результаты по содержанию отдельных металлов (г/т)
(по данным масс-спектрометрического анализа (ICP-MS))

№ п/п	Элементы	Содержание, г/т	№ п/п	Элементы	Содержание, г/т
1.	Ag	0,81	28	Mg	8124
2.	Al	102220	29	Mn	125,0
3.	As	62,0	30	Mo	25,44
4.	Au	0,24	31	Na	11020
5.	Ba	105,42	32	Nb	2,69
6.	Be	1,20	33	Nd	1,72
7.	Bi	1,90	34	Ni	504,1
8.	Ca	40000	35	P	602,3
9.	Cd	102,0	36	Pb	218
10.	Ce	0,91	37	Pr	1,2
11.	Co	104,03	38	Rb	1,0
12.	Cr	10,05	39	S	3439
13.	Cs	-	40	Sb	2,1
14.	Cu	380,0	41	Sc	4,12
15.	Dy	1,1	42	Se	6,1
16.	Er	1,0	43	Ru	0,5
17.	Eu	0,9	44	Rh	0,4
18.	Fe	30000	45	Ti	2696
19.	Gd	1,21	46	Tl	1,0
20.	Ga	1,01	47	Tm	1,81
21.	Hf	2,90	48	U	1,1
22.	Ho	1,90	49	V	32,0
23.	In	1,50	50	W	10,01
24.	K	8620	51	Y	1,12
25.	La	1,81	52	Yb	1,0
26.	Li	1,03	53	Zn	156
27.	Lu	1,60	54	Zr	2,45

Таблица 3
Сводная таблица по результатам гранулометрического анализа по данным пробирного анализа

№ п/п	Наименование продукта, мм	Выход		Среднее содержание, г/т		Распределение, %	
		г	%	Au	Ag	Au	Ag
1.	+0,15	4,95	9,1	0,33	1,05	10,08	9,27
2.	-0,15+0,074	14,4	26,7	0,29	1,03	25,77	26,45
3.	-0,074+0	34,65	64,2	0,30	1,04	64,15	64,27
	Итого	54,0	100,0	0,30	1,038	100,0	100,0

проба весом 10 кг, для проведения гранулометрического анализа с целью определения распределения золота и серебра в трёх классах крупности +0,15, -0,15+0,074 и -0,074+0 мм мокрым способом.

Гравитационное обогащение проводилось на лабораторном концентрационном столе при режиме: частота качаний – 110 ходов в мин; амплитуда качаний – 11 мм; поперечный наклон деки – 20 мм/м; расход смывной – 4,45 л/мм.

Полученные продукты проанализированы методами пробирного анализа, полный химический анализ средней пробы и результа-

ты по содержанию отдельных металлов (г/т) по методу масс-спектрометрического анализа (ICP-MS) проводили в Восточно-Кураминской экспедиции АО «Узбек геология кидирув».

Результаты исследований и их обсуждение. Для проведения полноценных исследований по отобраным пробам в количестве 1019 проб из хвостохранилища № 1 ГМЗ-2 проведён пробирный анализ.

Полученные результаты показали содержание золота от 0,2 до 0,9 г/т и серебра от 1 до 1,3 г/т.

Среднее содержание по хвостохранилищу: золота – 0,3 г/т, серебра – 1,03 г/т соответственно.

Результаты полного химического анализа усреднённых проб показаны в табл. 1.

В табл. 2 представлены результаты по элементам-примесям объединённых хвостов ГМЗ-2 по данным масс-спектрометрического анализа (ICP-MS). В средней пробе установлено содержание золота – 0,24 г/т, серебра – 0,81 г/т и др.

По определению содержания распределения золота и серебра в хвостохранилище ГМЗ-2 провели гранулометрический анализ, схема проведения показана на рис. 1. Полученные результаты приведены в табл. 3.

Как видно из табл. 3 по результатам гранулометрического анализа при классе крупности +0,15 мм выход составляет 9,1%, со средним содержанием золота – 0,33 г/т, серебра – 1,05 г/т, при -0,15 +0,074 мм выход составляет 26,7% со средним содержанием золота – 0,29 г/т золота и серебра – 1,03 г/т при -0,074 + 0 мм выход составляет 64,2% со средним содержанием золота – 0,30 г/т серебра – 1,04 г/т соответственно.

Исследования по извлечению золота и серебра из хвостов проводились по действующей технологии ГМЗ-2 (рис. 2) гравитационным обогащением на концентрационном столе. Проба усреднялась при исходной крупности, загружалась на концентрационный стол. Результаты приведены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, по результатам гравитационного обогащения на концентрационном столе, извлечение в гравикоцентрат составило: 3,27% золота и 3,32% серебра. Выход гравикоцентрата составляет 0,4%. Содержание золота – 3,484 г/т и серебра – 7,74 г/т.

Для максимального извлечения золота и серебра хвосты, полученные при гравитационном обогащении, направлены на сорбционное цианирование. Результаты представлены на рис. 3.

Как видно из диаграммы (рис. 3) при оптимальном режиме в цианистый раствор извлекается 52,8% золота и 39,5% серебра от операции. При этом, сквозное извлечение составило 57,0% золота и 43,25% серебра.

На основании проведенных исследований, рекомендовано прямое цианирование хвостов ГМЗ-2.

Опыты цианирования проведены при следующих концентрациях цианистого натрия – 150, 230 и 300 мг/л, продолжительность выщелачивания составила 24 ч. Постоянными параметрами были приняты: навеска – 100 г, Ж : Т = 2 : 1 и концентрация защитной щёлочи – 0,02%.

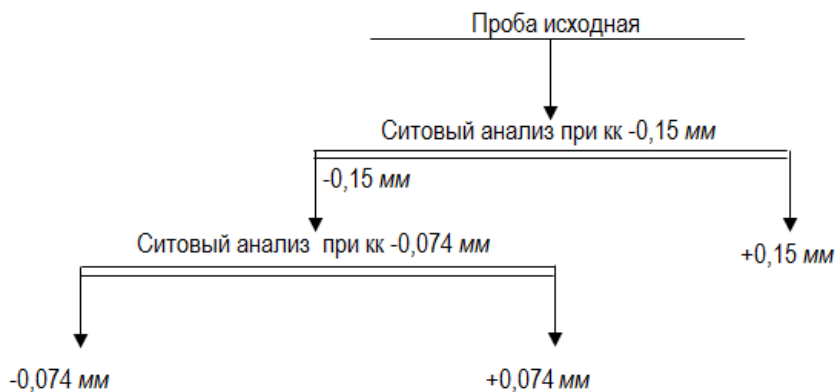


Рис. 1. Схема гранулометрического анализа

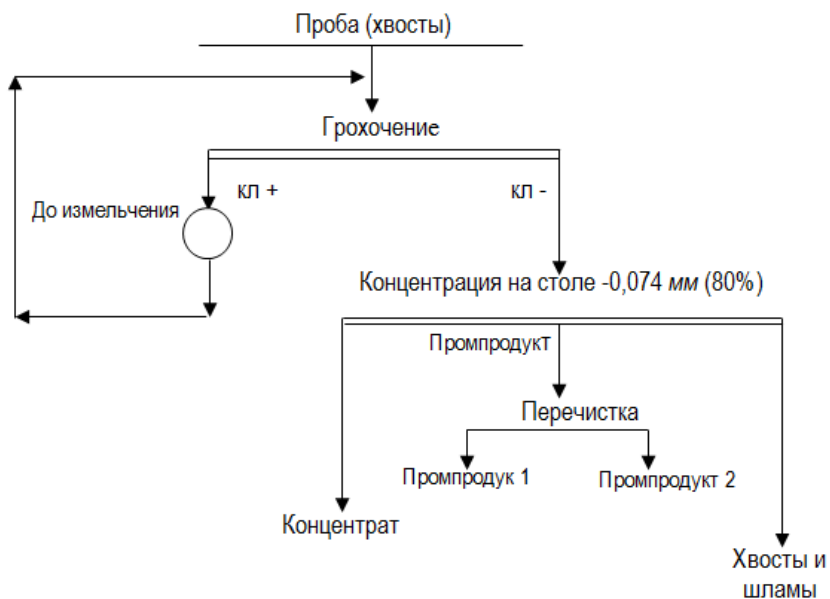


Рис. 2. Схема гравитационного обогащения на концентрационном столе

Полученные результаты прямого цианирования хвостов представлены на диаграмме (рис. 5).

Как видно на данной диаграмме (рис. 5) при прямом цианировании хвостов обогащения извлечение золота и серебра, при оптимальном режиме в цианистый раствор извлекается 55,3% золота и 43,1% серебра соответственно.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что при переработке техногенных отходов можно получить золото и серебро по рекомендуемой технологической схеме.

Заключение. По переработке техногенных отходов ГМЗ-2, были отобраны пробы в количестве 1019 шт. пробури в скважины.

На отобранных пробах проводились анализы пробирным и химическим методом.

Исследование по обогащению включает в себя гравитационное обогащение и сорбционное цианирование.

В ходе проведенных исследований показано, что по данным результатов пробирного анализа исходных проб, отобранных из хвостохранилища № 1 ГМЗ-2 среднее содержание золота составляет – 0,3 г/т, серебра – 1,0 г/т. А также, определен полный химический состав пробы с содержанием SiO₂ – 69,3%, Al₂O₃ – 11,83%, S_{сульф} – 0,22% и ППП – 2,32%.

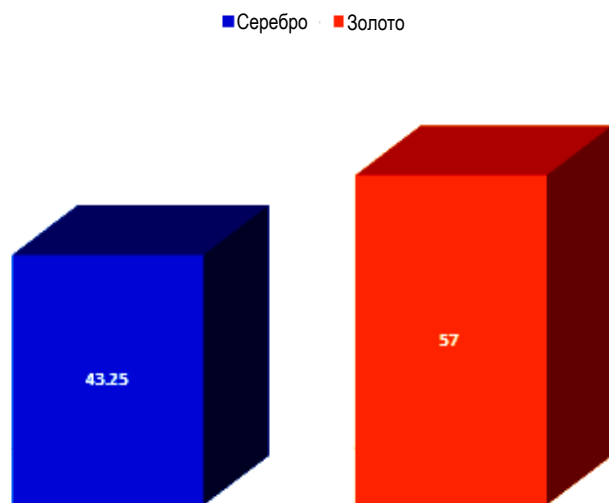


Рис. 3. Диаграмма результатов сорбционного цианирования



Рис. 4. Схема № 3 сорбционного цианирования хвостов объединённой пробы 3-4 карты

По результатам гранулометрического анализа при классе крупности $+0,15$ мм выход составляет 9,1%, с средним содержанием 0,33 г/т золота и 1,05 г/т серебра, при $-0,15 +0,074$ мм выход составляет 26,7% с средним содержанием 0,29 г/т золота и 1,03 г/т серебра, при $-0,074 +0$ мм выход составляет 64,2% с средним содержанием 0,30 г/т золота и 1,04 г/т серебра соответственно.

Проведены исследования по гравитационному обогащению на концентрационном столе с доизмельчением 80% $-0,074$ мм класса крупности. В результате, получен гравиконцентрат с содержанием 3,384 г/т золота и 7,74 г/т серебра. Остаточный хвост подвергся цианированию при оптимальном режиме, в результате в цианистый раствор извлекается 52,8% золота и 39,5% серебра от операции.

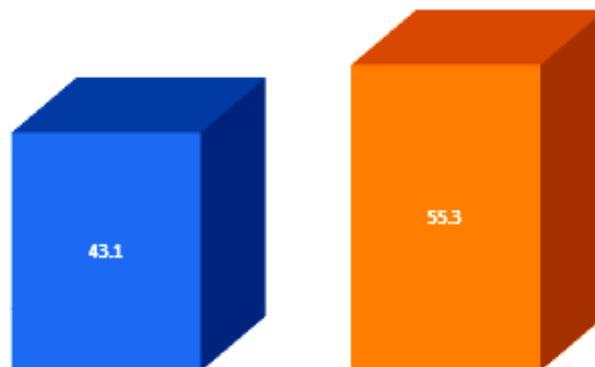


Рис. 5. Диаграмма результатов прямого цианирования

При этом сквозное извлечение составило 57,0% золота и 43,25% серебра. Таким образом, в ближайшем будущем производственно-техногенные отходы гидromеталлургических заводов могут служить реальной сырьевой базой для производства драгоценных металлов.

Библиографический список:

1. Шумилова Л.В. Техногенные месторождения как объекты повышенного негативного воздействия на окружающую среду // SCIENCE TIME. – 2014. – С. 325-356.
2. Бердинова К. Магистральный вектор Акбакай // Горно-металлургическая промышленность. – № 5, 6. – Казахстан – Астана, 2013. – С. 50-54.
3. Вилкул Ю.Г., Азарян А.А., Азарян В.А., Трачук А.А., Проблемы переработки минерального сырья техногенных месторождений Украины, НТ журнал «Горная промышленность». – Москва, 2011. – С. 13-15.
4. Белан Л.Н., Никонов В.Н. Геоэкологическая и промышленная характеристика хвостохранилища Семеновской золотоизвлекательной фабрики // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала, и сопредельных территорий. Материалы X Межрегиональной научно-практической конф. (Уфа, 17–19 мая 2016 г.). – Уфа, 2016. – С. 208–211.
5. Нефедова И.Н. Лотов В.А. Крашенинникова Н.С. Техногенные отходы как дополнительный источник сырья // Успехи современного естествознания. – № 4. – Пенза: ИД «Академия Естествознания», 2004. – С. 148-149.
6. Шумилова Л.В. Гравитационно-электрохимический способ извлечения золота из техногенных россыпей // Горный информационно-аналитический бюллетень. Энергетика и рациональное природопользование. – Москва, 2015. – С. 186-191.
7. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2014 г. // URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1257> (дата обращения 25.11.2016).
8. Рассказов И.Ю., Александрова Т.Н., Литвинцев В.С. Проблемы извлечения тонкодисперсного золота из песков техногенных россыпей и некоторые пути их решения // Материалы межрегиональной конференции «Проблемы освоения техногенного комплекса месторождений золота». – Магадан, 2010. – С. 167-169.
9. Хамроев И.О. Состояние золоторудной минерально-сырьевой базы Навоийского ГМК // Горный журнал. – № 9. – Москва, 2018. – С. 22-32.
10. Санакулов К.С. О возможности извлечения благородных и цветных металлов из отходов обогатительных фабрик // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – № 3. – С. 3-5.
11. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. – Ташкент: «Фан», 2009. – С. 404.
12. Хасанов А.С., Вохидов Б.Р., Хамидов Р.А. Исследование повышения степени извлечения и чистоты аффинированного палладиевого порошка из сбросовых растворов // Universum: Технические науки, 2019. – № 9. – С. 20-30.
13. Хурсанов А.Х., Хасанов А.С., Вохидов Б.Р. Разработка технологии получения аффинированного палладиевого порошка из отработанных электролитов // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2019. – № 1 (76). – С. 58-61.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2023, № 4 (95) pp. 37-41 INVESTIGATION ON PROCESSING OF TECHNOGENIC TAILINGS FROM HMP-2 OF JSC "NMCC" (IN THE EXAMPLE OF TAILINGS STORAGE FACILITY NO.1).

¹Sanakulov K., General Director - Chairman of the Board, Doctor of Technical Sciences, Professor.

²Isokov M.U., Rector, Doctor of Geological and Mineral Sciences, Professor.

¹Isaev M.P., Head of the Department of Mineral Resources.

³Almatov I.M., Head of the Analytical Research Department, PhD.

¹Joint-stock company "Navoi Mining and Metallurgical Company". Navoi, Uzbekistan.

²University of Geological Sciences. Tashkent, Uzbekistan.

³State institution "Institute of Mineral Resources". Tashkent, Uzbekistan.



The tailings of the hydrometallurgical plant, accumulated over 50 years, contain gold and silver in sufficient quantities. Processing of tailings will provide an opportunity for additional metal recovery, as well as reducing the area occupied by tailings.

A technological scheme including gravity-hydrometallurgical process was developed for processing of tailings of HMP-2 with extraction of gold and silver. At the first stage the sample (tailings of HMP-2) with average gold content of 0.3 g/t and silver content of 0.9 g/t is subjected to additional grinding and the grade of - 0.074mm is brought to 80%. Then, the milled sample is enriched by gravity concentration on a concentration table. The resulting gravity concentrate contains 3.84 g/t gold and 7.74 g/t silver.

In the second stage after gravity concentration on the concentrator table, the residual tailings were subjected to a hydrometallurgical process including cyanidation. Cyanidation of tailings was carried out under the condition of ion exchange resin of mark S992. Consumption of resin in the experiments was chosen 0.8, 1.3-1.8% of the pulp volume, concentration of sodium cyanide 150, 230 and 300 mg/l, duration of leaching was 24 h, constant parameters were set as follows: sample weight - 100 g, L : S = 2 : 1 and concentration of shielding alkali - 0.02%. The highest recovery from the operation was 52.8% gold and 39.5% silver.

Keywords: Muruntau deposit, tailings, HMP-2, enrichment, grade, technological diagram, gold, silver.

Bibliographic list:

1. Shumilova L.V. Technogenic deposits as objects of increased negative impact on the environment // SCIENCE TIME. – 2014, pp. 325-356.
2. Berdinova K. Main vector of Akbakai // Gorno-metallurgicheskaya promyshlennost'. – No. 5, 6. – Kazakhstan – Astana, 2013, pp. 50-54.
3. Vilkul Yu.G., Azaryan A.A., Azaryan V.A., Trachuk A.A., Problems of processing mineral raw materials of technogenic deposits of Ukraine, NT magazine "Gornaya promyshlennost'". – Moscow, 2011, pp. 13-15.
4. Belan L.N., Nikonov V.N. Geoecological and industrial characteristics of the tailings dump of the Semenovskaya gold extraction plant // Geology, minerals and problems of geocology of Bashkortostan, the Urals, and adjacent territories. Materials of the X Interregional Scientific and Practical Conf. (Ufa, May 17-19, 2016). – Ufa, 2016, pp. 208-211.
5. Nefedova I.N., Lotov V.A., Krashenninnikova N.S. Man-made waste as an additional source of raw materials // Advances in modern science. – No. 4. – Penza: Publishing House "Akademiya Yestestvoznaniya", 2004, pp. 148-149.
6. Shumilova L.V. Gravity-electrochemical method for extracting gold from technogenic placers // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. Energy and rational environmental management. – Moscow, 2015, pp. 186-191.
7. State report on the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2014 // URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php part=1257> (accessed November 25, 2016).
8. Rasskazov I.Yu., Aleksandrova T.N., Litvintsev V.S. Problems of extracting finely dispersed gold from the sands of technogenic placers and some ways to solve them // Proceedings of the interregional conference "Problems of developing the technogenic complex of gold deposits". – Magadan, 2010, – pp. 167-169.
9. Khamroev I.O. State of the gold ore mineral resource base of the Navoi MMC // Gornyy zhurnal. – No. 9. – Moscow, 2018, pp. 22-32.
10. Sanakulov K.S. On the possibility of extracting noble and non-ferrous metals from waste from processing plants // Gornyy vestnik Uzbekistana. – Navoi, 2018. – No. 3, pp. 3-5.
11. Sanakulov K.S. Scientific and technical basis for processing waste from mining and metallurgical production. – Tashkent: "Fan", 2009. – P. 404.
12. Khasanov A.S., Vokhidov B.R., Khamidov R.A. Study of increasing the degree of extraction and purity of refined palladium powder from waste solutions // Universum: Technical Sciences, 2019. – No. 9, pp. 20-30.
13. Khursanov A.Kh., Khasanov A.S., Vokhidov B.R. Development of technology for producing refined palladium powder from waste electrolytes // Gornyy vestnik Uzbekistana. – Navoi, 2019. – No. 1 (76), pp. 58-61.

Уважаемый Кувандик Санакулович!

Компания ИП ООО «IKO Machinery», официальный дистрибьютор Komatsu в Республике Узбекистан, поздравляет Вас и ваш коллектив с замечательной датой – 65-летием горно-металлургического комбината!

Мы желаем Навойскому ГКМ процветания, новых побед и новых рекордов золотодобычи, достойных славной истории комбината!

Успех НГМК – это наш успех, успех Komatsu в Узбекистане, это успех всей нашей страны, рост ее богатства и авторитета на международной арене!

«IKO Machinery» всегда будет рядом, чтобы поддержать Ваш коллектив в новых свершениях и предоставить надежную технику, подходящую для выполнения самой ответственной работы на высочайшем возможном уровне.

Новых Вам успехов и уверенных взглядов в будущее!

Мы с Komatsu, со своей стороны, постараемся внести свой посильный вклад в осуществление самых амбициозных планов комбината!

Т. ТУРСУНОВ,
генеральный директор ИП ООО «IKO Machinery»

YEYILISHGA BARDOSHLI OQ CHO'YANLARNING ABRAZIV YEYILISH XARAKTERISTIKALARINI TAHLIL QILISH



Egamberdiev I.P.,
NDKTU
«Mashinasozlik texnologiyasi»
kafedrası professorı v.b., t.f.d.



Hamroev N.N.,
NDKTU
«Mashinasozlik texnologiyasi»
kafedrası doktoranı



Ulugov G.D.,
«NKMK» AJ
«Navoiy mashinasozlik zavodi» ISHB
Markaziy zavod laboratoriyasi
muhandis-metallshunosi, PhD



Ashurov X.X.,
NDKTU
«Mashinasozlik texnologiyasi»
kafedrası doktoranı

Maqolada, ko'p komponentli (V, Mo, W va Co) tarkibida xromning miqdori mos ravishda 18% va 27% bo'lgan yeyilishga bardoshli oq cho'yanlar sistematik ravishda uch sharoitda: quyima (AC), toblashdan keyin (Q) hamda bo'shatishdan keyin (QT) qilingan tadqiqotlar tahlili keltirilgan. Natijalar Q namunalari austenit matritsaning martensitga aylanishi va ikkilamchi karbidning cho'kishi tufayli AC bilan solishtirganda abraziv yeyilishga nisbatan yaxshi qarshilikka ega ekanligini ko'rsatadi. Biroq, M_7C_3 karbidining sinish kuchining sezilarli darajada oshishi tufayli Q namunalari abraziv yeyilishga qarshiligi bo'shatish (termik ishlov berish) paytida biroz pasaygan. Shunday qilib Cr ning haddan tashqari ko'p miqdorda qo'shilishi abraziv yeyilishga qarshilik ko'rsatishga nisbatan keskin salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Tayanch iboralar: yeyilishga bardoshli oq cho'yan, abraziv yeyilish, ikkilamchi karbid, austenit, toblash, bo'shatish, martensit, abraziv materiallar qattiqligi, cho'yan karbidlari, termik ishlov berish, mikroqattqlik, qum qolip, ko'p komponentli material, stabilashtirish, metallografik tahlil, kimyoviy elementlar ta'siri, zarb burchagi, vickers, abraziv yeyilish darajasi, yuqori xromli qotishma.

В статье приведены характеристики абразивного износа (18 и 27) мас. % Cr на основе многокомпонентного (V, Mo, W и Co) белого чугуна, систематически исследованы в трёх условиях: в литом состоянии (AC), после закалки (Q) и после отпуска после закалки (QT). Результат показывает, что образцы Q имеют лучшую стойкость к эрозионному износу по сравнению с AC из-за превращения аустенитной матрицы в мартенсит и выделения вторичного карбида. Однако стойкость образцов Q к эрозионному износу несколько снизилась в процессе отпуска из-за значительного прироста прочности на излом карбида M_7C_3 . Таким образом, можно сделать вывод, что избыточное добавление Cr может быть негативным фактором в отношении эрозионной износостойкости в термически обработанном состоянии и процессом отпуска следует пренебречь.

Ключевые слова: износостойкий белый чугун, абразивная коррозия, вторичный карбид, аустенит, закалка, отпуск, мартенсит, твёрдость абразивных материалов, карбиды чугуна, термическая обработка, микротвёрдость, песчаная форма, многокомпонентный материал, стабилизация, металлографический анализ, влияние химических элементов, угол поковки, Виккерс, степень абразивного износа, высокохромистый сплав.

Jahonda bugungi kunning muhim vazifalaridan biri quymakorlik usulida olinayotgan metal va qotishmalar mustahkamligini oshirish, mexanik va ekspluatatsion xossalari yaxshilash orqali iqtisodiy samaradorligini yuksaltirish yetakchi o'rinlarni egallaydi. Dunyo miqyosida bu sohada maqsadli ilmiy-tadqiqotlar jumladan, termik ishlov berishning yangi me'yorlarini ishlab chiqish va foydalanish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Oxirgi yillarda ishlab chiqarish miqdorining oshishi sababi yeyilishga bardoshli oq cho'yanlardan tayyorlanadigan detallarning sifatiga bo'lgan talab ortib borishi mazkur materiallardan olinadigan detallarning resurs tejamkor samarali usullarini yaratish taqozo etilmoqda.

Rikki Hendra va boshqa mualliflarga [1] ko'ra butun dunyo energiyasining deyarli 23% yeyilish hodisasi tufayli mashina detallarining ishqalanish va abraziv yeyilish muammosini bartaraf etish uchun sarflanadi. Shu sababi yeyilishga bardoshli materiallar texnologiyasini ishlab chiqish borasida ko'pgina tadqiqotchilar ish olib borishmoqda. Mashina detallari qismlari yeyilishining bir necha ko'rinishlari mavjud, ulardan biri mexanik shikastlanishlarning taxminan 8% ni tashkil etuvchi abraziv yeyilish hisoblanadi.

Abraziv yeyilish, odatda gaz yoki bug' oqimi va ko'p fazali suyuqlik hamda qattiq zarrachalarning takroriy ta'siri natijasida material qismining shikastlanishi deya ta'riflanadi. Abraziv yeyilishga uchraydigan mashi-

nalar va jihozlarning katta qismi, mineral resurslarni qazib olish, ko'chirish va qayta ishlash jarayonlarida foydalaniladigan ekskavatorlar, buldozerlar, rotorli va konusli ma'dan maydalagichlar, tegimonlar (sterjenli, sharli, o'zi ezuvchi), klassifikatorlar, floatatsion mashinalar va boshqalar hisoblanadi.

Yeyilishga bardoshli oq cho'yanlar asosan yuqori darajadagi abraziv ta'sir ostida ishlaydigan sharoitlarda qo'llaniladi.

Yeyilishning sabablari ko'p hollarda siqilishdagi yuqori mustahkamlik hamda o'ta yuqori qattqlik sababi yuzaga keladi. Undan tashqari abraziv yeyilishga sezilarli darajada ta'sir qiluvchi faktorlar materialning qattqligi, suyuqlik holatlari (atmosfera bosimi, korroziyon aktivlik, temperatura, qovushqollik, zichlik) [2, 3, 4], erodent (o'lchami, zichligi, qattqligi va shakli), oqish maydoni (zarrachalar tezligi, kinetik energiya va zarbning burchagi) [5], materialning xususiyatlari (sinish chidamliligi, qoldiq zo'riqishlar, mikrostruktura, yuza tozaligi va ishlov berish) kabilar hisoblanadi. Turli abraziv materiallarning qattqligi 1-jadvalda keltirilgan.

Yeyilishga bardoshli oq cho'yanlarning abraziv yeyilishga bardoshlilikini oshirish uchun xrom, molibden, Volfram, shuningdek vanadiy kabi karbid elementlarini har xil foizlarda qo'shish tavsiya etiladi. Oxirgi yillarda karbid elementlarning mexanizmlarning yeyilish tezligiga ta'siri borasida juda kata salmoqli ishlar olib borildi va ularning natijalari ko'plab ilmiy maqolalarda chop etildi.

1-jadval

Abraziv materiallarning qattiqligi [2]

Materiallar, jinslar	Qattiqlik		Materiallar, jinslar	Qattiqlik	
	Knop bo'yicha, MPa	HV		Knop bo'yicha, MPa	HV
Ko'mir	20-35	–	ortoklaz	620-720	–
Gips	40	36	kremen	820-1000	950
Marmar	–	110	kvars	840	900-1280
Barit	–	120	topaz	1330	1430-1500
kalsit	130	140	korund	1400	2300
Flurit	175	190	alyuminiy oksidi	2020	2080
Dolomit	–	325	kremniy karbidi	2585	2600
Apatit	335	540	olmos	7575	10000
Shisha	455	500	–	–	–
Magnetit	550	600-750	–	–	–

2-jadval

Na'munalarning kimyoviy tarkibi (%), [10]

Namunalar	C	Cr	Mo	V	W	Co	Mn	Si	P	Fe
18Cr-MWCI	3,30±0,1	16,78±0,8	2,68±0,1	2,78±0,1	2,61±0,1	2,64±0,1	0,22±0,0	1,35±0,1	0,0003±0,0	balans
27Cr-MWCI	3,38±0,2	24,93±2,4	2,58±0,1	2,98±0,2	2,82±0,2	2,40±0,1	0,15±0,01	0,94±0,0	0,0003±0,0	balans

Karbidlarning asosiy xarakteristikalarini yeyilishga bardoshli oq cho'yanlarning yeyilishga bardoshlilik, mexanik va texnologik xossalari-ga (kristallografik panjara turiga, morfologiyasiga, miqdoriga, o'lchamlariga, yeyiluvchi yuzaga) nisbatan hal qiluvchi ta'sir ko'rsatishi hisoblanadi. Ma'lumki oq cho'yanda Cr ning mavjudligi nafaqat matritsani samarali ravishda stabilashtiradi balki cho'yan tarkibida qattiq karbidlarning hosil bo'lishini ham ta'minlab beradi.

Cho'yan tarkibida Cr ning ko'p miqdorda bo'lishi uning yeyilishga bardoshlilikini shuncha yuqori darajaga erishishini ta'minlaydi.

Kristall panjaraning turlariga ko'ra yeyilishga bardoshli xromli oq cho'yanlarning karbidlari bir nechta asosiy guruhlardan tashkil topadi:

- M_3C karbidli cho'yanlar 840-1240HV (legirlanmagan va kam xromli cho'yanlar);

- M_7C_3 karbidli cho'yanlar 1000-18000HV (oq cho'yanlarning xrom bilan legirlangan asosiy guruhi);

- $M_{26}C_3$ karbidli cho'yanlar 1000HV (yuqori xromli oq cho'yan guruhi).

Eng qattiq karbid past zarbiy qovushqoqlik sababli yorilishga moyilligi yuqori bo'lganligi sababli bu turdagi karbidan foydalanish chegaralangan. Mazkur muammoni yechish uchun tadqiqotchilar turli takliflarni berishgan.

Miryana Filipovich, Xao Van va u boshqa mualliflar [6, 7], vannadiy qo'shish F-C-Cr uchun ikki xil samara beradi degan xulosa kelishgan: birinchidan vannadiy matritsani stabilashtiradi, ikkinchidan esa cho'yanning yeyilishga bardoshlilikini oshiruvchi karbidning xarakteristikalarini (karbidlarning hajmiy ulushini va stexiometriyani) yaxshilaydi.

Shu bilan birgalikda SH.Mosavi Anijdan va boshqalar [8] volframning yuqori xromli oq cho'yanning abraziv yeyilishga ta'sirini o'rganishadi hamda volframning miqdori cho'yan matritsalarining qattiqligini oshirish xususiyati sababli yeyilishga bardoshlilik yuqori darajaga kelishini ta'kidlashadi.

Bundan tashqari Kazumichi Simudzi va boshqalar [9] molibden miqdori yuqori xromli oq cho'yanning abraziv yeyilishga ta'sirini o'rganishganida 3Mo-16Cr (3% molibden, 16% xrom) markali cho'yanning yeyilishga bardoshlilik 16Cr (16% xrom) markali cho'yanga nisbatan 36% ga, 3 Mo-26 Cr (3% molibden, 26% xrom) esa 26 Cr (26% xrom) markali oq cho'yanga nisbatan 28% ga yuqori ekanligi aniqlangan.

Vannadiy, volfram va molibden bilan bir qatorda kobalt ham yuqori temperaturada abraziv zarrachalarning zarbi sabab oq cho'yanning matritsalarini mustahkamlashda ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Tadqiqot uslubi. Yaponiyalik olimlar Riki Hendra Purba va u bilan birgalikda faoliyat ko'rsatgan olimlar [10] tarkibida xromning massa hisobidagi ulushi 18% va 27% bo'lgan yeyilishga bardoshli oq cho'yanlarning abraziv yeyilishga bardoshlilikini 3 xil sharoitda: quyma holatda (AC), toblashdan keyin (Q) va bo'shatishdan keyin (QT) o'rganishgan. Har bir na'muna turi bo'yicha 50 kg xom ashyo yuqori chastotali pechda eritilgan va Y-shaklidagi qum formaga quyishgan hamda gabarit o'lchamlari 50x50x10 bo'lgan quyma bo'laklari kesib olingan.

Mazkur qotishmalarning kimyoviy tarkibi hamda ulardagi komponentlarning foizlardagi miqdorlari SPECTROLAB (AMETEK, AQSH) orqali aniqlangan.

Qotishmalar tarkibidagi elementlarning miqdorlari 2-jadvalda keltirilgan. Ikkilamchi karbidning ajralishi va austenitli matritsaning martensitga aylanishi 899-1150°C qizdirish harorati oralig'ida destabilizatsiya jarayonida olingan yuqori xromli oq cho'yanlarning mustahkamligi va yeyilishga bardoshlilikini samarali ravishda oshiradi [11].

Shu bilan birga, termik ishlov berish vaqtida saqlanib qolgan austenit va sovutish vaqti yoki tezligini nazorat qilish orqali materialning mustahkamligini ham hisobga olish kerak.

Ma'lumki, yuqori xromli oq cho'yanning zarbiy qovushqoqligi 550-600°C haroratda toblashdan so'ng zo'riqlashlarni bartaraf etgandan so'ng yuqori bo'ladi [12-13].

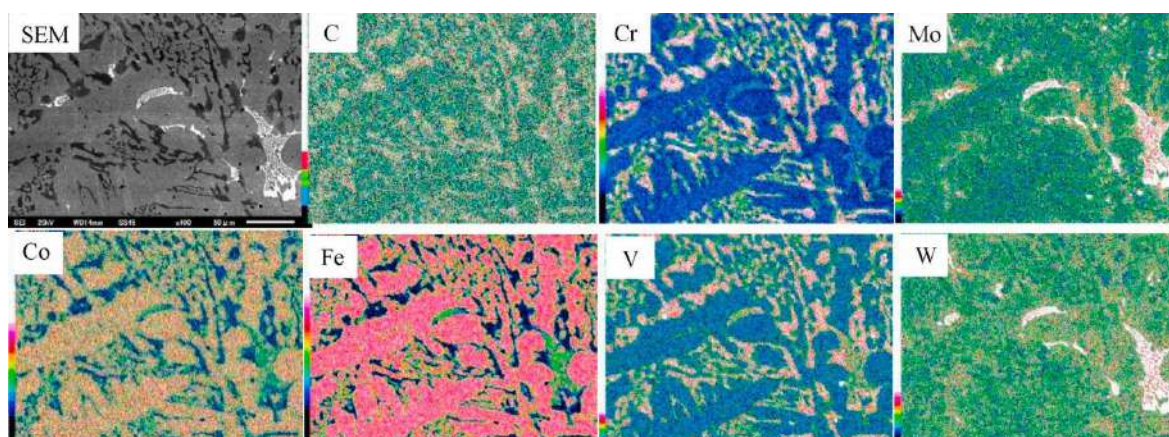
Namuna avval 1 soat davomida 900-1150°C haroratda qizdiriladi, so'ngra majburiy havo sovutish usuli orqali xona haroratigacha toblanadi. Toblashdan keyingi namunalar (Q) misolida eng qattiq na'muna 18Cr-MWCI markada 1000°C da 27Cr-MWCI markada esa 1050°C temperaturada aniqlanadi.

Bundan tashqari 460-540°C harorat oralig'ida 1 soat davomida bo'shatish jarayoni ham amalga oshiriladi. Bo'shatish operatsiyasi amalga oshirilgan (QT) eng qattiq namuna (18Cr-MWCI uchun 460°C da 27Cr-MWCI uchun esa 520°C) tanlab olingan hamda skanerlovchi electron mikroskop yordamida (SEM) kuzatilgan.

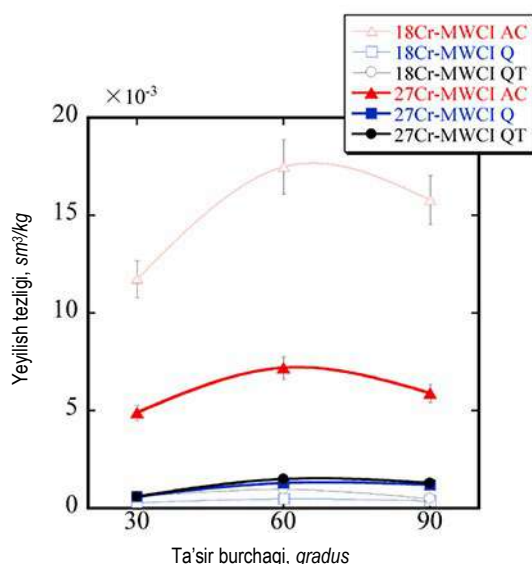
Qotishmalar mikrostrukturasi kimyoviy elementlarning tarqalishi 1-rasmda keltirilgan.

Mashinani abraziv yeyilishga sinash. Qotishmalarga zarba berish uchun notekis po'lat bo'lakchalar tanlangan va jarayon mazkur elementlar yordamida olib borilgan hamda qotishma 3600 soniya davomida eroziyaga uchragan.

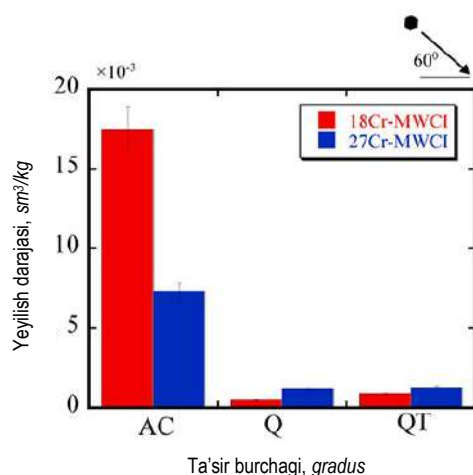
Albatta abraziv yeyilishga ishlaydigan har bir mexanizm uchun zarb beruvchi abrazivlarning qattiqligi turlicha bo'ladi. Bu haqida M.E. Garber



1-rasm. Skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida olingan tahlil bo'yicha 27CrMWCI (QT) na'muna mikrostrukturasidagi kimyoviy elementlarning tarqalishi [10]



2-rasm. Zarb burchagiga nisbatan har bir na'munaning abraziv yeyilish tezligi [10]



3-rasm. 60° burchak ostida zarb berilgan na'munalarning abraziv yeyilish tezligi [10]

o'zining ilmiy ishlarida yetarlicha ma'lumotlarni keltirib o'tgan. Zarba beruvchi zarrachalar sifatida 2 kg shakldor po'lat donachalar tanlangan (770 mkm va 810HV).

Ushbu zarrachalar ishonarli ma'lumot olish maqsadida har yangi sinov davrida almashtirilgan. Zarrachalar nozuldagi (conno) bosim 0,49 MPa teng bo'lgan bosim hamda 200 m/s tezlik bilan otilgan.

Jarayon 30°, 60° va 90° burchak ostida xona harorati ostida o'tkazilgan. Zarrachalar tasiri ostida bo'lgan barcha na'munalarni elektron tarozi yordamida o'lchangan va hajmiy yo'qotishlarni aniqlangan.

Abrariz yeyilishning xarakteristikalarini. Mazkur tadqiqot ishida 30°, 60° va 90° burchak ostida na'munaga zarblar ta'sir ettirilgan. 2-rasmda abraziv yeyilishning zarb burchagi bilan bog'liq bo'lgan tezliklari keltirib o'tilgan. Na'munalarni sinovdan o'tkazish hamda natijalarni olish maqsadida test 6 marta takrorlangan.

Demak yuqoridagi rasmdan ko'rinib turibdiki barcha na'munalarni uchun eng yuqori abraziv yeyilish 60° burchak ostida zarb berilganda yuzaga kelgan.

Eng tez yemirilish 18Cr-MWCI AC na'munada ((17,50 ± 1,40) × 10⁻³) sm³/kg va eng sekin 18Cr-MWCI Q ((0,55 ± 0,004) × 10⁻³ sm³/kg) na'munaga to'g'ri kelayabdi. Matritsaning o'zgarishi va beqarorlashtiruvchi termik ishlov berish natijasida ikkilamchi karbidning ajralishi materialning abraziv yeyilishga chidamliligini samarali ravishda oshirishini taxmin qilish mumkin.

AC namunalari qotishmaga qo'shilgan Cr miqdorini oshirish, 3-rasmda ko'rsatilganidek, karbidning maydon nisbatini oshiradi. Natijada abraziv yeyilishga chidamlilik yaxshilanadi.

Bundan tashqari, yuqori miqdorda Cr qo'shilishi M₇C₃ karbidi tarkibidagi Fe miqdorini kamaytiradi, bu ham o'z navbatida abraziv yeyilishga chidamliligini yaxshilashga yordam berdi. AC namunalarni Q va QT namunalari bilan bir xil foizdagi Cr qo'shilishi bilan solishtirish orqali materialning abraziv yeyilishga chidamliligi sezilarli darajada yaxshilandi.

Bu austenitning martensitik matritsaga aylanishi, shuningdek, ikkilamchi karbidning ajralishi bilan bog'liq bo'lishi kerak. AC namunalardan farqli o'laroq, Q namunalari, ikkilamchi karbidning hajm ulushining yaxshilanishi 18Cr-MWCI Q namunalarning abraziv yeyilishga chidamliligini ijobiy qiymatini bergan. Biroq, u 27Cr MWCI Q ((1,20 ± 0,10) × 10⁻³ sm³/kg) namunasi uchun salbiy omil C elementi ko'proq ikkilamchi karbid hosil bo'lishi bilan matritsadan ommaviy ravishda ko'chib o'tgani bo'lgan.

Natijada, zarrachalar ta'sirini oldini olish uchun matritsa zaiflashgan hamda materialda katta yo'qotish sodir bo'lgan. Q namunasida bo'lgani kabi, Cr qo'shilishini og'irlik bo'yicha 18% dan 27% gacha oshirish QT namunasining abraziv yeyilishga qarshiligini pasaytirdi.

Xulosa. Tahlil qilingan mazkur tadqiqot ishida ikkita ko'p komponentli yuqori xromli yeyilishga bardoshli bo'lgan oq cho'yanlarning abraziv yeyilish xususiyatiga xrom qo'shilishining ta'siri o'rganilgan. Mazkur ma'lumotlarga tayangan holda quyidagilarni xulosa qilish mumkin:

Abraziv yeyilishga chidamlilik Cr qo'shilishi bilan mutanosib ravishda oshib boradi.

Tarkibida bir xil miqdorda Cr bo'lgan AC, Q yoki QT solishtirganda termik ishlov berilgan namunalarning matritsaning o'zgarishi va ikkilamchi karbid cho'kishi tufayli abraziv yeyilishga nisbatan yuqori qarshilikka ega bo'ladi.

Abraziv zarrachalarning zarb burchagining o'zgarishi yeyilish qiymatini belgilab beradi. Eng yuqori yeyilish kuzatilgan burchak qiymati 60° ni tashkil etdi.

M₇C₃ karbidining yuqori termik barqarorlik xususiyati karbidning hajm ulushini o'zgartirmaydi, lekin bo'shatish harorati uning qattiqligi va sinish chidamliligiga ta'sir qilishi mumkin.

Bo'shatish jarayoni M₇C₃ karbidining mustahkamligini yaxshilash uchun xizmat qilsa-da, u haqiqiy materialning abraziv yeyilishga chidamliligini pasaytiradi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Holmberg Kenneth, Ali Erdemir. Influence of tribology on global energy consumption, cost and emissions // Friction, 2017. Volume 5. Issue 3, pp. 263-84.
2. Гарбер М.Е. Износостойкие белые чугуны. – Москва: Машиностроение, 2020. – 280 с.
3. Finnie I. Erosion of surface by solid particles // Wear, 1960. Volume 3. Issue 2, pp. 87-103.
4. Varga M. High temperature abrasive wear of metallic materials // Wear, 2017. Volume 376-377. Part A, pp. 443-451.
5. Walker Cl., Hambe M. Effect of particles shape on slurry wear of white iron // Wear, 2015. Volume 332-333, pp. 1021-1027.
6. Filipovic Mirjana, Kamberovic Zeljko, Korac Marija, Jordovic Branka. Effect of niobium and vanadium additions on as-cast microstructure and properties of hypoeutectic Fe-Cr-C alloy // ISIJ International, 2013. Volume 53. Issue 12, pp. 2160-2166.
7. Wang Hao, Fu Yu Sheng, Khan Adnan Raza, Huang An Guo. Effect of vanadium on microstructure and wear resistance of high chromium cast iron hardfacing layer by electrosag surfacing // Metallurgy, 2018. Volume 8. Issue 6, pp. 458.
8. Mousavi Anijdan SH., Bahrami A., Varahram N., Davami P. Effect of tungsten on erosion-corrosion behavior of high chromium white cast iron // Material Science. – England, 2007. Volume 454-455, pp. 623-628.
9. Shimizu Kazumichi, Kusumoto Kenta, Year Xinba, Yao Zang, Shirai Masato. Effect of Mo content on erosive wear characteristics of high chromium cast iron at 1173 K // Wear, 2017. Volume 376-377 pp. 542-248.
10. Riki Hendra Purba, Kazumichi Shimizu, Kenta Kusumoto, Takayuki Todaka, Masato Shirai, Hiroya Hara, Jun Ito. Erosive wear characteristics of high-chromium based multi-component white cast irons // Tribology International, 2021. Volume 159. Article 106982.
11. Kusumoto Kenta, Shimizu Kazumichi, Year Xinba, Yao Zang, Ota Yuki, Ito Jun. Abrasive wear characteristics of Fe-2C-5Cr-5Mo-5W-5Nb multi-component white cast iron // Wear, 2017. Volume 376-377, pp 22-29.
12. Kishore Kaushal, Kumar Udit, Nanda Dinesh, Adhikary Manashi. Effect of soaking temperature on carbide precipitation, hardness, and wear resistance of highchromium white cast iron // Journal of Failure Analysis and Prevention, 2020. Volume 20, pp. 249-260.
13. Li Yongcun, Li Ping, Wang Ke, Li Haizhi, Gong Mengying, Tong Weiping. Microstructure and mechanical properties of a Mo alloyed high chromium cast iron after different heat treatments // Vacuum, 2018. Volume 156, pp 59-67.



«Muhandislik sohasidagi ilg'or texnologiyalar» (e-ISSN: 2181-1431) ilmiy-amaliy elektron jurnali Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, «Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJ va Milliy tadqiqot texnologiyalari universiteti «MISiS» Olmaliq shahridagi filiali ta'sischi sifatida tashkil qilingan. O'zbekiston respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi ishchi guruhining 2023 yilning 30-nayabrdagi xulosasiga asosan dissertatsiya asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga (№01-06/2150/3, 01.12.2023 y.) qabul qilinib e'tirof etilgan.

O'zbekiston respublikasi va dunyo olimlarining ilmiy-amaliy tadqiqotlari natijalarini chop qilish, yosh avlodni ilm-fanga qiziqishlarini yanada oshirish, sanoatdagi ilg'or texnologiyalar, nazariyalarni amaliyotda qo'llanilganligi va natijalarini, bundan tashqari, ilmiy asoslangan fikrlarni ilmiy faoliyat bilan shug'ullanadigan jamoalarga taqdim qilish uchun mo'ljallangan.

«Muhandislik sohasidagi ilg'or texnologiyalar» jurnaliga O'zbekiston respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining «Oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagogik kadrlar ixtisosliklari pasportining 05.00.00 – «Texnika fanlari» yo'nalishi tarkibiga kiradiga ixtisosliklar bo'yicha ilmiy maqolalar qabul qilinadi.

Murojaat uchun: E-mail: sciencealgorithm@yandex.com

Veб-sayt: <http://sciencealgorithm.uz>

Научно-практический электронный журнал «Передовые технологии в области инженерии» (e-ISSN: 2181-1431) был создан под руководством Навоийского государственного горно-технологического университета, АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» и Алмалыкским филиалом Национального исследовательского технологического университета «МИСиС». Принят и признан как перечень научных изданий, рекомендуемых для публикаций основных научных результатов диссертаций (№01-06/2150/3, 01.12.2023 г.) на основании заключения рабочей группы ВАК при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан от 30 ноября 2023 года.

Предназначен для публикаций результатов научных и практических исследований учёных Республики Узбекистан и мира, для способствования дальнейшему повышению интереса молодого поколения к науке, о передовых технологиях в промышленности, применении теорий в практике и полученных результатах, кроме того, научно-обоснованных идей сообществ, занимающихся научной деятельностью.

В журнал «Передовые технологии в области инженерии» принимаются статьи по направлению 05.00.00 – «Технические науки» входящего в «Паспорт специальной высококвалифицированных научных и научно-педагогических кадров» ВАК при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан.

Для справки: E-mail: Scientificalgorithm@yandex.com

Веб-сайт: <http://sciencealgorithm.uz>

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МОЛИБДЕНА ИЗ КАРБОНАТНЫХ РАСТВОРОВ ПЕРЕРАБОТКИ УРАНОВОГО ХИМКОНЦЕНТРАТА



Курбанов М.А.,
заместитель начальника
по урану, редким и редкоземельным
металлам, ЦНИЛ АО «НГМК»,
DSc



Худаяров А.С.,
инженер-технолог
ГТЛ ЦНИЛ АО «НГМК»



Утаев С.М.,
лаборант
ГТЛ ЦНИЛ АО «НГМК»



Тимербулатов А.Р.,
лаборант
ГТЛ ЦНИЛ АО «НГМК»

Maqolada uran ishlab chiqarishda chiqadigan karbonatli eritmalardan molibdenni ekstraksiya usuli orqali ajratib olish natijalari keltirilgan. Ekstraksiya jarayonida eritmalardan uran va molibdenni ajratish imkoniyati o'rganildi. Ekstraksiya jarayoninig asosiy rejimlari (izotermasi), organika va eritmalarning nisbati va ekstraksiya bosqichlarining nazariy soni, reekstraksiya rejimlari aniqlandi. Uran karbonatli eritmalardan molibden (ammoniy paramolibdat)ni ajratib olishning texnologik sxemasi keltirildi.

Tayanch iboralar: karbonatli eritma, uran, molibden, sulfat kislotasi, ekstraksiya, ekstraksiya izotermasi, rafinat, reekstraksiya, ammoniy paramolibdat.

В статье представлены результаты извлечения молибдена методом экстракции из карбонатных растворов, выделяющихся при производстве урана. Изучалась возможность выделения урана и молибдена из растворов в процессе экстракции. Определены основные режимы (изотермы) процесса экстракции, соотношение органики и растворов и теоретическое число стадий экстракции, режимы реэкстракции. Приведена технологическая схема выделения молибдена (парамolibдата аммония) из растворов карбоната урана.

Ключевые слова: карбонатный раствор, уран, молибден, серная кислота, экстракция, изотерма экстракции, рафинат, реэкстракция, парамolibдат аммония.

Одним из важнейших направлений в области добычи урана является комплексная переработка минерального сырья с сопутным извлечением из него ценных компонентов, таких, как редкоземельные элементы, ванадий, молибден. В процессе подземного выщелачивания кроме урана в продуктивных растворах отмечено присутствие молибдена в незначительных количествах. Исследованиями установлено, что на стадиях гидрометаллургического производства урана молибден накапливается в технологических растворах.

В результате апробирования растворов по всем технологическим стадиям производства закиси-оксида урана определено, что в карбонатных растворах экстракционной переработки уранового химвконцентра та содержание молибдена может достигать до 900 мг/л. Это может привести к загрязнению конечной готовой продукции молибденом.

Наряду с обеспечением требуемого качества товарной продукции практический интерес представляет извлечение молибдена из карбонатных растворов. Известным в мировой практике способом извлечения молибдена из водных растворов является жидкофазная экстракция. В виде конечного продукта можно рассматривать парамolibдат аммония $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ из которого способом восстановления можно получить металлический молибден.

Классическим примером экстракционных систем является применение в качестве экстрагентов трибутилфосфата (ТБФ), триалкиламина (ТАА) и ди-2-этилгексилфосфорной кислоты (Д2ЭГФК).

Для проведения исследований был использован карбонатный раствор следующего состава (табл. 1).

По результатам, представленным в табл. 1 видно, что кроме молибдена и урана в растворах присутствует и рений, причём содержание молибдена достигает больших, чем уран значений.

В литературе отмечается [2], что из слабокислых растворов (рН = 1-4) молибден в зависимости от формы нахождения можно экстрагировать либо анионообменными экстрагентами типа аминов, или катионообменным экстрагентом – Ди-2-этилгексилфосфорной кислотой (Д2ЭГФК). Эту кислоту более выгодно использовать для экстракции молибдена из маточных растворов, так как присутствующий в них рений (анион ReO_4^-) не экстрагируется Д2ЭГФК.

В слабокислых средах экстрагент Д2ЭГФК является катионообменным, способным обменивать H^+ -ионы на катионы металлов. Обычно Д2ЭГФК используют в виде раствора в керосине, где он находится в димеризованной форме $(\text{HR}_2\text{PO}_4)_2$.

Способность Д2ЭГФК экстрагировать катионы MoO_2^{2+} приводит к сдвигу равновесия и извлечению всего молибдена в органическую фазу. Экстракция молибдена в присутствии Д2ЭГФК описывается реакцией:



Реэкстракция молибдена из насыщенных растворов экстрагентом может быть осуществлена щелочью, гипохлоритом натрия, содой и водным аммиаком. Выбор реэкстрагирующего вещества, как правило, зависит от дальнейшего способа переработки молиб-

Таблица 1

Состав раскисленного карбонатного раствора при переработке уранового химвконцентра та

Проба	рН	H_2SO_4 , г/л	Fe^{3+} , г/л	Fe^{2+} , г/л	Mo, г/л	U, г/л	Re, г/л
Карбонатные растворы	0,6	60	0,5	–	0,9	0,35	0,06

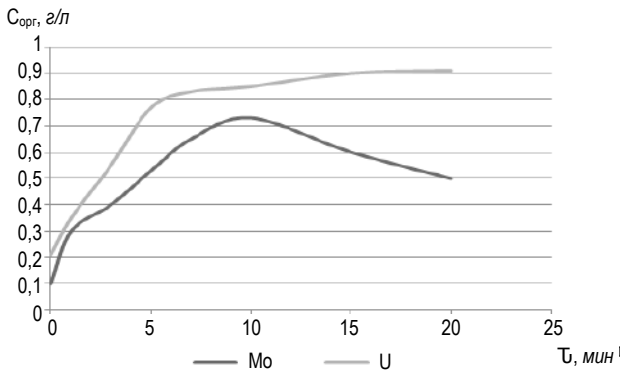


Рис. 1. Кинетика экстракции урана и молибдена из карбонатных растворов

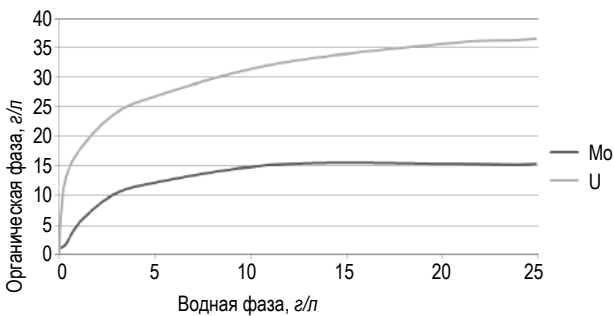


Рис. 2. Изотерма экстракции уран и молибден при составе органики 0,2М Д2ЭГФК + 0,1М ТБФ

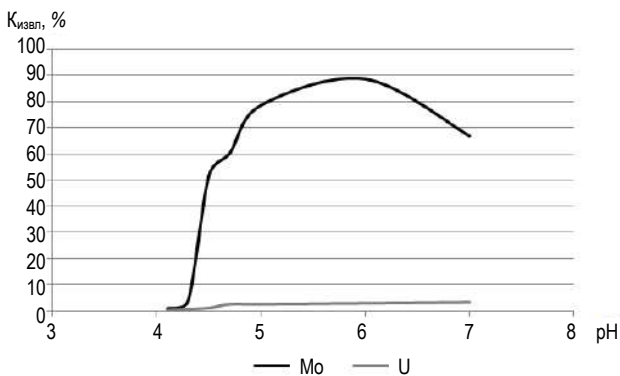


Рис. 3. Зависимость селективного извлечения молибдена от pH реэкстракции ($V_{ОФ}:V_{ВФ}=10:1$)

Таблица 2
Результаты экстракции урана и молибдена из карбонатного раствора (Исходный раствор: $[U] = 0,35$ г/л, $[Mo]=0,9$ г/л, состав органики – 0,2М Д2ЭГФК + 0,1М ТБФ)

Процесс	Концентрация, мг/л						Извлечение, %	
	ВФ			ОФ			Mo	U
	$V_{ОФ}:V_{ВФ}$	Ph	Mo	U	Mo	U		
Экстракция	1:1,5	0,6	101,7	27,3	800	321	88,7	92,2

денового концентрата. Из приведенных выше данных можно отметить, что как уран, так и молибден будут извлекаться из растворов минеральных кислот одновременно одними и теми же экстрагентами. Это превносит значительные трудности при переработке уранмолибденовых растворов.

Экспериментальная часть. В лабораторных исследованиях экстракционное разделение урана и молибдена проводили из производственных карбонатных растворов следующего состава: 0,2-0,5 г/л урана и 0,6-0,9 г/л молибдена. В качестве органического экстра-

Таблица 3
Селективная реэкстракция молибдена из насыщенной органики (состав насыщ. органики: $[Mo]=0,8$ г/л, $[U] = 0,321$ г/л)

Процесс	Концентрация, г/л						Извлечение, %	
	ВФ			ОФ			Mo	U
	$V_{ОФ}:V_{ВФ}$	Ph	Mo	U	Mo	U		
Реэкстракция	10:1	6,0	7,1	0,004	0,09	0,32	89	1.2



Рис. 4. Осадок парамолибдата аммония, полученного в результате перекристаллизации ($[(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O] = 98,2\%$)

гента использовали технические образцы Д2ЭГФК и ТБФ, применяемые на экстракционном переделе производства закиси-оксида урана. В качестве растворителя использовали углеводородное сырье. Процесс экстракции молибдена из карбонатного раствора проводили при перемешивании в делительных воронках с последующим отстаиванием до образования четкой границы раздела фаз, а соотношение $V_{ОФ} : V_{ВФ} = 1 : 1,5$.

Важным обстоятельством является то, что при подготовке карбонатных растворов к экстракции их необходимо подвергать контрольному отстаиванию и при необходимости раскислять до $pH < 1,0$. В этих условиях соединения урана и молибдена переходят в кислую форму без образования осадков и посторонних фаз (эмульсий). Кинетика и изотерма экстракции урана и молибдена из карбонатного раствора представлена на рис. 1 и 2.

Полученные результаты (рис. 1 и 2) подтверждают ранее полученные заключения о том, что по мере насыщения органической фазы происходит вытеснение молибдена ураном. Задачей исследования на данном этапе являлось определение параметров экстракции, при котором концентрация молибдена в органической фазе достигает максимума. Затем поиск возможности разделения урана и молибдена на стадии реэкстракции.

С целью повышения извлечения молибдена и определения числа ступеней экстракции исследовали влияние соотношения фаз на совместное извлечение U и Mo. Исследованиями определено что при соотношении $O : B = 1 : 1,5$ и количества ступеней равным 5 достигается максимальная степень извлечения из карбонатных растворов U – 92,2% и Mo-88,7%. Результаты представлены в табл. 2.

Стадия реэкстракции осуществлялась с применением разбавленного раствора аммиачной воды (NH_4OH). Выбранный способ отличается от других подобных процессов тем, что к органической фазе при перемешивании добавляли раствор аммиачной воды до $pH = 6,0$. На данной стадии очень важно не допускать образование эмульсии, которая снижает эффективность реэкстракции молибдена (рис. 3).

Таким образом исследование реэкстракции Mo из насыщенной органики показало, что его можно селективно извлечь в водную фазу путём обработки экстракта разбавленным раствором аммиачной воды. Результаты реэкстракции Mo представлены в табл. 3.

Таким образом установлено, что из концентрированных по молибдену (до 80-120 г/л) реэкстрактов может быть получен парамолибдат аммония $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$. Для этого в практике принято использовать способы выпарки или перекристаллизации.

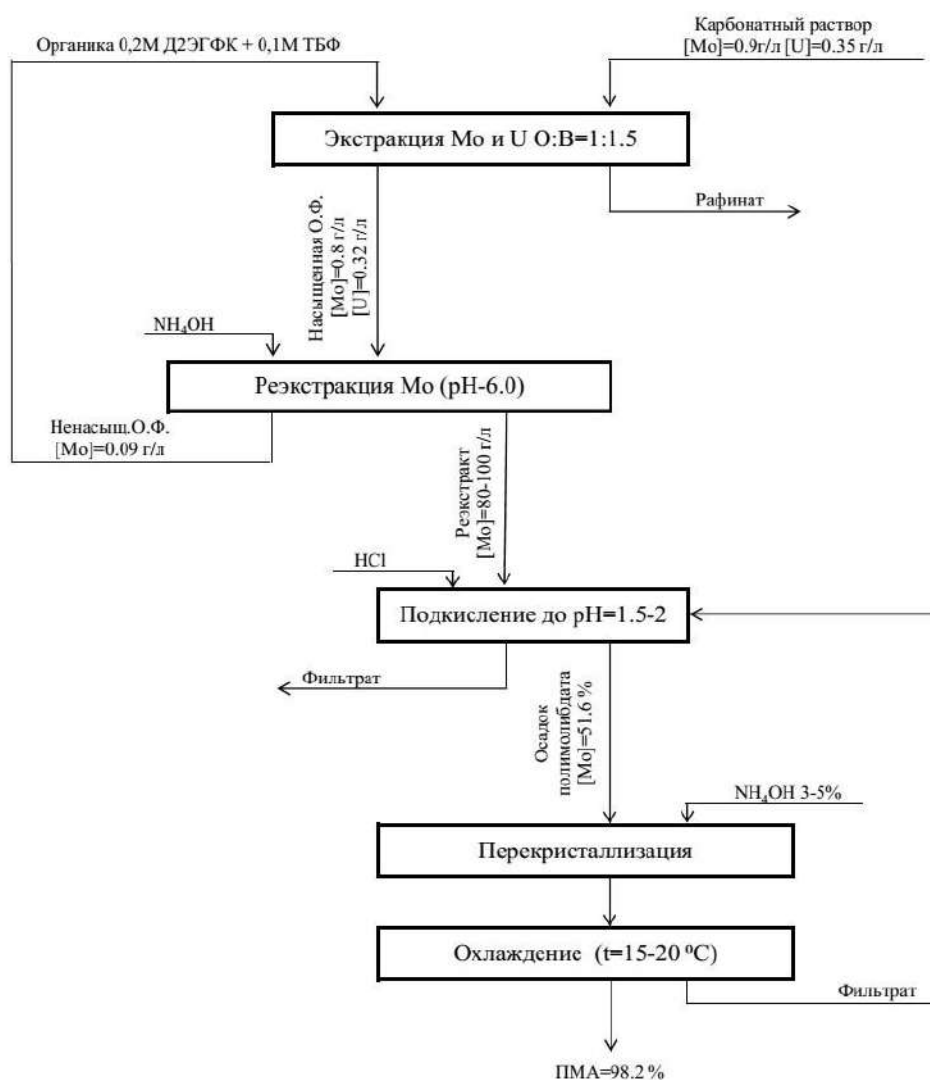


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема получения парамолибдата аммония (ПМА) из карбонатных растворов

Известно, что в результате подкисления соляной кислотой растворов молибдата аммония в зависимости от конечного значения pH раствора и температуры выделяются полимолибдаты различного состава.

В процессе исследований, при подкислении соляной кислотой (до pH = 1,5-2) раствора реэкстракта, с нагреванием и интенсивным перемешиванием образовался осадок, в который извлеклось до 94-95% молибдена.

Выпавший кристаллический осадок был быстро отфильтрован, так как при продолжительном контакте с маточным раствором двухводная соль переходит в безводный тетромлибдат. В результате этого образуется дисперсный труднофильтруемый осадок.

Для отделения ионов хлора проведена перекристаллизация осадка полимолибдата. С этой целью осадок растворили в 3-5%-ном растворе аммиака при нагревании. После охлаждения до комнатной температуры из раствора выделилось до 60% Mo в форме кристаллического осадка парамолибдата аммония ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (рис. 4).

Таким образом, выделение молибдена из карбонатных растворов при переработке урановых химконцентратов имеет не только практический интерес, но и позволяет снизить вероятность загрязнения примесями готовой продукции закиси-оксида урана. Принципиальная технологическая схема извлечения молибдена из карбонатных растворов представлена на рис. 5.

Библиографический список:

1. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – Москва, 1962. – № 7. – С. 555-571.
2. Зеликман А.Н. Молибден. – Москва: Металлургия, 1970. – 10 с.
3. Зеликман А.Н., Меерсон Г.А. Металлургия редких металлов. – Москва: Металлургия, 1973. – 141 с.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ФУТЕРОВОК ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ ПРИМЕНЯЕМЫХ В АО «НГМК» ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОМОЛА



Рахманов У.Ж.,
начальник
отдела инновационных технологий
ПО «НМЗ» АО «НГМК»



Очилов Р.Х.,
инженер-аналитик
отдела инновационных технологий
ПО «НМЗ» АО «НГМК»



Эшмурадов Н.С.,
инженер-технолог
отдела инновационных технологий
ПО «НМЗ» АО «НГМК»



Сайдмахмадов Н.М.,
докторант
кафедры «Литейные технологии»
ТашГТУ им. И. Каримова

Ushbu maqolada «NKMK» Ajda qo'llaniladigan an'anaviy sharli tegirmon qoplamasi va takomillashtirilgan sharli tegirmon qoplamasi muhokama qilinadi. Taklif etilgan va oldingi qoplamalar bo'yicha eksperimental ma'lumotlar keltirilgan. Yangi takomillashtirilgan sharli tegirmon qoplamasi dizaynining iqtisodiy samarasi ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: sharli tegirmon, qoplama, ruda, maydalash, xrom-molibden, zarba-abraziv, yemirilish, bo'shatish, oqizish, abraziv yemirilish, po'lat.

В данной статье рассматривается традиционная футеровка шаровой мельницы используемая в АО «НГМК» и усовершенствованная футеровка шаровой мельницы. Приводятся экспериментальные данные предлагаемой и прежних футеровок. Показан экономический эффект от применения новой усовершенствованной конструкции футеровки шаровой мельницы.

Ключевые слова: шаровая мельница, футеровка, руда, помол, хромомолибден, ударноабразивный, износ, разгрузка, слив, абразивный износ, сталь.

В период эксплуатации отдельные детали горного оборудования и машин работают в тяжелых условиях вызванных абразивным и динамическим воздействием, и как следствие, подвергаются быстрому ударно-абразивному износу. Преждевременный износ деталей приводит к большим затратам энергии и оказывает вредное влияние на работу машин в целом. Таким образом, работоспособность машин во многом определяется износостойкостью деталей рабочих органов, преимущественно изготовленных методом литья из хромомолибденовых сталей [1].

Исходя из условий эксплуатации шаровых мельниц, используемых в условиях АО «НГМК», повышен срок службы футеровки за счёт изменения конструкции и выбора её оптимального материала. В результате повышен выпуск производства измельченной руды требуемой фракции (71 мкм).

Как видно на рис. 1, изготовленная футеровка из стали 110Г13Л работает в условиях ударно-абразивного износа [2]. Действующая конструкция футеровки в мельнице работает при высоких ударных нагрузках, а кроме того, в результате удара шаров по поверхности футеровки под действием определенной силы происходит разрушение шаров. Футеровка испытывает высокую ударную нагрузку, и происходит скол шаров. Из-за малой площади соприкосновения мелющих тел выход годной фракции (71 мкм) составляет 85-89% [3]. Проведенные эксперименты на мельницах № 44 и № 57 при разных загрузках, класс крупности материала после разгрузки мельницы и слива ГЦУ показывают, что выход годной фракции при футеровке действующей конструкции из хромомолибденового сплава повысилась до 96%. (табл. 1). Но за счёт высокой ударной нагрузки происходит интенсивный

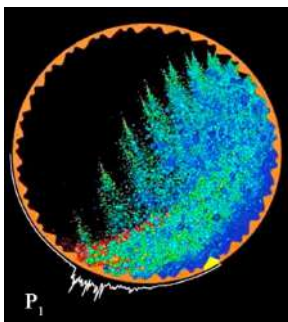


Рис. 1. Вид рабочего процесса мельницы, эксплуатируемой в условиях АО «НГМК»

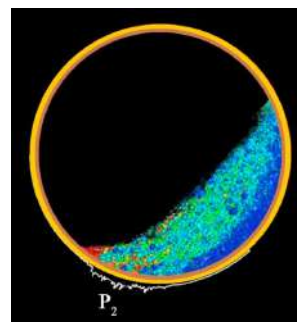


Рис. 2. Вид рабочего процесса усовершенствованной конструкции футеровки предлагаемой для АО «НГМК»

Таблица 1

Анализы исследований помола

Дата, часы отбора	Наименование продукта	Средне-часовая переработка, т/час	Плотность продукта, г/л	Выход, %								
				Классы крупности, мм								
				+10	+5	+3	+1	+0,5	+0,14	+0,071	-0,071	Исх.
04.05.23 г. 18 ³⁰	Разгрузка МШЦ № 57 (45x60)	165	1806	-	0,4	0,5	1,6	5,0	30,1	23,9	38,5	100
	Слив ГЦУ (3-блок)		1170	-	-	-	-	0,3	3,7	96,0	100	
	Разгрузка МШЦ № 44 (45x60)	165	1804	-	1,6	1,7	4,0	7,6	34,5	25,5	25,1	100
	Слив ГЦУ (2-блок)		1176	-	-	-	-	0,7	9,7	89,6	100	
04.05.23 г. 19 ³⁰	Разгрузка МШЦ № 57 (45x60)	165	1827	-	0,4	0,2	1,3	4,3	31,2	24,1	38,5	100
	Слив ГЦУ (3-блок)		1161	-	-	-	-	0,3	3,4	96,3	100	
	Разгрузка МШЦ № 44 (45x60)	165	1795	0,4	0,5	0,9	3,5	7,7	34,4	25,7	26,9	100
	Слив ГЦУ (2-блок)		1141	-	-	-	-	0,4	6,6	93,0	100	
04.05.23 г. 20 ³⁰	Разгрузка МШЦ № 57 (45x60)	165	1774	-	0,2	0,2	1,1	3,8	28,4	26,5	39,8	100
	Слив ГЦУ (3-блок)		1179	-	-	-	-	0,4	3,2	96,4	100	
	Разгрузка МШЦ № 44 (45x60)	160	1698	0,3	1,4	1,4	3,7	7,5	36,1	24,8	24,8	100
	Слив ГЦУ (2-блок)		1191	-	-	-	-	1,1	14,3	84,6	100	
04.05.23 г. 21 ³⁰	Разгрузка МШЦ № 57 (45x60)	145	1885	-	1,0	0,5	1,6	4,6	29,5	24,1	38,7	100
	Слив ГЦУ (3-блок)		1178	-	-	-	-	0,6	4,3	95,1	100	
	Разгрузка МШЦ № 44 (45x60)	160	1819	2,7	1,3	1,5	4,0	8,1	35,2	22,3	24,9	100
	Слив ГЦУ (2-блок)		1161	-	-	-	-	1,1	12,9	86,2	100	



Рис. 3 Вид отработанной усовершенствованной футеровки

износ хромомолибденовой футеровки (АКТ №04/541 от 19.12.2022 г.) (рис. 3).

На основании исследования была разработана усовершенствованная конструкция футеровки с целью уменьшения ударной нагрузки и увеличения поверхности трения между футеровкой и шарами (рис. 2). В результате выход годного (71 мкм) повысится до 94-96% (рис. 4 и 5). Показанная конструкция футеровки на рис. 1 предназначена для сплава 110Г13Л, так как

при ударе образуется наклёп. В хромомолибденовых сплавах не образуется наклёп, что приводит к их быстрому износу [4]. Срок службы предлагаемой конструкции хромомолибденовой футеровки (рис. 2) увеличивается при его работе только на абразивный износ и не работает при высоких ударных нагрузках.

На основе исследований экспериментальные результаты по четырем позициям представлены в табл. 1.

В настоящее время традиционная футеровка мельниц в условиях АО «НГМК», имеет поверхность контакта шара с рудой (рис. 7) значительно меньше, чем поверхность контакта шара с рудой предложенной конструкции футеровки (рис. 8) [5].

На рис. 7 длина контактной линии шара с рудой составляет 5 мм. На рис. 8 длина контактной линии составляет 76 мм, глубина погружения шара составляет 14 мм, глубина контактной зоны шара с футеровкой составляет 35 мм, и полностью повторяет профиль канавки футеровки, что значительно повышает степень измельчения и выход годной требуемой фракции (71 мкм).

На основании этих параметров участок контактной поверхности шара рассчитывается по формуле:

$$S = \pi(r^2 + h^2) = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 14,5 = 4553 \text{ мм}^2$$

где S – площадь соприкосновения шара между рудой и футеровкой;

R – радиус шара;

h – высота рабочей зоны (рис. 8)

С учётом вышеперечисленных показателей, исходя из усовершенствованной конструктивной футеровки и подобранного для нее оптимального материала, были сделаны следующие выводы:

1. Традиционная мельничная футеровка, используемая в АО «НГМК», изготавливается из стали марки 110Г13Л и цикл термической обработки составляет 24 ч. Применение новой конструкции футеровки из чугуна марки 300Х32Н2РЛ не требует термической обработки, которая последовательно приводит к снижению энергозатрат и трудоёмкости [6].

2. В результате использования традиционной футеровки выход годного (71 мкм) составляет 85-89%. При рекомендованной усовершенствованной футеровке новой конструкции выход годного (71 мкм) составляет 94-96% (рис. 4 и 5).

3. В процессе измельчения руд шары мельницы скалываются при определенном ударе. Предложенная улучшенная новая конструкция футеровки предотвращает поломку шара из-за отсутствия ударной нагрузки во время работы [7]. Ударная нагрузка

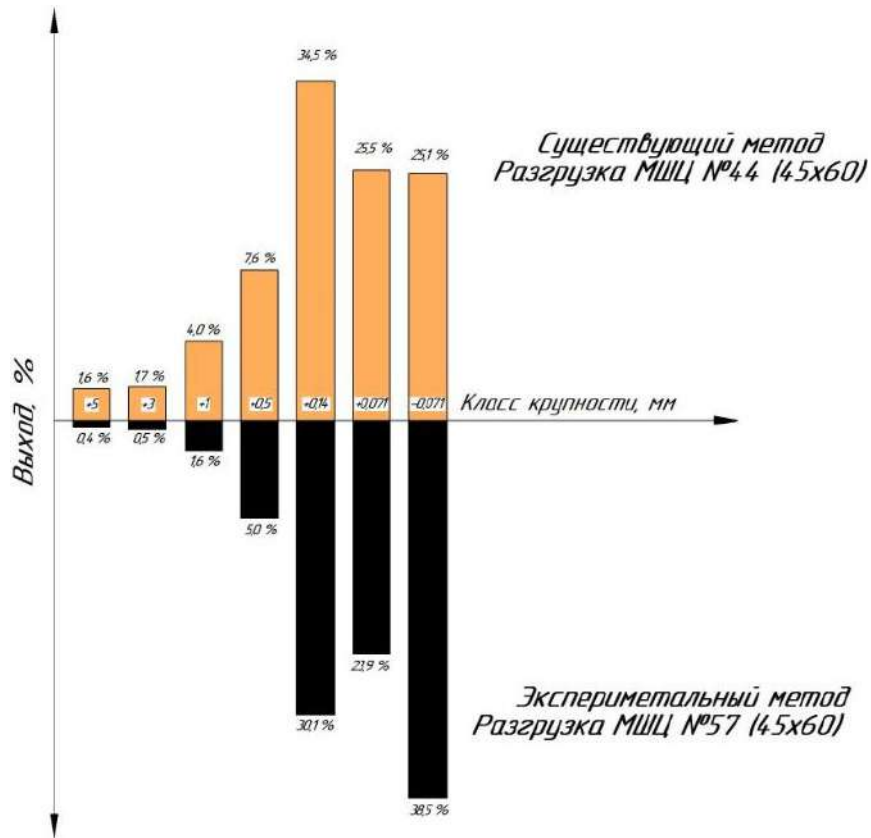


Рис 4. Результаты исследования помола разгрузки МШЦ

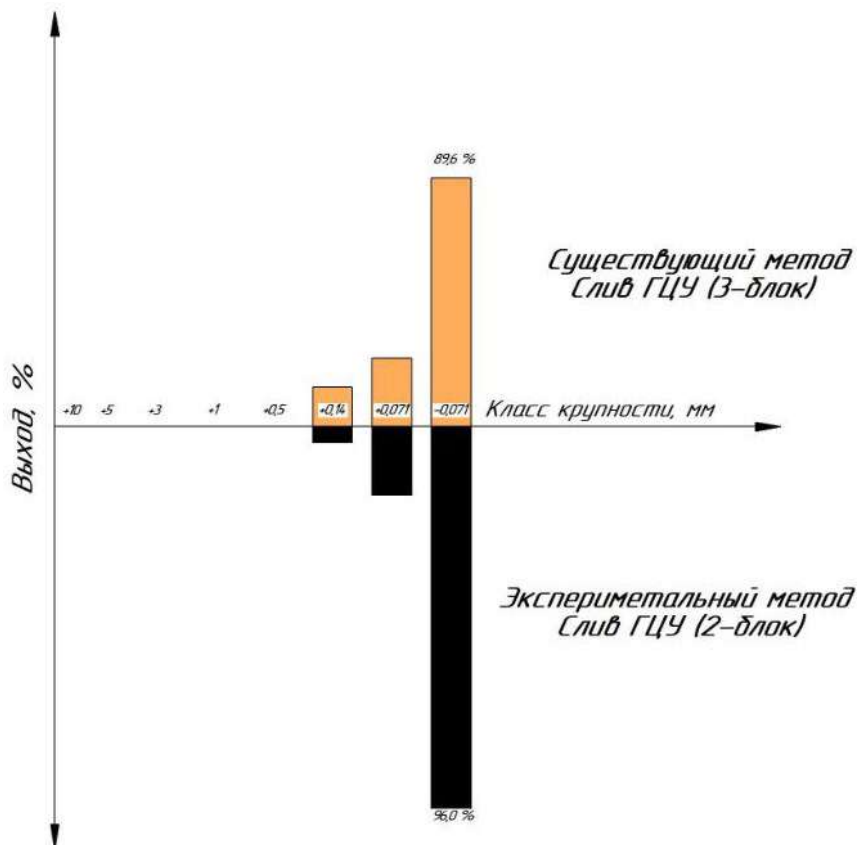


Рис 5. Результаты исследования помола слива ГЦУ

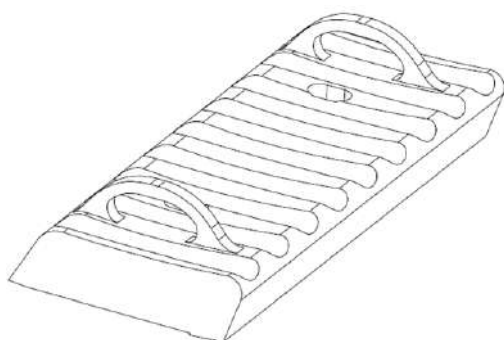


Рис. 6. Общий вид предлагаемой конструкции футеровки

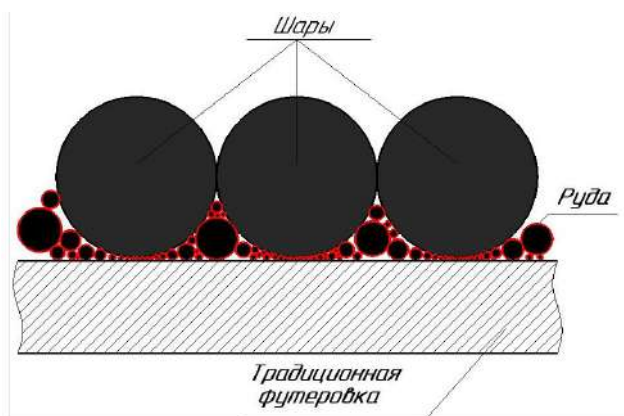


Рис. 7. Вид традиционной футеровки в процессе измельчения

в 5-6 раз меньше чем при традиционной конструкции футеровки ($P_1 > P_2$), это повышает срок службы футеровки.

4. В процессе эксплуатации мельницы большая часть недоизмельченной фракции руды выходит из разгрузочной части мельницы, что требует дополнительной установки сбросных мельниц, которая приводит к снижению эффективности. При

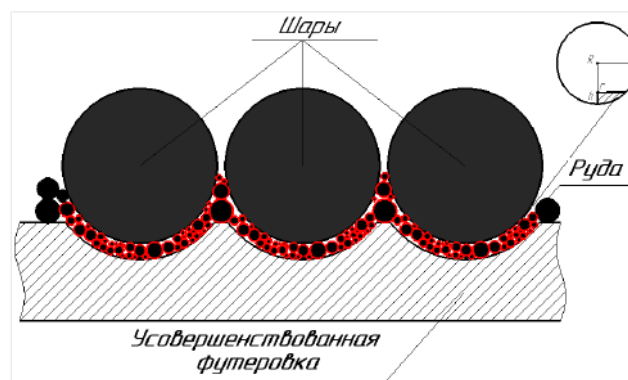


Рис. 8. Вид усовершенствованной конструкции футеровки в процессе измельчения

предлагаемой футеровке новой конструкции, мельница не работает в водопадном или в каскадном режиме. Поэтому крупная фракция руды не перемешивается с мелкой фракцией. Мелкая фракция выходит из разгрузки мельницы, а крупная часть, за счёт плотности доизмельчается в мельнице. Из-за выхода меньшего количества крупной фракции руды, оборудования технологической цепочки (насосы, классификаторы и гидроциклоны) подвергаются меньшему износу. Применение новой усовершенствованной конструкции футеровки взамен традиционной футеровки мельницы приводит к снижению металлоёмкости на 13-14%, а также увеличению объёма мельницы, что в свою очередь, приводит к повышению экономической эффективности производственного процесса.

5. При эксплуатации мельниц, применяемых в условиях АО «НГМК», крупная фракция составляет 11-15% и требуется их переработка. Это приводит к снижению экономической эффективности. В результате применения усовершенствованных футеровок новой конструкции, уровень наличия крупной фракции составляет 4-6% (рис. 8). В процессе дальнейшей переработки, повышается срок службы оборудования задействованное в обогащении руд, что приведёт к увеличению их эффективности.

Библиографический список:

1. Стригин И.А., Басов А.И., Ельцев Ф.П., Троицкий А.В. Основы металлургии. – Т. VII. Технологическое оборудование предприятий цветной металлургии. – М.: «Металлургия», 1975. – С. 1008.
2. Голубцов В.А., Лунев В.В. Модифицирование стали для отливок и слитков. – Челябинск – Запорожье: ЗНТУ, 2009. – 356 с.
3. Гребнев Ю.В., Габельченко Н.И., Хмуров И.А. Совершенствование технологии выплавки стали 110Г13Л // Известия Волгоградского государственного технического университета. – Волгоград – Россия: ВГТУ, 2014. – № 9 (136). – Т. 9. – С. 129-132.
4. Рахманов У.Ж., Улугов Г.Д., Шарафутдинов У.З. Изучение влияния модификатора «ARMET» на морфологию неметаллических включений стали 110Г13Л // Проблемы, перспективы и инновационный подход эффективной переработки минерального сырья и техногенных отходов: труды VI Междунар. научно-практической конференции. – Алмалык, 2021. – 290 с.
5. Абдуллаев К.С., Ахмедов Х.И., Бободустов З.М., Улугов Г.Д. Исследование структуры и свойств высокомарганцовистой стали 110Г13Л отливаемых в ПО НМЗ // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2020 г. – № 2 (81). – С. 64-67.
6. Молдакаримов Д.Б., Картабаев А.Т., Абуталиев Д.Б., Сыздыков С.А. Машины и агрегаты металлургических предприятий // Учебное пособие. – Астана: НАО Холдинг Кәсіпқор, 2018. – 105 с. ISBN 978-601-333-588-9.
7. Nodir T. et al. Development Of Technology To Increase Resistance Of High Chromium Cast Iron // The American Journal of Engineering and Technology. 2021. – Т. 3. – No. 03, pp. 85-92.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЕЙСМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА И СПОСОБА ЗАОТКОСКИ УСТУПОВ НА ПРЕДЕЛЬНОМ КОНТУРЕ КАРЬЕРА



Умаров Ф.Я.,
директор
АФ НИТУ «МИСИС»,
д.т.н., профессор



Заиров Ш.Ш.,
начальник сектора
научных исследований, инноваций и
подготовки научно-педагогических
кадров АФ НИТУ «МИСИС»,
д.т.н., профессор



Райимов С.С.,
главный инженер
рудника «Мурунтау»
АО «НГМК»



Шарипов Л.О.,
старший преподаватель
кафедры «Добыча и переработка руд
редких и радиоактивных металлов»
НГТУ

Ilmiy ishda har qanday interval bilan har qanday berilgan nuqtalarda tebranishlar tezligini aniqlash imkonini beruvchi, portlovchi moddalar skvajinali zaryadlari porlashining maydon bo'ylab tarqalgan seysmik ta'sirining matematik modeli ishlab chiqilgan. Shuningdek, bortlar konstruksiyalari parametrlarini hisoblash va tog' jinslari massivida kuchlanishni hisobga olishning matematik modeli va blok-sxemasini ishlab chiqilgan. Ushbu modellar massiv buzilishining va darzliklar hosil bo'lishining kamayishini, bundan tashqari, ochish ishlari hajmining qisqarishini ta'minlash imkonini beruvchi, karyer konturoldi zonasida pog'onalarni qiyalashtirish usulini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Tayanch iboralar: yoppasiga portlashning seysmik ta'siri, karyerning ish olib borilmaydigan borti, portlovchi moddalar zaryadining massasi, seysmik kuchlanish to'qinining fazasi, seysmik tebranishlar, karyerning kontur oldi zonasida portlatish ishlarini olib borish usuli.

В работе разработана математическая модель сейсмического действия взрыва рассредоточенных по площади скважинных зарядов взрывчатых веществ, позволяющая определить скорость колебаний в любой заданной точке с любым интервалом. Также разработана математическая модель и блок-схема расчёта параметров конструкции бортов и вычисления напряжений в массиве горных пород. Данные модели позволили разработать способ заоткоски уступов в приконтурной зоне карьера, позволяющий обеспечить снижение нарушений массива и трещинообразования, а также сокращение объёма вскрышных работ.

Ключевые слова: сейсмическое действие массового взрыва, нерабочий борт карьера, масса заряда взрывчатых веществ, фаза сейсмической волны напряжений, сейсмические колебания, способ ведения взрывных работ в приконтурной зоне карьера.

В настоящее время разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом ведется в сложных горно-геологических условиях, где необходимо надежное обеспечение устойчивости эффективных конструкций бортов карьеров и их элементов для повышения полноты отработки, улучшения технико-экономических показателей работы предприятия и обеспечения необходимой безопасности ведения горных работ.

При ведении взрывных работ в приоткосной части бортов карьеров нарушается их сплошность, развиваются трещины и ослабляется массив.

Применение низкобризантных взрывчатых веществ (ВВ), промежуточных детонаторов и зарядов специальных конструкций позволяют снизить динамическое воздействие на приконтурную область, однако их применение приводит к повышению затрат на разрушение и в ряде случаев не обеспечивает требуемых конечных результатов.

Несмотря на многочисленные исследования [1-12], проблема обеспечения устойчивости бортов в их предельном положении из-за сложности и широкого разнообразия горнотехнических и

гидрогеологических условий месторождений для средних и глубоких карьеров до конца не решена.

При исследовании различных физических процессов пользуются методами моделирования и натурных наблюдений. Наиболее широкое применение в практике научных исследований получило физическое и математическое моделирование.

Достоинством математического моделирования процессов является возможность получения достаточно достоверных результатов для практически не ограниченного числа вариантов исходных условий и значений величин входных параметров. Необходимо, однако, отметить, что математическое моделирование всегда базируется на каких-то предварительных данных, полученных в результате аналитических или экспериментальных исследований.

Основной задачей решения задачи определения основных закономерностей влияния параметров буровзрывных работ на сейсмическое действие взрыва является информация, которая базируется на учёте физико-механических и горнотехнических свойств пород и руд с учётом блочности и трещиноватости массива.

В работе [13] приведено основное уравнение математической модели сейсмического действия взрыва рассредоточенных по площади зарядов:

$$V = \sum_{f=1}^{f=u} V_f, \text{ м/с} \quad (1)$$

где V – скорость смещения от действия j -го заряда, м/с;
 u – число единичных зарядов.

По общепринятой технологии расстояние между рядами скважин и скважинами в ряду сохраняются постоянными, а форма взрываемых блоков в большинстве случаев прямоугольная.

Скорость колебаний может быть определена по выражению:

$$V = \sum_{j=m}^{d=m} \sum_{i=1}^{i=n} V_{ij}, \text{ м/с} \quad (2)$$

где V_{ij} – скорость колебаний от действия j -го заряда i -го ряда, м/с;
 n – число рядов в скважинном блоке;
 m – число скважин в ряду.

Для обеспечения рациональной структуры математической модели принята следующая система прямоугольных координат (рис. 1):

- начало координат совмещено с первой скважиной первого ряда;
- ось x совмещена с первым рядом скважин и направлена в сторону увеличения порядковых номеров зарядов этого ряда;
- ось совмещена с линией образованной первыми номерами скважин и направлена в сторону, обратную увеличению порядковых номеров рядов.

Положение точки, для которой распределяется сейсмическое действие взрыва относительно начала координат может быть обозначено двумя величинами:

- a – координата « y » точки, м;
- b – координата « x » точки, м.

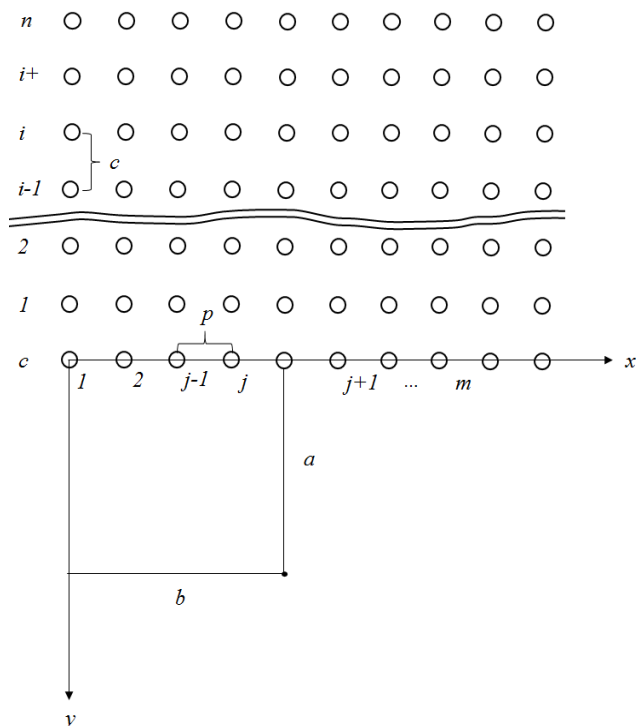


Рис. 1 Схема к построению блок-схемы математической модели сейсмического действия взрыва распределённых по площади зарядов

Тогда расстояние от точки до любого j -го заряда i -го ряда может быть определено по выражению:

$$R_{ij} = \sqrt{[a + (i-1)c]^2 + [b - (j-1)p]^2}, \text{ м} \quad (3)$$

где C – расстояние между рядами, м;
 P – расстояние между скважинами в ряду, м.

Сейсмическое воздействие j -го заряда i -ой скважины может быть определено по формуле М.А. Садовского:

$$V_{ij} = k \left(\frac{\sqrt[3]{g_{ij}}}{R_{ij}} \right)^v, \text{ м/с} \quad (4)$$

где k – коэффициент, учитывающий свойства горных пород;
 g_{ij} – величина заряда ВВ j -ой скважины i -го ряда, кг;
 R_{ij} – расстояние до j -ой скважины i -го ряда, м;
 v – показатель степени затухания.

Обычно величина заряда в скважинах одинакова и тогда структура математической модели упрощается, т.к. $g_{ij} = g$.

Входными величинами математической модели при определении скорости колебаний какой-либо точки являются:

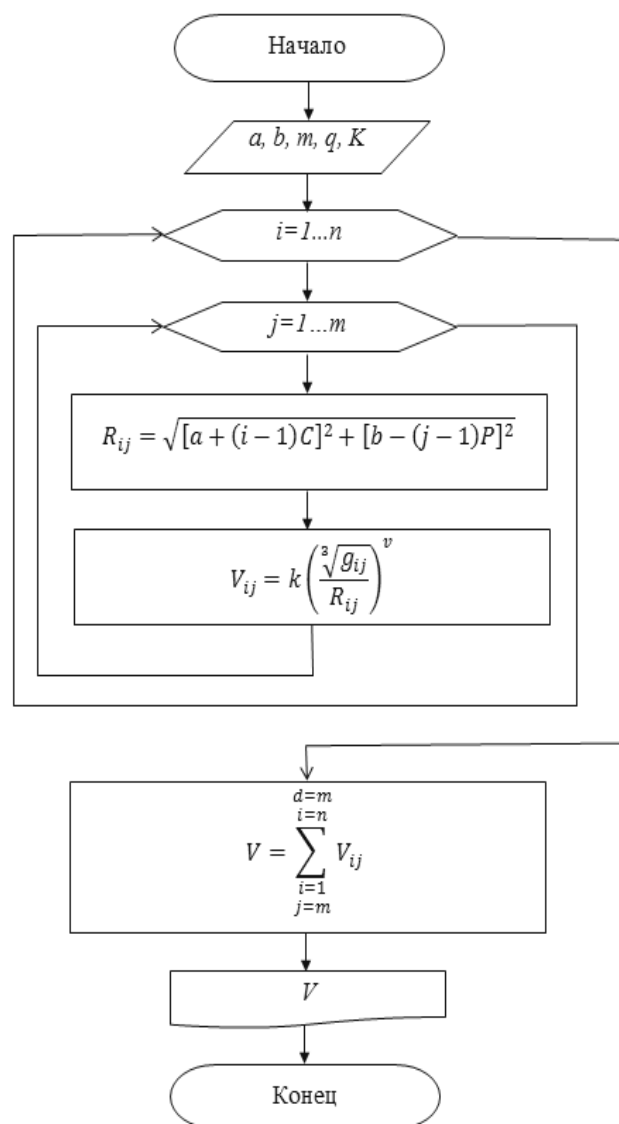


Рис. 2 Блок-схема математической модели сейсмического действия взрыва для определения скорости колебаний в заданной точке

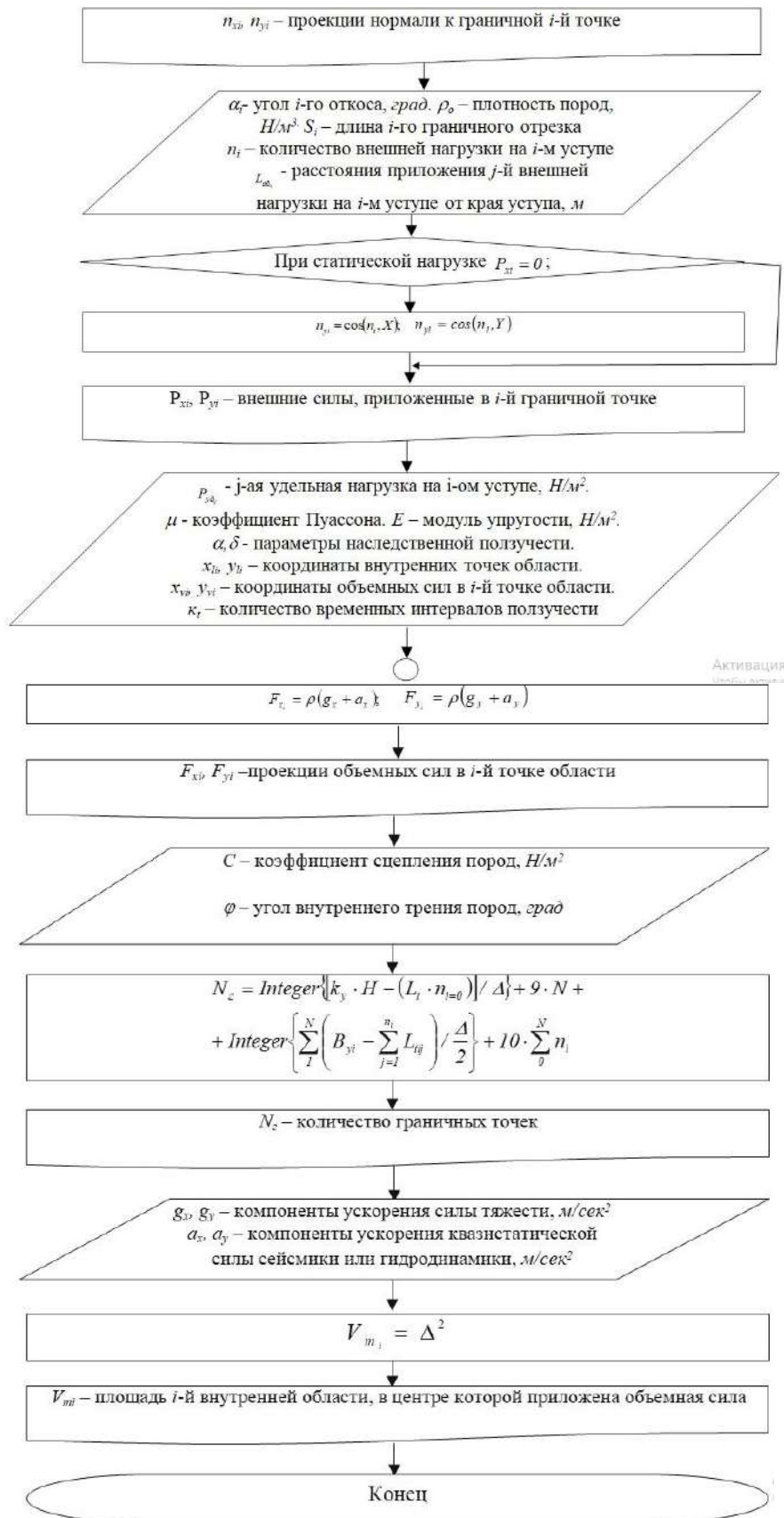


Рис. 3. Блок-схема расчёта параметров конструкции бортов и вычисления напряжений в массиве горных пород

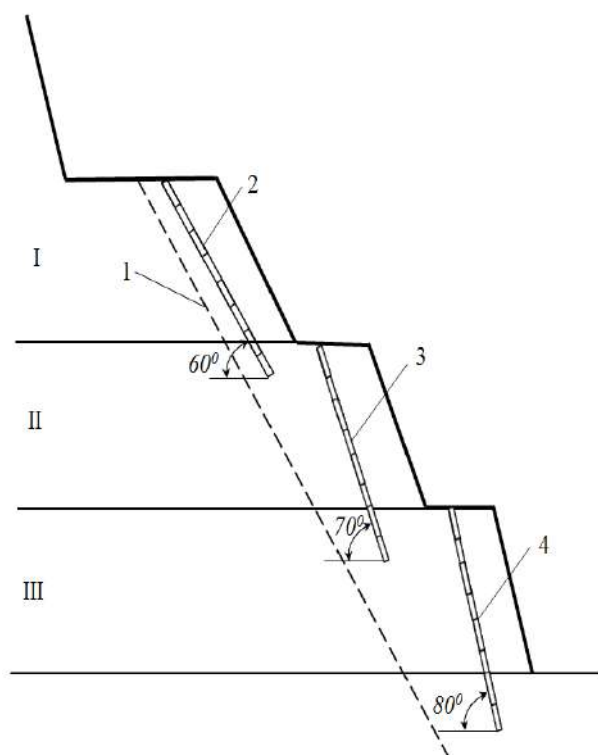


Рис. 4. Схема заоткоски уступов на предельном контуре карьера: I, II и III – горизонты подступов; 1 – проектный контур карьера; 2, 3 и 4 – ряды наклонных контурных скважин

- a – координата «у» точки, м;
- b – координата «х» точки, м;
- C – расстояние между рядами, м;
- p – расстояние между скважинами в ряду, м;
- q – величина заряда ВВ в скважине, кг;
- t – число скважин в ряду, шт.;
- n – число рядов скважин, шт.;
- k – коэффициент, учитывающий свойства горных пород;
- v – показатель степени затухания.

Блок-схема математической модели для определения сейсмического действия взрыва в заданной точке представлена на рис. 2.

Разработанная математическая модель позволяет определять скорости колебаний в любой заданной точке поверхности, прилегающей к взрывному блоку. Кроме этого варьируя входными величинами (параметрами взрыва), можно производить исследование их влияния на скорость колебания.

На рис. 3 представлена разработанная математическая модель и блок-схема расчёта параметров конструкции бортов и вычисления напряжений в массиве горных пород.

В результате проведенных исследований для повышения устойчивости откосов бортов карьера разработан способ заоткоски уступов в приконтурной зоне, обеспечивающий снижение нарушений массива и трещинообразования, а также сокращение объема вскрышных работ (рис. 4).

Согласно данному способу, при приближении горных работ к конечному контуру карьера уступы страиваются, формируя подступы с горизонтами I, II и III. Каждый подступ взрывается раздельно. Первым взрывается подступ на горизонте I, следующим – на горизонте II и последним – на горизонте III.

При первом массовом взрыве до дробления массива скважинными зарядами ВВ на верхнем подступе (горизонт I) на расстоянии 1 м от проектного контура карьера буровым станком бурится ряд наклонных скважин под углом 60°.

Расстояние в ряду между контурными наклонными скважинами составляет 2 м.

При втором массовом взрыве до дробления массива скважинными зарядами ВВ в среднем подступе (горизонт II) бурится также ряд наклонных скважин под углом 70°. Расстояние в ряду между контурными наклонными скважинами составляет также 2 м.

При третьем массовом взрыве до дробления массива скважинными зарядами ВВ в нижнем подступе (горизонт III) бурится ряд наклонных скважин под углом 80°.

Расстояние в ряду между контурными наклонными скважинами составляет 2 м.

Заряды во всех контурных скважинах формируют из промежуточных детонаторов с эмульсионным ВВ и детонирующего шнура в виде гирлянд с удельным расходом 2 кг/м.

Применение предлагаемой последовательности и параметров отстройки уступов обеспечивает высокое качество заоткоски уступа, полную сохранность законтурного массива, сокращение объема вскрышных работ и безопасность ведения горных работ.

Библиографический список:

1. Заиров Ш.Ш., Уринов Ш.Р., Равшанова М.Х., Номдорон Р.У. Физико-техническая оценка устойчивости бортов карьеров с учетом технологии ведения буровзрывных работ. Монография. – Бухоро: изд-во «Бухоро», 2020. – 175 с.
2. Астафьев Ю.П., Уринов Ш.Р., Тухташев А.Б. Анализ технологии ведения открытых горных работ и отстройки бортов карьеров // Национальное информационное агентство Узбекистана УзА. Отдел науки (электронный журнал). – Ташкент. Июнь, 2020. – С. 1-15.
3. Силкин А.А., Кольцов В.Н., Шеметов П.А., Жиянов Ю.А., Иноземцев С.Б. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах Узбекистана. – Ташкент: Фан, 2005. – 229 с.
4. Попов И.М., Окатов Р.П. Борьба с оползнями на карьерах. – М.: Недра, 1980. – 239 с.
5. Копач П.И., Краснопольский И.А., Полищук С.З., Шапарь А.Г. Управление состоянием массивов на открытых разработках. – Киев: Наукова думка, 1988. – 288 с.
6. Ильин А.И., Гальперин А.М., Стрельцов В.И. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах. – М.: Недра, 1985. – 248 с.
7. Астафьев Ю.П., Попов Р.В., Николошин Ю.М. Управление состоянием массива горных пород при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. – Киев, Выш. шк., 1986. – 270 с.
8. Мальгин О.Н., Рубцов С.К., Шеметов П.А., Шльков А.Г. Совершенствование технологических процессов буровзрывных работ на открытых горных работах. – Ташкент: Фан, 2003. – 199 с.
9. Проектирование граней открытых горных работ: Уч. пос. // О.В. Шпанский, Д.Н. Лигоцкий, Д.В. Борисов. – СПб, 2003. – 90 с.
10. Кутузов Б.Н., Совамен В.К., Эквишт Б.В. Обеспечение сейсдобезопасности взрывов при неэлектрическом инициировании зарядов // Горный журнал. – Москва, 2004. – № 2. – С. 17-20.
11. Мосинец В.Н., Абрамов А.В. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород. – М.: «Недра», 1982. – 274 с.
12. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. – М.: «Недра», 1976. – 271 с.
13. Ованесов А.С. Исследование сейсмического действия взрыва шуровых и целевых зарядов при рыхлении сезонно-мерзлых грунтов в строительстве // Дисс. ... канд. техн. наук. – Москва, 1976. – 204 с.

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE SEISMIC EFFECT OF AN EXPLOSION AND THE METHOD OF BANK SLOPE WORK OF LEDGES ON THE ULTIMATE CONTOUR OF A QUARRY

¹Umarov F.Ya., Director, Doctor of Technical Sciences, Professor.

¹Zairov Sh.Sh., Head of the Sector of Scientific Research, Innovation and Training of Scientific and Pedagogical Personnel, Doctor of Technical Sciences, Professor. E-mail: sher-z@mail.ru.

²Raimov S.S., Chief Engineer of the Muruntau mine.

³Sharipov L.O., Senior Lecturer at the Department "Extraction and Processing of Rare and Radioactive Metal Ores".

¹Almalyk branch of the National University of Science and Technology "MISIS". Almalyk, Uzbekistan.

²Joint-stock company "Navoi Mining and Metallurgical Company". Navoi, Uzbekistan.

³Navoi State University of Mining and Technologies. Navoi, Uzbekistan.

A mathematical model of seismic effect of explosion of borehole charges of explosives dispersed over the area is developed in the work, which allows to determine the velocities of vibrations at any given point with any interval. Also, a mathematical model and block diagram for calculating the parameters of edge design and calculating stresses in the rock mass were developed. These models have allowed to develop a method of banking slope work in the periphery zone of the quarry, which allows to provide reduction of mass disturbance and fracture formation, as well as reducing the volume of stripping works.

Keywords: seismic effect of mass explosion, non-operational side of the quarry, mass of explosives charge, phase of seismic stress wave, seismic oscillations, blasting method in the quarry periphery zone.

Bibliographic list:

1. Zairov Sh.Sh., Urinov Sh.R., Ravshanova M.Kh., Nomdorov R.U. Physical and technical assessment of the stability of quarry sides taking into account the technology of drilling and blasting operations. Monograph. – Bukhoro: publishing house "Bukhoro", 2020. – 175 p.
2. Zairov Sh.Sh., Urinov Sh.R., Tukhtashev A.B. Analysis of technology for conducting open-pit mining and rebuilding the sides of quarries // National Information Agency of Uzbekistan UzA. Department of Science (electronic journal). – Tashkent, June, 2020, pp. 1-15.
3. Silkin A.A., Koltsov V.N., Shemetov P.A., Zhiyanov Yu.A., Inozemtsev S.B. Management of long-term stability of slopes in quarries in Uzbekistan. – Tashkent: Fan, 2005. – 229 p.
4. Popov I.M., Okatov R.P. Combating landslides in quarries. – M.: "Nedra", 1980. – 239 p.
5. Kopach P.I., Krasnopolsky I.A., Polishchuk S.Z., Shapar A.G. Managing the state of arrays in open-pit mines. – Kyiv: Naukova Dumka, 1988. – 288 p.
6. Ilyin A.I., Galperin A.M., Streltsov V.I. Management of long-term stability of slopes in quarries. – M.: Nedra, 1985. – 248 p.
7. Astafiev Yu.P., Popov R.V., Nikoloshin Yu.M. Managing the state of rock masses during open-pit mining of mineral deposits. – Kyiv, Vysh. school, 1986. – 270 p.
8. Malgin O.N., Rubtsov S.K., Shemetov P.A., Shlykov A.G. Improving technological processes of drilling and blasting operations in open-pit mining. – Tashkent: Fan, 2003. – 199 p.
9. Design of boundaries of open-pit mining: Uch. village // O.V. Shpansky, D.N. Ligotsky, D.V. Borisov. – St. Petersburg, 2003. – 90 p.
10. Kutuzov B.N., Sovmen V.K., Ekvist B.V. Ensuring seismic safety of explosions during non-electric initiation of charges // Gornyy zhurnal. – Moscow, 2004. – No. 2, pp. 17-20.
11. Mosinets V.N., Abramov A.V. Destruction of fractured and disturbed rocks. – M.: "Nedra", 1982. – 274 p.
12. Mosinets V.N. Crushing and seismic effect of explosion in rocks. – M.: "Nedra", 1976. – 271 p.
13. Ovanesov A.S. Study of the seismic effect of the explosion of borehole and slot charges during loosening of seasonally frozen soils in construction // Diss. ...cand. tech. Sci. – Moscow, 1976. – 204 p.

«Ilg'or texnologiyalar va tabiiy fanlar xalqaro jurnali» (e-ISSN:2181-144X) Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, «Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJ, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy bo'limi, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog'iston tabiiy fanlar ilmiy-tekshirish instituti, Xorazm Ma'mun akademiyasi va Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti huzuridagi Nukus konchilik instituti ta'sischi qilingan. O'zbekiston respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi ishchi guruhining 2023 yilning 30-nayabrdagi xulosasiga asosan dissertatsiya asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga (№01-06/2150/4, 01.12.2023 y.) qabul qilinib e'tirof etilgan.

«Ilg'or texnologiyalar va tabiiy fanlar xalqaro jurnali» ilmiy – elektron jurnaliga O'zbekiston respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining «Oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagogik kadrlar ixtisosliklari pasportining» 02.00.00 – «Kimyo fanlari», 04.00.00 – «Geologiya-meneralogiya fanlari», 05.00.00 – «Texnika fanlari» va 11.00.00 – «Geologiya fanlari» yo'nalishi tarkibiga kiradigan ixtisosliklar bo'yicha ilmiy maqolalar qabul qilinadi.

Murojaat uchun:

E-mail: ijoatans@sciencealgorithm.uz.

Web-sayt: <http://sciencealgorithm.uz>.



«Международный журнал передовых технологий и естественных наук» (e-ISSN:2181-144X) был создан под руководством Навоийского государственного горно-технологического университета, АО «Навоийский горно-металлургический комбинат», Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, Каракалпакского научно-исследовательского института естественных наук Академии наук Республики Узбекистан, Хорезмской академии Маъмуна и Нукусского горного института при Навоийском государственном горно-технологическом университете. Принят и признан на основании заключения рабочей группы ВАК при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан от 30 ноября 2023 года как перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных научных результатов диссертации (№01-06/2150/4, 01.12.2023).

В научно-электронный журнал «Международный журнал передовых технологий и естественных наук» принимаются научные статьи по специализациям: 02.00.00 – «Химические науки», 04.00.00 – «Геология и минералогия», 05.00.00 – «Технические науки» и 11.00.00 – «Геологические науки» входящих в «Паспорт специальностей высококвалифицированных научных и научно-педагогических кадров» ВАК при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан.

Для справки:

E-mail: ijoatans@sciencealgorithm.uz.

Web-sayt: <http://sciencealgorithm.uz>.

URANNI SORBSIYALASH JARAYONIGA UCH VALENTLI TEMIR IONINI TA'SIRINI TADQIQ QILISH



Sharafutdinov U.Z.,
«NKMK» AJ Yangi texnologiyalarni joriy etish
innovatsion markazi boshlig'i o'rinbosari,
t.f.d., dotsent



Rajabboyev I.M.,
NDKTU sirtqi bo'limi
dekan muovini,
PhD, dotsent



Yuldashev Sh.Sh.,
O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi
Navoiy filiali doktoranti

Anionlarda uranni sorbsiyalashda birga keluvchi qo'shimcha aralashmalar turlicha. Shunday qilib, ishqoriy va ishqoriy yer metallarni kationlari hamda ikki valentli mis, temir, kobalt va marganes ionlari sorbsiyalanmaydi. Bir qator anionlar, aksincha, anionlarda yaxshi sorbsiyalanib, ajratib olinuvchi uran ionlari bilan sorbsiyalanadi. Bularga sulfat, nitrat, xlorid, fluorid va fosfat anionlari kiradi. Bu anionlar tazyiqlovchi qo'shimchalarga kiradi. Bunda kuchli asosli anionlarga o'xshash bo'lgan ionlar mavjud, ular anionlarda vaqt o'tishi bilan to'planib, ularni zararlaysdi, bundan tashqari foydali qazilmalarni, xususan uranni olish qobiliyati yo'qotiladi.

Ushbu maqolada uranni qayta ishlash jarayonlariga temir ionlarining ta'siri muhokama qilinadi.

Tayanch iboralar: uran, sorbsiya, qatron, desorbsiya, tazyiqlovchi, temir, kationit, anionit, sulfat kislotasi.

При сорбционном извлечении урана из растворов используют в основном аниониты. Сопутствующие примеси в продуктивных растворах ведут себя неодинаково. Катионы щелочных и щелочноземельных элементов, ионы меди, железа, кобальта, марганца практически не сорбируются. Сульфат-, нитрат-, хлорид-, фторид- и фосфат-ионы хорошо сорбируются и являются депрессорами. Кроме того, существуют анионы, способные накапливаться на анионитах и «отравлять» их, так как их родство с последними чрезвычайно прочно.

Ключевые слова: фосфат, уран, сорбция, смола, десорбция, депрессант, железа, катионит, анионит, серная кислота.

Uranni sulfat kislotali tanlab eritishda uran bilan birga qisman halaqit beruvchi ko'plab komponentlarni qisman erishi kuzatiladi, bunda ko'p qo'shimchalar uran bilan birga mahsulotli eritmaga tushadi.

Rudada ma'lum miqdorda to'rt valentli uranning borligi tufayli oksidlovchilarni eritmalarga uning oksidlanishi uchun kiritiladi, ular orasida yer ostida tanlab eritish (YOTE), uch valentli temir, natriy yoki

kaliy xlorit va boshqalar qo'llaniladi. To'rt valentli uranni miqdori yuqori bo'lgan rudalar uchun oksidlovchilarning qo'shilishi har doim ham shart emas.

Masalan, bu uglerod moddasi bilan bog'liq uranni mineralashgan rudalariga tegishli. Bundan tashqari, uranni tarkibida sulfat kislotasi miqdori oshgan eritmalar bilan gidrolizlashda uch valentli temirning yetarlicha yuqori miqdori kuzatiladi, bu esa oksidlanish-tiklanish potentsialining qiymati 400-550 mV oralig'ida saqlanishini ta'minlaydi. Bunda, yer usti va yer osti komplekslari orasida sulfat kislotani ko'p martali sirkulyatsiyalash jarayonida uch valentli temirning tarkibini oshishi kuzatiladi. Tanlab erituvchi eritmalarga oksidlovchilarni kiritilishi mahsulotli eritmalarni qo'shimchalar bilan zararlaniishi oshadi.

Shu sababli ammiak bilan eritmalarni pH = 7-8 ga neytrallashtirishda 2-4% uran tarkibiga ega bo'lgan juda iflos kimyoviy konsentratlar olinadi. Shuning uchun kuchli asosiy anionitlar yordamida sorbsiyalash jarayonlaridan yer ostida tanlab eritishdan keyin uranni kambag'al mahsulotli eritmalardan olish uchun keng foydalaniladi.

Anionlarda uranni sorbsiyalashda birga keluvchi qo'shimcha aralashmalar turlicha. Shunday qilib, ishqoriy va ishqoriy yer metallarni kationlari hamda ikki valentli mis, temir, kobalt va marganes ionlari sorbsiyalanmaydi.

Bir qator anionlar, aksincha, anionlarda yaxshi sorbsiyalanib, ajratib olinuvchi uran ionlari bilan sorbsiyalanadi. Bularga sulfat, nitrat, xlorid, fluorid va fosfat anionlari kiradi. Bu anionlar tazyiqlovchi qo'shimchalarga kiradi. Bunda kuchli asosli anionlarga o'xshash bo'lgan ionlar mavjud, ular anionlarda vaqt o'tishi bilan to'planib, ularni zararlaysdi, bundan tashqari foydali qazilmalarni, xususan uranni olish qobiliyati yo'qotiladi.

1-jadval
Sulfat kislotada asosiy ruda komponentlarining erish samaradorligi

Reaksiya	Eritmaga ajralishi, %	Eritmadagi komponentlarning konsentratsiyasi, g/l
H ₂ SO ₄		
SiO ₂	1	0,1-0,5(SiO ₂)
CaSiO ₃ +H ₂ SO ₄ →CaSO ₄ +H ₂ SiO ₃		
Al ₂ O ₃ +3H ₂ SO ₄ →Al ₂ (SO ₄) ₃ +3H ₂ O	3-5	1-12(Al ₂ O ₃)
Fe ₂ O ₃ + → Fe ₂ (SO ₄) ₃ + 3H ₂ O	5-8	3-7 (Fe ₂ O ₃)
FeO+ H ₂ SO ₄ → FeSO ₄ + 3H ₂ O	40-50	0,5-3,0(FeO)
FeCO ₃ + H ₂ SO ₄ → FeSO ₄ + H ₂ O+CO ₂	80-90	0,2-0,7(FeO)
CaCO ₃ + H ₂ SO ₄ →CaSO ₄ + H ₂ O+CO ₂	80-90	1,5-2,0(CaO)
MgCO ₃ +H ₂ SO ₄ →Mg SO ₄ + H ₂ O+CO ₂	88-90	0,5-3,0(MgO)
H ₂ SO ₄	-	-
MoO ₃ + H ₂ O→ H ₂ MoO ₄	60-90	0,05-1,0 (Mo)
K ₂ O*V ₂ O ₅ *nH ₂ O + H ₂ SO ₄ → →(VO ₂) ₂ SO ₄ +K ₂ SO ₄ +(n+3)H ₂ O+UO ₂ SO ₄	92-95	0,5-5,0(V ₂ O ₅)
CuO + H ₂ SO ₄ → CuSO ₄ +H ₂ O	30-70	0,1-1,0 (Cu)
Ca ₃ (RO ₄) ₃ + 3H ₂ SO ₄ → 3SaSO ₄ + 2N ₃ RO ₄	70-90	0,2-1,4 (P ₃ O ₅)
Ca ₂ F(RO ₄) ₃ +5H ₂ SO ₄ → 5CaSO ₄ + 3H ₃ PO ₄ + HF	-	-

Shu munosabat bilan YOTE dan keyingi mahsulotli eritmalarda 0,1 mg-ekv/l dan ortiq miqdorda nitrat ionlarining, xlorid va fosfat anionlari esa mos ravishda 0,2 va 0,4 mg-ekv/l dan ortiq miqdorda paydo bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi. 1-jadvalda uranni yer ostida tanlab eritishda olingan mahsulotli eritmalarni tarkibida uchrovchi komponentlarning tarkibi ko'rsatilgan.

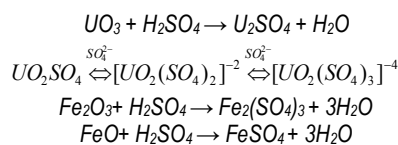
Odatda, bunday yuqori tuzning tarkibi anionitlardan uranni desorbsiyalashni yaxshilash uchun elyuirlovchi eritmalarida ushlab turiladi. Shuning uchun bunday miqdordagi sulfat tuzlari anionitlar yordamida ishlov berilgan mahsulotli eritmalar uchun qabul qilinmaydi. To'plangan tuzlarning ortiqcha miqdori jarayondan chiqariladi.

Mavjud texnologiyalar chiqindi rudalardan uranni sulfat kilotali tanlab eritish va ionalmashuvchi qatronlarda texnologik eritmalardan ajratib olishni ko'zda tutadi. Undan foydalanish uranni eritmalardan tanlab ajratib olish va uning konsentrlashni ta'minlaydi. Bu holda eritmalarning asosiy xossalari o'zgar olmaydi va siklga qaytadi.

Tanlangan texnologiya eritmalarni keyingi qayta ishlash sharoitlarini (qoldiq kislotalilik, umumiy tuzning miqdori va sorbsiyalash jarayonida tazyiqlovchilarni borligi) hisobga olinadi. Eritmalardan uranni sorbsiyali ajratib olishda asosan anionitlar qo'llaniladi. Texnologik eritmalarda turli xil qo'shimcha aralashmalar uchraydi. Ishqoriy va ishqoriy – yer elementlari, mis, temir, kobalt va marganes kationlari anionitga deyarli sorbsiyalanmaydi. Sulfat, nitrat, xlorid, fluorid va fosfat ionlari esa qatronlarga yaxshi sorbsiyalanadi va ular tazyiqlovchilar hisoblanadi.

Uranni sulfat kislotali tanlab eritishda uran bilan birga qisman halaqit beruvchi ko'plab komponentlarni qisman erishi kuzatiladi, bunda ko'p qo'shimchalar uran bilan birga mahsulotli eritmaga tushadi.

Uranni yer ostida tanlab eritishda uran bilan birga temirning II va III valentli mineralarini sulfat kislotada eritmasida erishi quyidagi reaksiyalar bo'yicha eritmaga o'tadi:



Bunda, yer usti va yer osti komplekslari orasida sulfat kislotani ko'p martali sirkulyatsiyalash jarayonida uch valentli temirning tarkibini oshishi kuzatiladi.

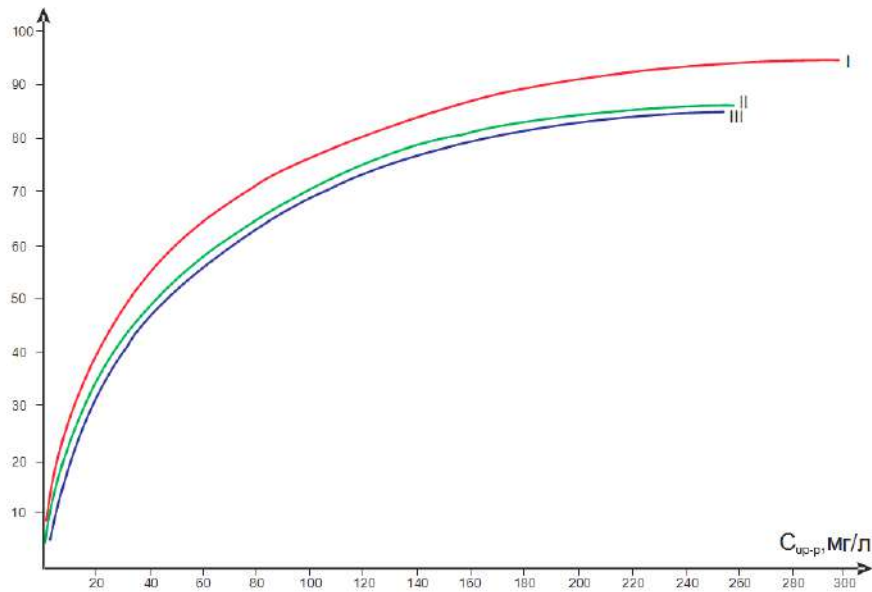
Anionitlarda uranni sorbsiyalashda birga ikki valentli temir ionlari sorbsiyalanmaydi, lekin temirning uch valentli ionlari uranni sorbsiyalashga tazyiqlovchi hisoblanadi.

Temirdagi sulfat komplekslarining AMP anionit bilan sorbsiyasi alohida qiziqish uyg'otadi, chunki uran rudalarini sulfat kislotada bilan tanlab eritishda eritmadagi temir konsentratsiyasi odatda uran konsentratsiyasidan sezilarli darajada oshadi.

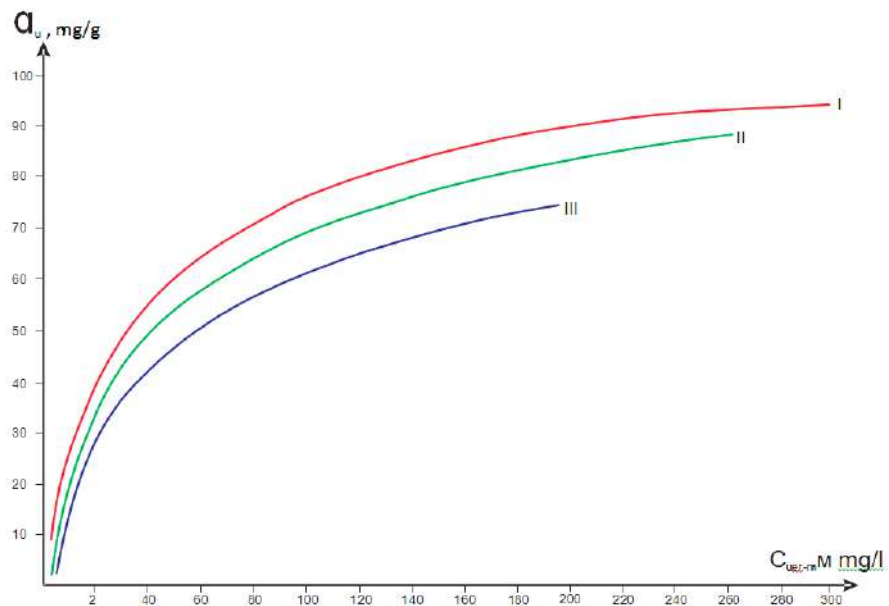
2-jadval

AMP anioniti sig'imini eritmadagi temirning konsentratsiyasiga bog'liqligi

№	Eritmadagi temir, g/l	Qatronlarda	pH
1.	0,112	0,010	1,2
2.	0,186	0,040	1,2
3.	0,44	0,280	1,2
4.	0,9	0,520	1,2
5.	1,79	0,690	1,2
6.	4,52	2,02	1,15
7.	8,8	2,89	1,15
8.	18,14	4,04	1,15



1-rasm. Eritmada III valentli temir miqdorida AMP anionitida uranni sorbsiyalash izotermasi: I – 0 g/l; II – 0,3 g/l; III – 0,8 g/l



2-rasm. Eritmada kremniy miqdorida AMP anionitida uranni sorbsiyalash izotermasi: I – 0 g/l; II – 0,3 g/l; III – 1 g/l

3-jadval
Eritmadagi temirni konsentratsiyasi 0,3 g/l, pH 1,2 bo'lganda SO₄ formadagi AMP anionitida uranni sorbsiyalash izotermasi

№	pH	Uranni muvozanat konsentratsiyasi		Temirni konsentratsiyasi	
		eritma, g/l	qatron, mg/g	eritma, g/l	qatron, mg/g
1.	1,28	0,002	7,2	0,281	–
2.	1,27	0,0037	14,4	0,279	1,45
3.	1,27	0,0057	20,0	0,283	1,32
4.	1,25	0,015	31,0	0,291	1,6
5.	1,26	0,029	38,8	0,251	1,35
6.	1,25	0,042	53,8	0,325	–
7.	1,25	0,053	60,0	0,254	–
8.	1,26	0,117	75,3	0,293	1,1
9.	1,25	0,160	75,3	0,234	0,6
10.	1,25	0,261	86,6	0,291	0,7

Anionitning temir bilan to'yinganligi muvozanat sharoitida sulfat kislota eritmalarida pH – 1,2 va sulfat ionlarining 7 g/l konsentratsiyasida o'rganildi. Temir eritmaga temir-ammoniy kvarts shaklida kiritildi.

Tajriba natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadvaldan ko'rinib turibdiki, o'rganilayotgan tizimda AMP anionit temir uchun past sig'imga beradi. eritmadagi temir 18 g/l tarkibi ham anionitning temir bo'yicha sig'imi 4 mg/g ni tashkil qiladi.

Temirning uranning sorbsiyasiga ta'siri 6-rasm va ilovaning 3-4-jadvalarida keltirilgan. Buni 1-rasmdan ko'rish mumkinki, uranning AMP anionit bilan sorbsiyasi eritmadagi temir konsentratsiyasining oshishi bilan kamayadi. Eritmadagi temir konsentratsiyasining 0,3 dan 0,8 g/l

4-jadval
Eritmadagi uch valentli temirni konsentratsiyasi 0,8 g/l, pH 1,2 bo'lganda SO₄ formadagi AMP anionitida uranni sorbsiyalash izotermasi

№	pH	Uranni muvozanat konsentratsiyasi		Temirni konsentratsiyasi	
		eritma, g/l	qatron, mg/g	eritma, g/l	qatron, mg/g
1.	1,28	0,003	6,5	0,791	–
2.	1,27	0,0056	13,8	0,770	3,82
3.	1,27	0,0097	20,3	0,763	3,24
4.	1,27	0,016	27,9	0,749	3,1
5.	1,28	0,020	41,3	0,763	2,9
6.	1,28	0,041	50,0	0,777	2,3
7.	1,26	0,057	55,0	0,777	2,4
8.	1,23	0,113	72,3	0,777	1,9
9.	1,25	0,157	77,6	0,777	1,9
10.	1,26	0,255	84,5	0,784	1,8

gacha oshishi uranning sorbsiyasiga deyarli ta'sir qilmaydi. Shunday qilib, eritmada 0,200 g/l uran konsentratsiyasida temir bo'lmasa, anionitning uran bo'yicha sig'imi 90 mg/g, 0,3 va 0,8 g/l miqdorida temir bo'lganda, anionitning uran bo'yicha sig'imi 83-84 mg/g ni tashkil qiladi. Eritmada uran konsentratsiyasining oshishi bilan temir anionit bilan sorbsiyalash kamayadi.

Demak, eritmadagi uran miqdori 0,005 g/l dan 0,200 g/l gacha oshganda, eritmada temirni miqdori 0,3 g/l bo'lganda uning qatrongagi miqdori 1,45 mg/g dan 0,7 mg/g gacha kamayadi. Shunday qilib, eritmada uranning miqdori oshishi bilan AMP anionitga temirni yutilishi kamayadi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Sharafutdinov U.Z., Rajabboyev I.M., Qodirov A.O', Xalilova H.R. *Tehnologik eritmalaridan uranni sorbsiyali ajratib olishda xlor ionlarini ta'sirini tadqiq qilish. O'zbekiston konchilik xabarnomasi.* – Navoiy, 2022. – № 1. 64-66 b.
2. Аликулов Ш.Ш., Курбанов М.А., Шарафутдинов У.З., Ражаббоев И.М., Юлдашев Ш.Ш. *Исследования поведения кремнезема и органики в продуктивных растворах подземного выщелачивания урана и их влияния на процесс сорбции урана. Универсум: технические науки.* – Москва, 2023. – № 2 (4) – С. 22-27.
3. Sharafutdinov U.Z., Rajabboyev I.M., Qodirov A.O', Xalilova H.R. *Uranni qayta ishlash jarayonlarida kremniy ionlari ta'sirini tadqiq qilish. O'zbekiston konchilik xabarnomasi.* – Navoiy, 2023. – № 1. 81-83 b.
4. Шарафутдинов У.З., Ражаббоев И.М., Эшонова Г., А., Журакулов А.Р. *Исследования влияния нитрат ионов на процесс получения урана. Универсум: технические науки.* – Москва, 2023. – № 5 (110). – С. 22-27.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2023, № 4 (95) pp. 58-60

RESEARCH OF THE EFFECT OF FERRIC IONS ON URANIUM SORPTION PROCESS

¹Sharafutdinov U.Z., Deputy Head of the Innovation Center for the Introduction of New Technologies, Doctor of Technical Sciences., Associate Professor.

E-mail: U. Sharafutdinov@ngmk.uz.

²Rajabboyev I.M., Deputy Dean of Extramural Department, PhD.

³Yuldashev Sh.Sh., doctoral student.

¹Joint-stock company "Navoi Mining and Metallurgical Company". Navoi, Uzbekistan.

²Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan.

³Navoi branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

Anion exchange resins are mainly used for sorption extraction of uranium from solutions. Associated impurities in productive solutions behave differently. Cations of alkaline and alkaline-earth elements, ions of copper, iron, cobalt, manganese are practically not sorbed. Sulphate, nitrate, chloride, fluoride and phosphate ions are well sorbed and are depressors. In addition, there are anions that can accumulate on anion exchange resins and "poison" them, as their affinity with the latter is extremely strong.

Keywords: phosphate, uranium, sorption, resin, desorption, depressant, ferric ion, cation exchange resin, anion exchange resin, sulfuric acid.

Bibliographic list:

1. Sharafutdinov U.Z., Rajabboyev I.M., Kadirov A.O', Khalilova H.R. *Study of the effect of chlorine ions in the sorption extraction of uranium from technological solutions. Gorniy vestnik Uzbekistana.* – Navoi, 2022. – No. 1, pp. 64-66.
2. Alikulov Sh.Sh., Kurbanov M.A., Sharaf utdinov U.Z., Razhabboev I.M., Yuldashev Sh.Sh. *Study of the behavior of silica and organics in productive solutions of underground leaching of uranium and their influence on the process of uranium sorption. Universe: technical sciences.* – Moscow, 2023. – No. 2 (4), pp. 22-27.
3. Sharafutdinov U.Z., Rajabboyev I.M., Kadirov A.O', Khalilova H.R. *Study of the influence of silicon ions in uranium processing processes. Gorniy vestnik Uzbekistana.* – Navoi, 2023. – No. 1, pp. 81-83.
4. Sharafutdinov U.Z., Razhabboev I.M., Eshonova G.A., Zhurakulov A.R. *Research on the influence of nitrate ions on the process of uranium production. Universe: technical sciences.* – Moscow, 2023. – No. 5 (110), pp. 22-27.

BOR NITRIDINI VA XROM KARBIDINI LIGATURA BILAN MODIFIKATSIYALANGAN KULRANG CHO'YAN ICHKI TUZILISHINING TADQIQOTI



Xayitov J.X.,
«NKMK» AJ

«Navoiy mashinasozlik zavodi» ISHB
directori



Abdullayev K.S.,
«NKMK» AJ

«Navoiy mashinasozlik zavodi» ISHB
bosh muhandisi



Rasulov I.B.,
«NKMK» AJ

«Navoiy mashinasozlik zavodi» ISHB
bosh muhandis o'rinbosari



Ulugov G.D.,
«NKMK» AJ

«Navoiy mashinasozlik zavodi» ISHB
Markaziy zavod laboratoriyasi
muhandis-metallshunosi, PhD

Maqolada bor nitridi va xrom karbididan tashkil topgan ligaturaning C4 25 markali kulrang cho'yanga ta'sirini o'rganishda namunalarning kimyoviy tarkibini tahlili, ichki tuzilishini tadqiqoti va mexanik xossalarni aniqlash orqali olingan natijalar tahlili keltirilgan. C4 25 markali kulrang cho'yandan quymalar quyishda ushbu ligaturadan foydalanish, quymalar ichki tuzilishini yaxshilashiga, quymalar qattiqligini va mustahkamlik chegarasini oshishiga xizmat qilishi ko'rsatilgan.

Tayanch iboralar: kulrang cho'yan, ligatura, modifikatsiyalash, ichki tuzilish, mexanik xossalar, bor nitridi, xrom karbidi.

В статье представлены результаты исследований влияния лигатуры содержащей нитрид бора и карбид хрома, на структуру серого чугуна СЧ 25, который включает в себя анализ химического состава, исследование структурных изменений и определение механических свойств отливок. Показано, что применение данного модификатора при литье серого чугуна СЧ 25 позволяет улучшить структуру, увеличить твердость и предел прочности отливок.

Опорные слова: серый чугун, лигатура, модифицирование, микроструктура, механические свойства, нитрид бора, карбид хрома.

«Navoiy mashinasozlik zavodi» ishlab chiqarish birlashmasining quyish sexida C4 25 markali kulrang cho'yandan BelAZ 548 samosvallarining tormoz tizimi barabanlari, HC nasoslarining korpuslari, HT-250 tokarlik stanoklarining asoslari, jag'li ma'dan maydalagichlar ehtiyot qismlari va bir qator quyma detallar ishlab chiqariladi.

Quymalar ichki tuzilishini yaxshilash orqali ularning mexanik va ekspluatatsion xossalarni oshirish muhim ilmiy va amaliy vazifalardan biridir.

Shu o'rinda zavod markaziy laboratoriyasida turli texnologiyalar yordamida suyuqlantirilgan kulrang cho'yan sifat ko'rsatkichlari tahlil qilindi. C4 25 rusmli quyma cho'yanning Ts07621395-033 2015 raqamli «Po'lat va cho'yan quymalar.

Umumiy texnik shartlari» tashkilot standartida tasdiqlangan kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

Modifikatsiyalash jarayonida suyuqlantirilgan metallga faol modda kiritilganida, modifikatorlar eritmaning kimyoviy elementlari bilan birikib, qattiq zarralarni va eritmada kristallanish markazlarini hosil qiladi. Bu esa quyma ichki tuzilishi donadorligini maydalashishiga olib keladi. Aynan shuning uchun qiyin eriydigan zarralar modifikatsiya qilish jarayonida kristallanish markazlari barpo qiladi va bunday zarralar qancha ko'p bo'lsa, kristallanish markazlari shunchalik ko'p paydo bo'ladi [1]. Modifikatsiyalashning effekti yuqori bo'lishini ta'minlash

maqsadida, qiyin eriydigan qo'shimchalarni tanlash yuzasidan olib borilgan tadqiqot ishlari natijalari quyidagi shartlar bajarilishini talab qiladi:

- quymada alohida faza hosil qilishga moyil bo'lgan zarralardan foydalanish;
- o'lchamlari quyma donadorligiga mos keladigan zarralardan foydalanish;
- metall xossalariga ega bo'lgan zarralardan foydalanish;
- eritmada kristallanish markazlari hosil qila oladigan endogen zarralarni yaratishga moyil bo'lgan moddalardan foydalanish [2].

Ushbu ishning maqsadi yuqorida ko'rsatilgan shartlarga muvofiq modifikatorlar tarkibini shakillantirish va ularning C4 25 markali kulrang cho'yanning ichki tuzilishiga hamda mexanik xossalariga ta'sirini o'rganishdan iborat.

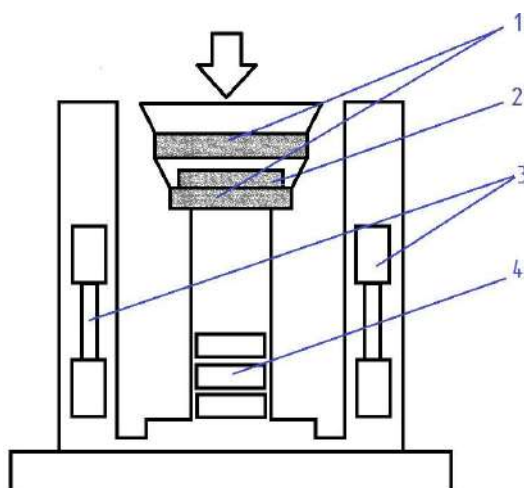
Modifikatorning tarkibini shakillantirishda uning kristallanish jarayoniga ta'sirining o'ziga xos xossalari bilan bog'liqligi inobatga olindi. Bu holatda faol faza sifatida bor nitridi hisoblanadi. Xrom esa faol moddalarning aglomeratlarga birlashtiruvchi vazifasini bajaradi va qotishmada xrom karbidini hosil qilib, kristallanish markazlarini hosil qiladi. Shuningdek, modifikator tarkibidagi xromning ta'siri C4 25 markali

1-jadval
C4 25 markali kulrang cho'yanning kimyoviy tarkibi

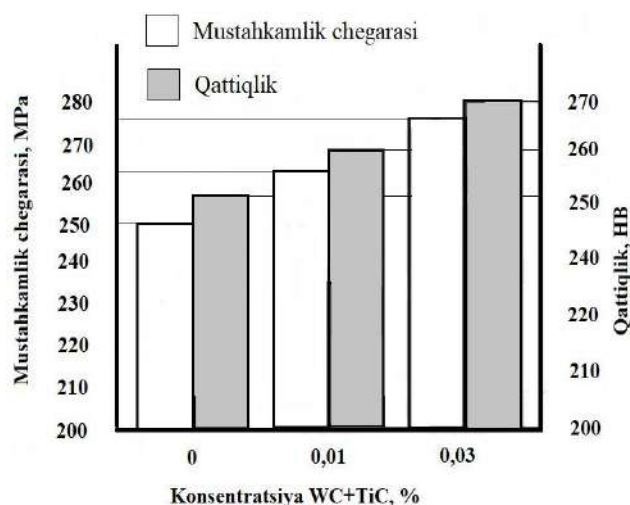
Qotishma markasi	Elementlarning massali ulushi, %				
	C	Mn	Si	S	P
C4 25	3,20-3,40	0,70-1,00	1,40-2,20	0,15-0,20	0,15-0,20

2-jadval
Modifikatorning kimyoviy tarkibi

Quyma namunalari	Modifikator tarkibi	Modifikator massasi, g	Aktiv faza tarkibi	Aktiv faza massasi, g (%)
1	Nazorat quymasi	-	-	-
2	NB +Cr	5	NB	2,5 (0,01)
3	NB +Cr	15	NB	7,5 (0,03)



1-rasm. Quyma namunalari olish qolipining sxemasi: 1 – keramik filtrlar; 2 – modifikator joylashtirilgan alyumin folgasi; 3 – mexanik xossalari sinovi uchun namunalari; 4 – kimyoviy tarkibi va ichki tuzilishi tadqiqoti uchun namunalari

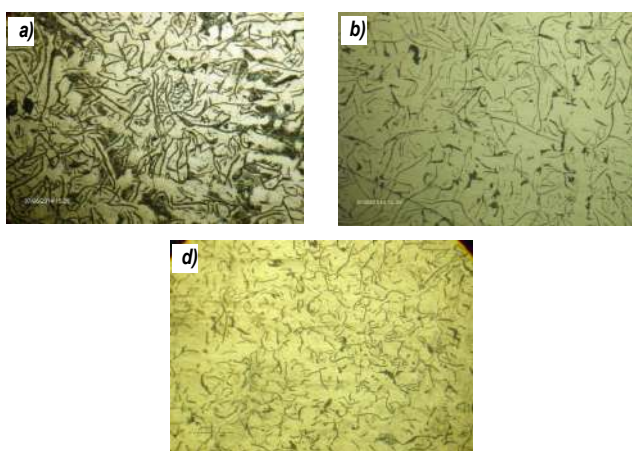


3-rasm. Kulrang cho'yan mexanik xossalari modifikatorning faol fazasi konsentratsiyasiga bog'liqligi

Namunalarning kimyoviy tarkibi

3-jadval

Quyma namunalari	Elementlarning massali ulushi, %								
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Cu	Fe
1	3,83	0,53	3,88	0,03	0,05	0,11	0,16	0,60	qolgani
2	3,79	0,54	3,8	0,04	0,03	0,12	0,17	0,64	
3	3,81	0,52	3,67	0,04	0,05	0,12	0,17	0,64	



2-rasm. Namunalari mikrosuratlari: a – nazorat namunasi; b, d – NB-Cr₃C₂ ligaturasi orqali modifikatsiyalangan namunalari. x100

Modifikatsiyalashning cho'yan ichki tuzilishiga ta'siri

4-jadval

Quyma namunalari	Grafit shakli	Grafit uzunligi, mkm	Grafit tarqalganligi	Grafit miqdori	Perlit va ferrit nisbati
1-nazorat namunasi	to'g'ri chizikli plastinkali	120...250	notekis tarqalgan	8-10%	70/30
2-namuna	yarim aylana shaklda	60...120	bir tekis tarqalgan	5-8%	94/6
3-namuna	yarim aylana shaklda	30...60	bir tekis tarqalgan	3-5%	98/2

kulrang cho'yaning tarkibidagi xrom miqdori (2-jadval) bilan ham bog'liq. Shu sababli, qotishmadagi faol faza sifatida bor nitridi ko'rib chiqildi.

Bor tarkibli modifikatorning ta'sirini aniqlash uchun uchta quyma namunalari quyib olindi.

Bular modifikatsiyalanmagan C4 25 markali kulrang cho'yandan quyib olingan nazorat quymasi va bor tarkibli ligatura bilan modifikatsiyalangan quyma namunalari. Modifikatorning kimyoviy tarkibi to'g'risidagi ma'lumot 2-jadvalda keltirilgan.

Tadqiqot uchun qotishma namunalari suyuqlantirish ishlari Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti texnoparki hududida ИПП-25 rusmi induksion pechida bajarildi. Namunalari quyib olishda, harorat sharoitlarini bir xilligi ta'minlangan holda, 200 kg sig'imli cho'michdan foydalanildi. Namunalari qum-gilli aralashmali qoliplarga 1350-1380°C haroratda quyib olindi.

Modifikatsiyalash jarayoni, ikkita keramik filtr orqali quyish usulida, 1-rasmga ko'rsatilgan sxemaga muvofiq bajarildi. Ushbu quyma qolipning afzalligi modifikatorning yuzaga chiqishini va qotishmada bir tekis taqsimlanishini ta'minlashdan iborat. Modifikatorning miqdori quyma umumiy massasining 0,02% ni tashkil etadi.

Modifikatsiyalashning ta'siri, namunalari ichki tuzilishining metallografik tadqiqotlari va mexanik xossalari aniqlash natijalari asosida baholandi.

Olingan namunalarning kimyoviy tarkibini aniqlash SPEKTROMAXx optik emission spektrometrida, mexanik xossalari LEM 50 rusmi sinov mashinasida, ichki tuzilishi esa METAM PB-23 rusmi metallografik mikroskopida amalga oshirildi.

Quyib olingan namunalari kimyoviy tahlili natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

Kimyoviy tahlil natijalarida, modifikatorning kulrang cho'yan kimyoviy tarkibini o'zgartirmaganligi, shu bilan birga, qotishma ichki tuzilishi va mexanik xossalari ta'siri aniqlandi.

Namunalari ichki tuzilishining metallografik tadqiqotlari asosida olingan fotosuratlar 2-rasmga keltirilgan.

O'rganilayotgan uchchala namuna ichki tuzilishlarining asosi ferrit-perlitdan va to'g'ri chizikli hamda yarim aylana shakldagi grafitlardan iborat. Nazorat namunasida (a) ferrit tarkibi 5-10 foizni tashkil etadi grafit mikrofilvir yuzasida notekis taqsimlangan. NB-Cr₃C₂ ligaturasi bilan modifikatsiyalangan namunalari ichki tuzilishi (b, d) asosi ham ferrit-perlitdan va yarim aylana shakldagi grafitlardan iborat. Bu namunalarda ferrit tarkibi 3-5 foizni tashkil etganligi grafitning mikrofilvir yuzasida bir tekis taqsimlanganligi kuzatildi.



Графит qo'shimchalarining o'rtacha uzunligi: nazorat namunalari ~ 500 mikronni (2a-rasm), modifikat-siyalangan namunalarda esa 50-300 mikronni tashkil etmoqda (2b, d rasmlar). Ferrit-sementit aralashmasining mikrofilvirlar yuzasida tarqalishi barcha namunalarda bir xil ko'rinishda.

NB-Cr₃C₂ modifikatorining C4 25 cho'yanini ichki tuzilishiga ta'siri 4-jadvalda keltirilgan.

Modifikatsiyalashning cho'yan ichki tuzilishiga eng katta ta'siri, faol fazaning 0,03 foizli konsentratsiyasida namoyon bo'ldi (2d-rasm). Grafit qo'shimchalarining miqdori namunalarda tartibi bo'yicha 8-10, 5-8 va 3-5 foizni tashkil etadi. 1-nazorat namunasida perlit va ferritning nisbati 70/30, ikkinchi namunada 94/6 va uchinchi namunada bu nisbat 98/2 ni tashkil qildi.

Barcha namunalarda ferrit grafit qushilmalari atrofida joylashganligi aniqlandi. Modifikator zarrachalari namunalarda ichki tuzilishida yaqqol ko'rinmagan.

Modifikator tarkibidagi faol fazaning qotishma qattiqligiga va musahkamlik chegarasiga bog'liqligi 4-rasmda keltirilgan diagrammada ko'rsatilgan.

Modifikatsiyalangan namunalarning qattiqligi nazorat namunasi qattiqligidan 10-13% yuqori bo'lganligi qayd etildi. Mustahkamlik chegarasining maksimal o'sishi 15 foizgacha bo'lganligi qayd etildi.

Modifikatsiyalashda qotishma ichki tuzilishidagi ushbu o'zgarishlar, ya'ni, perlitning ferritga nisbati ko'payishi, grafit qo'shimchalari o'lchamlarining kichrayishi o'z navbatida qotishma qattiqligini va mustahkamlik chegarasini oshishini ta'minladi.

Xulosa. C4 25 markali cho'yan tarkibini bor nitridi va xrom aralashmasidan iborat ligatura bilan modifikatsiyalash, namuna ichki tuzilishida perlit tarkibining ko'payishiga va grafit qo'shimchalari uzunligining qisqarishiga olib kelganligi kuzatildi. Namuna ichki tuzilishining bunday o'zgarishi, quymalar qattiqligini va mustahkamlik chegarasini sezilarli darajada oshishiga olib keladi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Модифицирование чугуна твердой чугуномагниевой лигатурой в ванне дуговой электропечи // В.И. Бедарев, А.К. Диянов, И.А. Зоткин., Л.И. Оржех и др. // Литейное производство. – № 11. – Москва, 1979. – 8 с.
2. Модифицирование чугуна чугуномагниевой лигатурой // Л.А. Большаков., О.В. Жерлицина // Вісник Приазовського державного технічного університету. – Маріуполь, 2009. – Вип. № 19. – С. 30-34.
3. Abdullayev K.S., Rasulov I.B., Raxmanov U.J., Ulugov G.D. Bor elementi bilan modifikatsiyalashning 110Г13Л markali po'lat ichki tuzilishiga ta'sirini metallografik tadqiqoti. «Nodir va noyob metallar kimyosi va texnologiyasi: bugungi holati, muammolari va istiqbollari (k.f.d., professor H.T. Sharipov xotirasiga bag'ishlangan)» mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallar to'plami II –qism. 28-29 aprel 2023 y. – Termez shahri. 238-239 b.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2023, № 4 (95) pp. 61-63

GRAY CAST IRON INTERIOR MODIFIED WITH BORON NITRIDE AND CHROMIUM CARBIDE LIGATURE RESEARCH OF THE STRUCTURE

Khaitov J.Kh., Director.

Abdullayev K.S., Chief Engineer.

Rasulov I.B., Deputy Chief Engineer.

Ulugov G.D., Central factory laboratory metallurgical engineer, PhD.

«Navoi Machine Building Plant» of JSC «NMMC», Navoiy, O'zbekiston.

The article presents the analysis of the chemical composition of the samples, the study of their internal structure, and the analysis of the results obtained by determining their mechanical properties in the study of the effect of the hardener consisting of boron nitride and chromium carbide on SCh 25 gray cast iron. The use of this hardener in the casting of SCh 25 gray iron castings has been shown to improve the internal structure of the castings, increase the hardness and tensile strength of the castings.

Key words: gray cast iron, hardener, modification, internal structure, mechanical properties, boron nitride, chromium carbide.

Bibliographic list:

1. Modification of cast-iron solid cast-iron magnesium ligatures and bath tub electrofurnace // V.I. Bedarev, A.K. Diyanov, I.A. Zotkin., L.I. Orjexh i dr. // Liteynoye proizvodstvo. – No. 11. – Moscow, 1979. – 8 p.
2. Modifikatsiyalashning chuguna chugunomagnievovoy ligaturasi // L.A. Bolshakov., O.V. Jerlitsina // Visnik Priazovskogo derjavnogo tekhnichnogo universitetu. – Mariupol, 2009. – Vip. No. 19, pp. 30-34.
3. Abdullayev K.S., Rasulov I.B., Rakhmanov U.J., Ulugov G.D. Metallographic study of the effect of boron element modification on the internal structure of 110G13L steel. Collection of materials of the Republican scientific-practical conference on the topic "Chemistry and technology of rare and rare metals: current state, problems and prospects (dedicated to the memory of professor H.T. Sharipov, Ph.D.)" - part II. April 28-29, 2023. - The city of Termez., pp. 238-239.

Руководству АО «НГМК»

Сотрудничество с Вашим предприятием является одним из важнейших направлений нашей работы.

Благодаря нашим совместным усилиям реализуются новые проекты и планы на высоком качественном уровне, принося нам огромное удовлетворение, а гражданам нашей страны – гордость!

Примите наши искренние поздравления в честь этой знаменательной даты! Пусть ваша энергия и оптимизм помогут в достижении новых высот, опыт и интуиция подскажут новые цели, а удача будет вашей доброй попутчицей! Мы надеемся, что и в дальнейшем наше сотрудничество будет плодотворным и успешным!

М. КОНЦЕВЕНКО,
генеральный директор
ИП ООО «Zeppelin Central Asia Machinery»

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА



Калонов А.К.,
главный технолог
ГМЗ-3 СевРУ АО «НГМК»



Хужакулов Н.Б.,
доцент кафедры
«Металлургия» НГГТУ,
PhD



Остонов Ш.К.,
ассистент кафедры
«Металлургия» НГГТУ



Насирова Н.П.,
докторант
Навоийского отделения АН РУз.

Zamonaviy dunyo texnika va texnologiyaning yuqori darajadagi rivojlanish tendentsiyasini belgilaydi, bu esa shunga mos ravishda metall iste'moliga bo'lgan ehtiyojning oshishiga olib keladi. Og'ir rangli metallar ishlab chiqarishning uzluksiz o'sishi nafaqat dastlabki xomashyo, balki ishlab chiqarish chiqindilari ham iste'mol qilinishining oshishiga olib keldi. Ular nafaqat qo'shimcha metall ishlab chiqarish manbai, balki tayyor mahsulot tannarxini pasaytirish omili sifatida ham ko'rib chiqiladi. "OKMK" AJ yaqin yillarda mis ishlab chiqarishni 1,5-2 barobarga oshirishni rejalashtirmoqda, bu esa ishlab chiqarish chiqindilari (shlak, gazlar, chang, shlam, eritmalar, oqava suvlar va boshqalar) miqdorini oshirishni kafolatlaydi. Ularni qayta ishlash uchun texnologik operatsiyalar puxta echimlarni talab qiladi. Metallarning erigan holatda bo'lishi ularni ajratishni biroz osonlashtiradi. Axir, siz bilganingizdek, metallurgiya sanoatida asosiy xarajatlar qayta ishlashga tayyorlash jarayonlariga ketadi. Shuni e'tiborga loyiqki, tarkibida rodanit ionlari bo'lgan oqava suvlar mis sulfat zavodining oqava suvlaridan metallarni olish uchun ishlatilgan.

Tayanch iboralar: mis sulfati, nikel, gidrometallurgiya, ammoniy rodaniti, mis kuporosi, texnologik eritma, mass-spektrometrlarning selektivligi, elektrolit.

Современный мир задаёт тенденцию высокого уровня развития техники и технологий, что соответственно приводит к росту потребности в потреблении металлов. Непрерывный рост производства тяжёлых цветных металлов привёл к увеличению потребления не только первоначального сырья, но и промышленных отходов. Они рассматриваются не только как источник дополнительного производства металлов, но и как фактор снижения себестоимости конечной продукции. В ближайшие годы в АО «АГМК» планируется увеличение производства меди в 1,5-2 раза, что в конечном итоге гарантирует рост количества промышленных отходов (шлак, газы, пыль, шлам, промывные растворы, сточные воды и т.д.). Технологические операции по их переработке требуют наличия основательных решений. Наличие металлов в расплавленном состоянии несколько облегчает их разделение. Ведь, как известно, основные затраты в металлургической промышленности идут на процессы подготовки к переработке. Стоит отметить, что сточные воды, содержащие ионы роданита, использовались для извлечения металлов из сточных вод медесульфатного завода.

Ключевые слова: сульфат меди, никель, гидрометаллургия, роданит аммония, медный купорос, технологический раствор, селективность масс-спектрометра, электролит.

Очистка сточных вод, образующихся в процессе производства, считается одним из самых проблематичных вопросов современности и требует особого внимания.

Вода, является одним из важнейших природных ресурсов, однако сегодня во всем мире ежедневно в водоёмы сбрасывается большое количество вредных веществ и токсичных соединений. В результате химический состав воды подвергается негативным изменениям и, как следствие, наносит вред здоровью людей и состоянию окружающей среды.

Производство цветных металлов – одна из отраслей, потребляющих огромное количество воды.

В результате сброса сточных вод, образующихся в металлургическом производстве, в открытые воды попутно со сточными водами теряется ряд ценных полезных компонентов – медь, цинк, кадмий, молибден, рений и другие металлы. В результате исследования, одной из трудно достигаемых задач стало комплексное извлечение металлов из сточных вод, свойства которых тесно связаны с наличием многокомпонентности веществ, близких по свойствам друг к другу, и их выделение становится затруднительным.

Параллельно ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по совершенствованию технологических процессов, направленных на использование этих отходов с целью

дальнейшего извлечения драгоценных металлов путём возврата сточных вод в основное технологическое производство.

Методика исследования. В качестве основного метода исследования была применена – адсорбция. В качестве адсорбентов в исследованиях используются местные отходы: кора дуба и опилки листового опада, водоросли [1, 2], а также отходы животноводства [4, 5].

Глины также могут быть использованы в качестве сорбента в процессе адсорбции [3]. К низкосортным адсорбентам относятся сельскохозяйственные отходы (отходы от рисовой шелухи до пшеничной шелухи, яичной скорлупы, скорлупы кокосовых орехов, плодов пальмы, скорлупы грибов, арахиса (скорлупа, фруктовая скорлупа, биоуголь) и промышленные отходы).

Сельскохозяйственные отходы состоят из лигнина, целлюлозы, углеводов, сахара, воды и крахмала. Эти отходы можно использовать напрямую, их предварительно промывают и вносят в почву.

Затем их просеивают для получения частиц нужного размера, используемых для адсорбционных испытаний [4].

Химическое осаждение, является эффективной и простой технологией удаления тяжёлых металлов из сточных вод [13]. Традиционно для повышения pH сточных вод использовались

сильные едкие реагенты, такие как аммиак, известь, гидроксид натрия, карбонат натрия и сульфид натрия. При этом растворимые ионы тяжёлых металлов превращаются в нерастворимые гидроксидные, карбонатные или сульфидные соединения и выпадают в осадок в щелочной среде.

Однако традиционные реагенты имеют ряд недостатков: большинство ионов тяжёлых металлов присутствует в кислом растворе [5], а сульфидные реагенты в кислом растворе могут генерировать токсичный сероводородный газ, который вреден для здоровья человека и окружающей среды [6].

Авторы [7] изучали электрохимическое выделение ионов металлов из раствора, образующегося при селективной плавке смешанной Ni-Cu руды.

В исследованиях наблюдались электрохимические реакции ионов меди и никеля из сульфатированных медно-никелевых растворов.

Поскольку озон является сильным окислителем, существует возможность для выделения из сточных вод тяжёлых цветных металлов. Эффективность процесса, во многом зависит от уровня pH обрабатываемого раствора.

Увеличение количества добавок наблюдается при обработке электролитов цеха электролиза меди АО «Алмалыкского ГМК» Медеплавильный завод (МПЗ) и растворов омеднения цеха обработки золота и серебра в цехе медного купороса [11, 12].

Результаты анализов показали, что количество никеля в технологических растворах медесульфатного завода (маточные растворы) достигает 15-25 *г/л*.

Часть никеля входит в состав медного купороса, и получаемый готовый продукт не всегда соответствует стандартным требованиям.

Очистку подобного сложного сульфатного раствора, можно произвести электрохимически с использованием осадительных реагентов, ионного обмена и некоторых других методов [8, 9]. Тиоцианат аммония, использовался в качестве реагента для раздельной сепарации меди и никеля, содержащихся в технологических растворах, образующихся при производстве медного купороса.

Изучена зависимость от температуры, времени и концентрации раствора [10].

Результаты и обсуждение исследований. В качестве осадителя, для извлечения металлов из технологических растворов, образующихся при производстве сульфата меди методом осаждения, использовали сточные воды, содержащие роданит-ионы, с завода «Навоиазот» цех 201 (завод по производству тиомочевины).

Первоначально был определён исходный состав обоих сточных вод на масс-спектрометре. Анализ элементарного состава технологических сточных вод показан в *табл. 1*.

Для исследования, были отобраны пробы с завода медного купороса и сточные воды производства тиомочевины в различных соотношениях (1:9, 1:4; 1:2,5; 1:1,5; 1:1; 1,5:1), данные смеси отправлены на перемешивание периодичностью в 10 *мин* при помощи стеклянной палочки.

Процедуру проводили при комнатной температуре.

Результаты анализа смещения сточных вод цеха медного производства АО «АГМК» и сточных вод роданистого аммония АО «Навоиазот» в различных соотношениях и после процесса осаждения металлов указаны в *табл. 2*.

Ионы роданида реагируют с ионами металлов следующим образом:

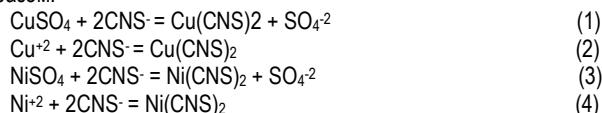


Таблица 1
Анализ элементарного состава технологических сточных вод

Анализируемый продукт	Химический состав, <i>г/л</i>								
	Al	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Sb
Кислые стоки купоросного цеха МПЗ	42	670	14	270	20	22	23	1,4	63
Промывные растворы производства родонитов АО «Навоиазот»	55	200	0,100	2,8	0,32	18	12	48	2,6

Таблица 2
Результаты анализа смещения сточных вод цеха медного производства АО «АГМК» и сточных вод роданистого аммония АО «Навоиазот» в различных соотношениях и после процесса осаждения металлов

Соотношение A:B'	Содержания металлов, <i>г/л</i>					
	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Sb
1:0	270	20	22	23	1,4	63
0:1	2,8	0,32	18	12	0,48	2,6
1,5:1	0,5	0,003	37	0,26	0,078	0,612
1:1	0,27	0,002	25	0,17	0,056	0,433
1:1,5	0,21	0,0014	15	0,12	0,046	0,358
1:2,5	0,15	0,0009	5,6	0,1	0,031	0,272
1:4	0,0049	0,0006	0,00026	0,006	–	0,16
1:9	0,0031	0,00022	0,000078	0,00056	–	0,069

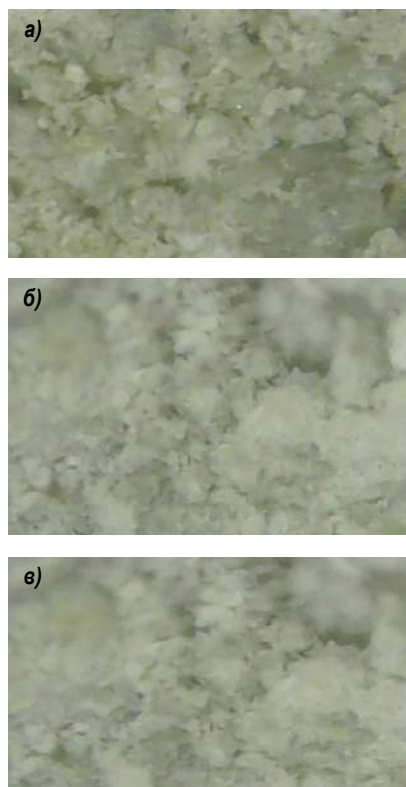
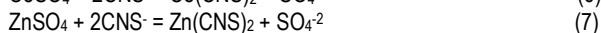
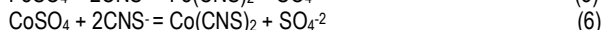
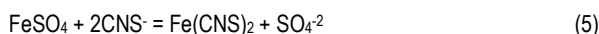


Рис. 1. Вид проб, образующихся при смешивании сточных вод цеха медного производства АО АГМК и АО «Навоиазот», на микроскопе NLSD-307B: а – 1:9; б – 1:4; в – 1:2,5



Спустя час перемешивание прекратили и раствор отфильтровали. Определили состав отфильтрованного раствора. В данном

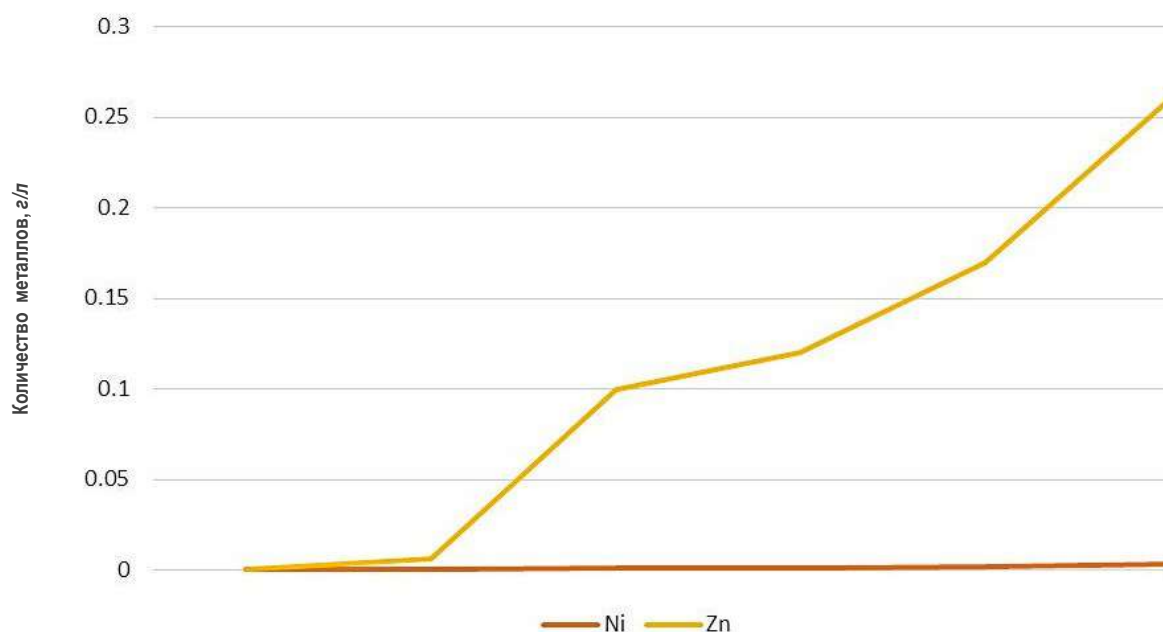


Рис. 2. Количество основных металлов (Ni, Zn,) в отфильтрованном растворе

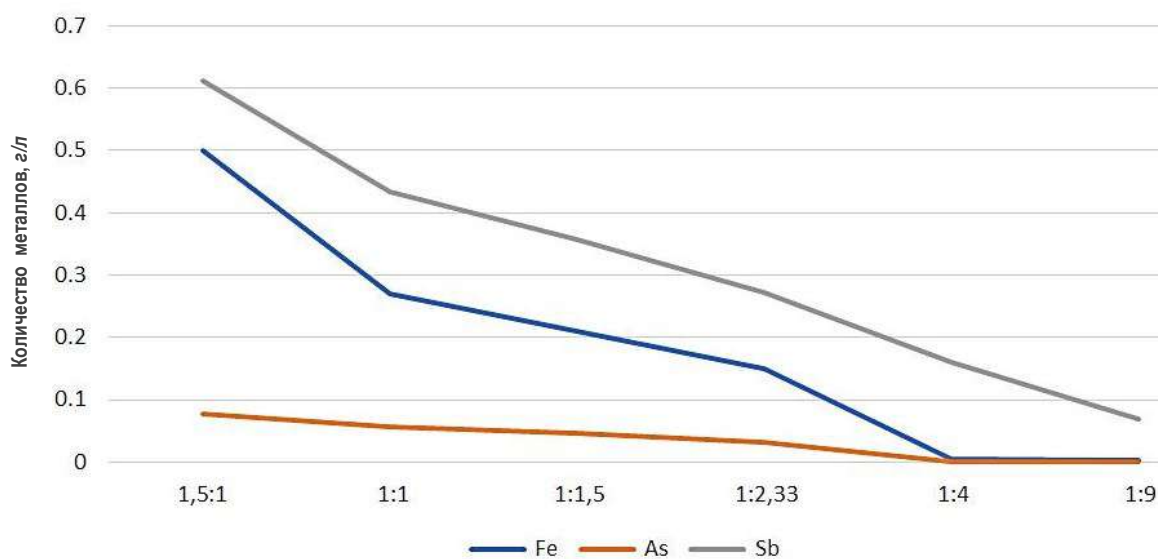


Рис. 3. Количество металлов (Fe, As, Sb) в отфильтрованном растворе

процессе фильтрации использовалась стандартная фильтровальная бумага. Изучался внешний вид и цвет отфильтрованного раствора и оставшегося на бумаге осадка.

Осадки, оставшиеся на фильтре, исследовались под сканирующим микроскопом NLS-307B при увеличении до 700x. Для этого осадок, оставшийся на фильтре, подвергли сушке.

Отобрав 20 г высушенного осадка, измельчили и рассмотрели под микроскопом. Вид проб, образующихся при смешивании сточных вод цеха медного производства АО АГМК и АО «Навоиазот», на микроскопе NLS-307B указано на рис. 1.

Как видно из табл. 2, при смешивании сточных вод медносульфатного завода со сточными водами роданита «Навоиазот» в различных пропорциях количество металлов в растворе увеличивается.

Количество металлов в глине снижается, то есть количество роданитовых сточных вод производства роданитового аммония нейтрализуется не полностью.

На основании полученных результатов построен график количества металлов (Ni, Zn, Fe, As, Sb) в отфильтрованном растворе на рис. 2-3.

Перемешивание производили через разные промежутки времени (от 10 до 60 мин) и определяли количество меди, цинка и никеля, перешедшие в ванну. При этом сточные воды Алмалыкского медносульфатного комбината смешивались со сточными водами роданитового «Навоиазот» в соотношении 1:9.

Результаты, полученные в ходе эксперимента, приведены в табл. 3-5. Как видно из рис. 4 и табл. 3 большинство металлов

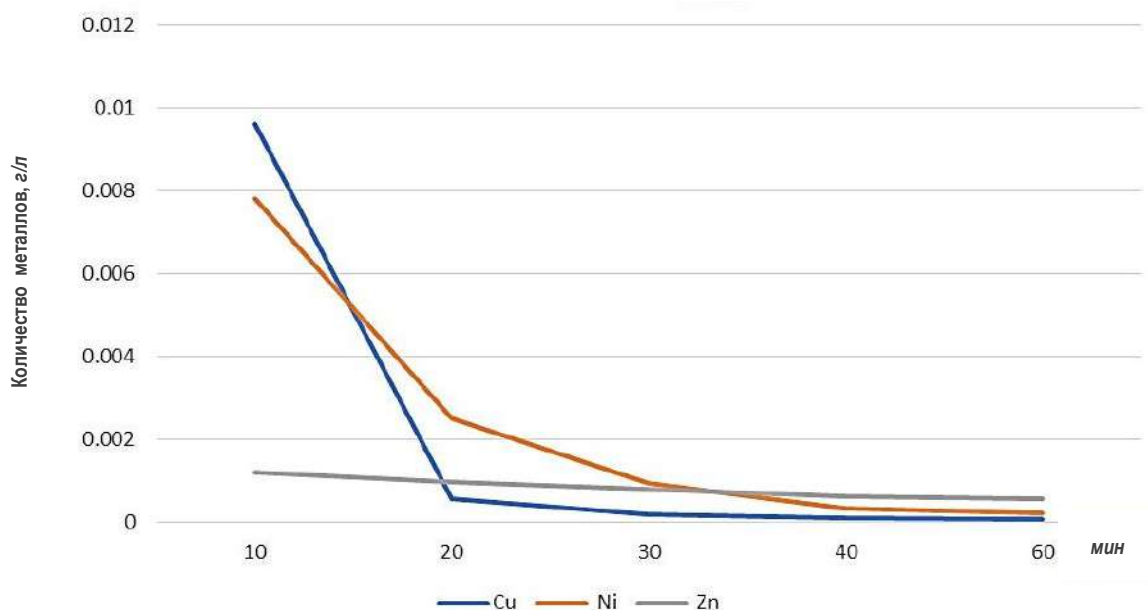


Рис. 4. Осаждения металлов с течением времени

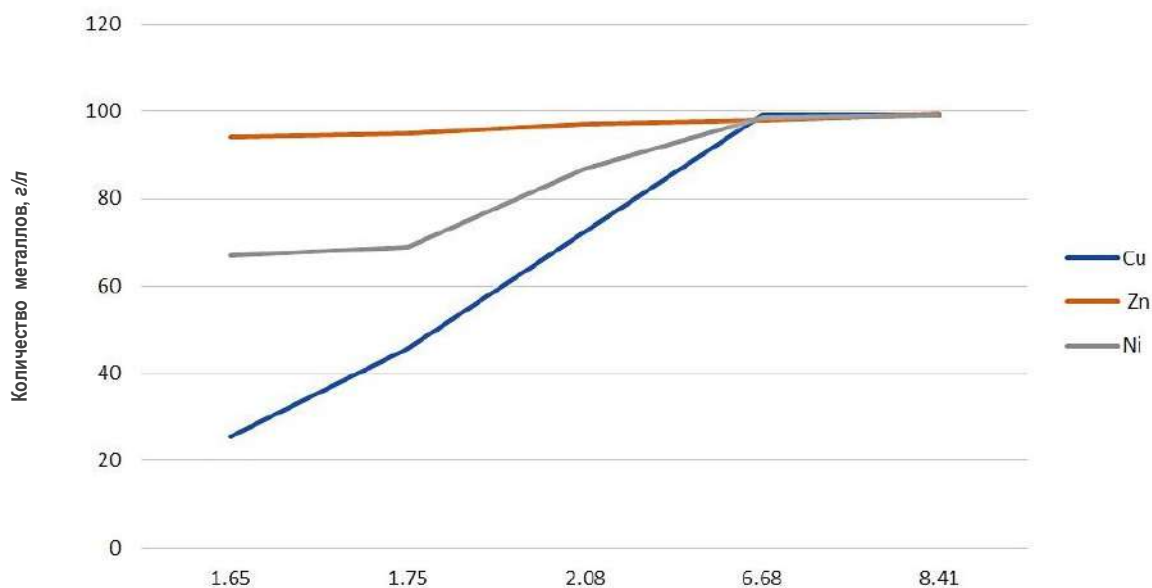


Рис. 5. Влияние pH-среды на содержания осажженных металлов

выпадает в осадок в первые 20 мин. В ходе исследования на лабораторном pH-метре измеряли значения pH исходного раствора и раствора после смешивания.

Результаты, полученные в ходе эксперимента, приведены в табл. 4. Окружающая среда кислая (pH = 1,48) ввиду присутствия сульфат-ионов, в сточных водах завода по производству сульфата меди.

Среда слабощелочная (pH = 9,23) из-за высокого содержания органических соединений в роданитовых сточных водах.

Результаты химического анализа индикаторов осаждения при различных значениях pH при осаждении металлов в технологическом растворе представлены в табл. 5, и на основании полученных результатов построен график зависимости процесса осаждения от

pH (рис. 5). По мере увеличения значения pH, увеличивается осаждение металлов.

При этом наблюдается резкое увеличение степени осаждения меди в пределах 99% при pH = 8,41.

Этот показатель для цинка составлял 98,7%, для никеля 97%.

Высокая степень осаждения за короткий промежуток времени зависит от соотношения растворов и правильного выбора pH среды при определенном количестве металлов в растворе.

Цех по производству тиомочевины в АО «Навоиазот» выделяет высококонцентрированные металлы (медь и никель-цинк) из технологических растворов (маточных растворов), образующихся при производстве медного производства, через сточные воды, содержащие роданитовые ионы.

Таблица 3
Зависимость количества металлов в растворе от времени

Время перемешивания, мин	Количество металлов в растворе, г/л		
	Cu	Ni	Zn
10	0,0096	0,0078	0,0012
20	0,0055	0,0025	0,00097
30	0,00018	0,00095	0,00078
40	0,000090	0,00034	0,00062
60	0,000078	0,00022	0,00056

Таблица 5
Влияние pH среды на содержание осажденных металлов

Значение pH	Количество осажденных металлов, %		
	Cu	Zn	Ni
1,65	25,6	94	67
1,75	45,6	95	69
2,08	72,5	97,3	87
6,68	99	98	98,6
8,41	99,2	99	99

Таблица 4
Влияние соотношения компонентов на pH среды

Первичные сточные воды			Растворы после смешивания		
№	Название	Значение pH	№	Соотношение компонентов	Значение pH
1.	Цех медного производства	1,48	1.	1:9	8,41
2.	АО «Навоиазот»	9,23	2.	1:4	6,68
			3.	1:2,33	2,08
			4.	2,33:1	1,75
			5.	4:1	1,65

По результатам исследований в различных условиях наблюдалось соосаждение металлов в раствор. При этом максимальная скорость осаждения меди из раствора составила 80%, скорость осаждения никеля из раствора – 94%, цинка – 97%.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что металлы значительно осаждаются за короткий промежуток времени (10-15 мин.). Кроме того, количество образующегося осадка зависит от соотношения растворов. Чем ниже кислотность, тем быстрее стабилизируется система и увеличивается количество осадка и металлов в ней.

Библиографический список:

- Florina C.C. Antoaneta Ene Biosorption of Heavy Metals from the Metallurgical Industry Wastewater by Macroalgae Romania. 2020, pp. 2-7.
- Kumar K.V., Bhagavanalu Dvs., Adsorption of basic dye from its aqueous solution on to bio-organic waste, J. Ind. Pollut. Control 19 (2003) 20-28 and Natural Sciences ISSN: 2181-144X, pp. 32-38.
- Ojedokun A.T. Olugbenga Solomon Bello Sequestering heavy metals from wastewater using cow dung Water Resources and Industry 13 (2016), pp. 7-13.
- Athar Hussain, Sangeeta Madan, Richa Madan. Removal of Heavy Metals from Wastewater by Adsorption. July 2021. In book: Heavy Metals - Their Environmental Impacts and Mitigation, pp.1-24.
- Ayele L., Pérez E., Mayoral Á., Chebude Y. & Díaz I. 2018 Synthesis of zeolite A using raw kaolin from Ethiopia and its application in removal of Cr(III) from tannery wastewater. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 93, pp. 146–154.
- Botha A., Strydom C.A. Preparation of a magnesium hydroxy carbonate from magnesium hydroxide. Hydrometallurgy 62, 2001, pp. 175-183.
- Razika Djouani., Qian Xu., Qiushi Song., Ying Chen. The Separation of Copper and Nickel from Ni-Cu Mixed Ore Simulated Leaching Solution Using Electrochemical Methods // Eurasian Journal of Analytical Chemistry, ISSN: 1306-3057. 2017 12(7):1015-1044, pp.1015-1044.
- Холикулов Д.Б., Болтаев О.Н., Самадов А.У., Абдурахмонов С. Изучение возможности извлечения никеля из отходов медного производства АО «Алмалыкский ГМК» // «АДВАНСЕС ССИЕНСЕ». Сборник статей международной научно-практической конференции. Пенза, 20 ноября 2018 г. – 234 с.
- Холикулов Д.Б., Болтаев О.Н., Муносибов Ш.М. Извлечения никеля из маточного раствора медного производства // «Проблемы и перспективы эффективной переработки минерального сырья в 21 веке». Международная конференция «Плаксинские чтения – 2019», 9-14 сентября 2019 г. – Иркутск, Россия. 336 с.
- Xoliqulov D.B., Boltayev O.N., Xaydaraliev X.R., Mis ishlab chiqarish texnologik eritmalaridan metallarni cho'ktiruvchi reagentlar yordamida ajratish. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences ISSN: 2181-144X. Vol.2(2) 2020, pp.36-45.
- Абдурахмонов С.А., Ахтамов Ф.Э., Хужакулов Н.Б. Исследование возможности переработки лежалого медного клинкера // Горный Вестник Узбекистана. № 1 (36). – Навои, 2009 г. – С. 77-78.
- Самадов А.У., Хужакулов Н.Б., Арипов А.Р., Хужамов У.У., Хамидов Р.А. Гидрометаллургик заводларнинг чиқинди омборини геотехнологик тадқиқоти методологияси // Ўзбекистон кончиллик хабарномаси. № 2 (77). – Навоий, 2019 й. 11-13 б.
- Тагаев И.А., Андрийко Л.С., Вохидов Б.Р., Бойхонова М.К., Хужакулов Н.Б. Подбор исходного местного сырья и изучение дериватографических показателей для получения сорбентов. Universum: технические науки, 2020 г. – С. 63-69.

УВАЖАЕМЫЕ СОТРУДНИКИ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА, КОЛЛЕГИ!

Сотрудники АО «ВНИПИпромтехнологии» поздравляют коллектив государственного предприятия «Навоийский горнометаллургический комбинат» со славным 65-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 научнотехнического прогресса в горном деле.

Коллектив АО «ВНИПИпромтехнологии»

ЗАДАЧА ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФОРМЫ ОТВАЛОВ, МЕТОДАХ ВЫЧИСЛЕНИЯ ИХ ОБЪЕМОВ И МАССЫ



Худайбердиев О.Ж.,
доцент кафедры
«Высшая математика и
информационные технологии»
НГГТУ, PhD



Рахматов С.Х.,
доцент кафедры
«Высшая математика и
информационные технологии»
НГГТУ, PhD



Норов Г.М.,
ассистент кафедры
«Высшая математика и
информационные технологии»
НГГТУ



Карабекян С.Х.,
старший преподаватель
кафедры «Высшая математика и
информационные технологии»
НГГТУ

Ushbu maqolada Dehqonobod kaliy o'g'it zavodining misolida kon qazilmalarini qazishdan kelib chiqqan tosh tuzni tuzxonaga joylashtirish va rudani qayta ishlashdan keyin hosil bo'lgan tuz chiqindilarini saqlash uchun texnik yechim asosida karyer qoldiqlarining geometrik shaklini aniqlash, ularning hajmlari va massasini hisoblash usullari ko'rib chiqilgan.

Tayanch iboralar: tashlama joy, qoldiq, tuzli chiqindi, qoldiq ombori, ruda, maydon, hajm, massa.

В данной статье рассматривается задача об определении геометрической формы карьерных хвостов, методах вычисления их объемов и массы на основании технического решения по размещению каменной соли от проходки горных выработок рудника в солеотвале и солеотходов хвостохранилища, образованных после переработки руды, на примере Дехканабадского завода калийных удобрений (ДЗКУ).

Ключевые слова: отвал, хвост, солеотвал, хвостохранилище, руда, площадь, объем, масса.

В составе руды, добываемой в ДЗКУ, содержится калий, соль и т.д. После переработки соль является основным содержимым остатка добытой руды. Этот остаток вывозят в отвал для хранения. Отвал, состоящий в основном из соли, растворяется или опыляется под действием различных природных явлений, например таких, как выпадение атмосферных осадков, солнечного нагрева и т.д. Результат этих воздействий на отвал отрицательно сказывается на экологии местности в виде соленой воды, пыли. Из визуального наблюдения замечено, что в радиусе 50 км от отвала вся территория засолена, что пагубно повлияло на близлежащую флору.

Изучение литературных источников по хранению карьерных хвостов [1-2] и визуальное исследование космических фотографий, а также маркшейдерских чертежей отвалов ДЗКУ, наводят на следующее представление рассматриваемой задачи:

- нет четкой геометрической формы хранения хвостов;
- объемы хвостов занимают очень большую территорию;
- отвалы накапливаются в зависимости от местного рельефа.

Из проведенных исследований следует, что изучение по хранению карьерных хвостов ведётся, в большинстве случаев, с точки зрения физико-механических свойств отвала. Математическое обоснование и моделирование хранения карьерных хвостов мало изучено. Ниже будут рассмотрены решения этих вопросов с помощью математического аппарата.

Изучение начинаем из формы котлованов для хранения карьерных отвалов. Можно предложить различные геометрические формы котлованов, зависящих от рельефа местности. Наиболее эффективными являются трапециевидная призма, параболическая, эллипсоидальная и круговая формы котлованов. Каждая из этих форм будет являться эффективной, если строго соблюдать процесс накопления отвалов при транспортировке. Но, так или иначе, мы вынуждены иметь в виду тот факт, что в процессе накопления хвостов почти невозможно соблюдать строгую геометрическую форму хранилища. Учитывая это, выбирают наиболее простую, но одновременно эффективную форму.

Используя маркшейдерские съемки хвоста ДЗКУ (рис.1), напишем аналитические выражения в виде уравнений в зависимости от конфигурации полученного чертежа [3].

Для удобства, не нарушая общности, ось Oy расположим по центру чертежа так, чтобы обе части хвоста находились симметрично относительно этой оси. Ось Ox расположим в нижней части границы хвоста.

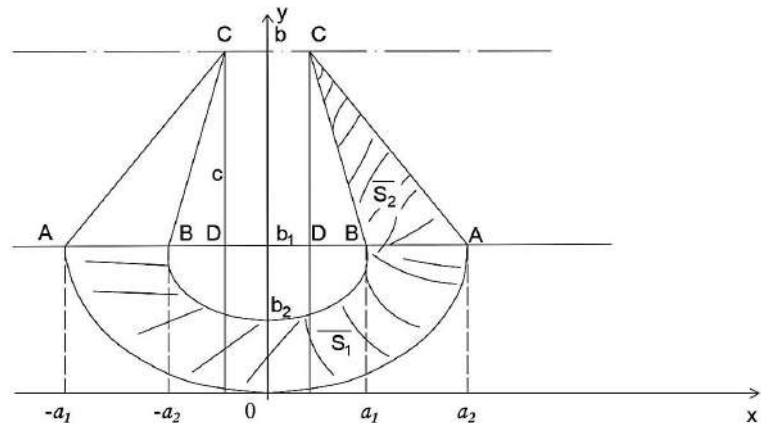


Рис. 1. Границы области D, соответствующие маркшейдерским съемкам хвоста

Предположим следующее:

- хвост образован как многоярусное хранилище;
- все ярусы, начиная со второго, сохраняют первоначальную конфигурацию;
- площади и соответствующие объёмы уменьшаются по сравнению с предыдущими ярусами;

Вышеприведённые предположения не нарушают общности, а произведенные расчёты не выходят за рамки допущенной погрешности ($\pm 2\% - \pm 5\%$).

С учётом вышесказанных предположений построим конфигурацию (эпюру) хвоста.

Исходя из сделанного чертежа (эпюры) хвоста напомним уравнение кривых, которые очевидно являются кривыми второго порядка. Из чертежа следует, что нижняя часть области D ограничена кривыми, описываемыми две параболы, а верхняя часть – треугольниками. Из курса аналитической геометрии известно, что эти кривые задаются уравнениями:

$y = k_1x^2$ – для внешней кривой, где k_1 – коэффициент сплюсченности;

$y = k_2x^2 + b_2$ – для внутренней кривой, где k_2 – коэффициент сплюсченности.

Верхнюю часть, если этого требует технологическое расположение или размещение хвоста, можно рассмотреть как криволинейную трапецию. Суть идеи при этом не изменится.

Теперь, когда получены уравнения кривых и вид треугольников (рис. 1), то можно приступить к вычислению соответствующих площадей. В силу симметричности рассматриваемых фигур, можно вычислить одну часть площади треугольника, а затем полученный результат удвоить.

Требуется вычислить площадь заштрихованной части. Для этого будем следовать следующему алгоритму:

- вычислим площадь фигуры, ограниченной параболой $y = k_1x^2$ и прямой $y = b_1$, обозначив её через S_1 ;
- вычислим площадь фигуры, ограниченной параболой $y = k_2x^2 + b_2$ и $y = b_1$, обозначив её через S_2 ;
- вычитая из S_1 площадь S_2 , получим требуемый результат \overline{S}_1 .

Итак,

$$S_1 = \int_0^{a_1} (b_1 - k_1x^2) dx = \left[b_1x - k_1 \frac{x^3}{3} \right]_0^{a_1} = b_1a_1 - k_1 \frac{a_1^3}{3}.$$

$$S_2 = \int_0^{a_2} (b_1 - k_2x^2 - b_2) dx = \left[(b_1 - b_2)x - k_2 \frac{x^3}{3} \right]_0^{a_2} = (b_1 - b_2)a_2 - k_2 \frac{a_2^3}{3}.$$

$$S_1 - S_2 = b_1a_1 - k_1 \frac{a_1^3}{3} - (b_1 - b_2)a_2 + k_2 \frac{a_2^3}{3} =$$

$$\frac{1}{3}(k_2a_2^3 - k_1a_1^3) + b_2a_2 + (a_1 - a_2)b_1$$

Следовательно, площадь:

$$\overline{S}_1 = \frac{2}{3}(k_2a_2^3 - k_1a_1^3) + 2(b_2a_2 + (a_1 - a_2)b_1).$$

Для вычисления площади треугольника ABC вычислим площади треугольников ADC и BDC . Вычитая от первой площади вторую, получим необходимый результат:

$$S_{ADC} = \frac{1}{2}a_1c,$$

где $c = b - b_1$

$$S_{BDC} = \frac{1}{2}a_2c.$$

$$\overline{S}_2 = S_{ADC} - S_{BDC} = \frac{c}{2}(a_1 - a_2).$$

Итак, общая площадь треугольников равна:

$$2\overline{S}_2 = 2 \frac{c}{2}(a_1 - a_2) = c(a_1 - a_2).$$

Таким образом, общая поверхностная площадь хвоста будет равна:

$$S = \overline{S}_1 + \overline{S}_2,$$

т.е.

$$S = \overline{S}_1 + \overline{S}_2 = \frac{2}{3}(k_2a_2^3 - k_1a_1^3) + 2(b_2a_2 + (a_1 - a_2)b_1) + c(a_1 - a_2).$$

Здесь a_1, a_2, b_1, b_2, c – заданные координаты, т.е. известные постоянные.

Коэффициенты сплюсченности k_1 и k_2 можно легко определить, используя результаты экспериментальных данных или методом подбора. Поэтому вычисление площади поверхности не является трудоёмкой задачей.

Для того, чтобы получить объём хвоста рассматриваемого яруса, достаточно полученную площадь S умножить на высоту h яруса, т.е.

$$V = S \cdot h \quad (1)$$

Используя этот результат, можно приближенно (в пределах допустимого) найти массу вещества, находящегося в этом объёме, если известна плотность ρ этого вещества, т.е.:

$$M = V \cdot \rho = S \cdot h \cdot \rho \quad (2)$$

Полученный результат имеет место только для одноярусного хранилища хвоста. Но большинство хранилищ [1-3] часто многоярусно.

Для того, чтобы полученный результат распространялся и на многоярусные хранилища хвоста поступим следующим образом.

Так, как хранилище является многоярусным, то для каждого яруса проиндексируем соответствующие им площади S как S_i , объём V как V_i , массу M как M_i и высоту h как h_i (здесь $i \geq 2$). Тогда, для вычисления объёма хвостохранилища возьмём площадь первого яруса S_1 как основу для вышестоящих ярусов.

В этом случае объём для первого яруса и соответствующая этому объёму масса тела будут равны:

$$V_1 = S_1 \cdot h_1,$$

$$M_1 = V_1 \cdot \rho = S_1 \cdot h_1 \cdot \rho$$

Для второго яруса и далее соответствующие площади и высоты меняются по техническому регламенту, поэтому

$$V_2 = S_2 \cdot h_2, \quad V_3 = S_3 \cdot h_3 \dots, \quad V_n = S_n \cdot h_n$$

Следовательно, общий объём хвостохранилища равен:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n S_i \cdot h_i. \quad (3)$$

Точно также, вычисляя массу каждого яруса соответственно:

$$M_1 = V_1 \cdot \rho, \quad M_2 = V_2 \cdot \rho, \dots, \quad M_n = V_n \cdot \rho.$$

и суммируя полученные выражения для массы, находим общую массу:

$$M = \sum_{i=1}^n M_i = \sum_{i=1}^n V_i \cdot \rho = \sum_{i=1}^n S_i \cdot h_i \cdot \rho. \quad (4)$$

Из выше проведённых расчётов следует, что геометрическую конфигурацию хранилища хвоста, вычисления его объёма и массы можно провести строго математическим аппаратом. Это даёт возможность эффективно использовать отведённую площадь для хранилища хвоста, контролировать его объём и массу по требуемому технологическому регламенту.

Таким образом, поставленная задача решена на основании строгого математического аппарата, построена конфигурация



хранилища хвоста, получены формулы вычисления объёмов и массы хвоста. Для одноярусных хвостохранилищ, получены формулы (1) и (2) вычисления объёма и массы хвоста, а для многоярусных хвостохранилищ формулы (3) и (4) соответственно.

Полученные результаты по указанным формулам будут достоверными и способствуют эффективному и экономичному использованию отведенной для этой цели территории земельного участка.

Библиографический список:

1. Дёмин А.М., Шукшина О.И. Напряженное состояние и устойчивость отвалов в карьерах. – М.: Недра, 1978. – 159 с.
2. Наимова Р.Ш. Разработка технологии формирования высоких одноярусных отвалов при переменной несущей способности основания. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Навои, 2005. – 116 с.
3. Проект. Горнодобывающий комплекс Дехканабадского завода калийных удобрений. Том 9. Хвостохранилище. 12.171-ПЗ.ГТС. – Пермь, 2008. – 154 с.
4. Пискунов С.Н., Дифференциальное и интегральное исчисления для ВТУЗов. Том 1, 2. – Москва: «Наука», 2006 г. – 555 с.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2023, № 4 (95) pp. 69-71

THE PROBLEM OF DETERMINING THE SHAPE OF WASTE DUMPS, METHODS OF CALCULATING THEIR VOLUMES AND MASSES

Khudaiberdiev O.Zh., Associate Professor of the Department of "Higher Mathematics and Information Technologies", PhD.

Rakhmatov S.Kh., Associate Professor of the Department of "Higher Mathematics and Information Technologies", PhD.

Norov G.M., Assistant at the Department of "Higher Mathematics and Information Technologies".

Karabekyan S.Kh., Senior Lecturer at the Department of "Higher Mathematics and Information Technologies".

Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan.

This article considers the problem of determining the geometric shape of mine tailings, methods of calculating their volume and mass on the basis of technical solutions for the placement of rock salt from the mine excavations in the salt dump and salt waste tailings formed after ore processing, on the example of Dehkanabad Potash Fertilizer Plant (DPFP).

Keywords: dump, tailings, salt dump, tailings, ore, area, volume, mass.

Bibliographic list:

1. Demin A.M., Shukshina O.I. Stress state and stability of dumps in quarries. – M.: Nedra, 1978. – 159 p.
2. Naimova R.Sh. Development of technology for the formation of high single-tier dumps with variable bearing capacity of the base. Dissertation for the scientific degree of Candidate of Technical Sciences. – Navoi, 2005. – 116 p.
3. Project. Mining complex of the Dekhkanabad potassium fertilizer plant. Volume 9. Tailings storage facility. 12.171-PZ.GTS. – Perm, 2008. – 154 p.
4. Piskunov S.N., Differential and integral calculus for technical colleges. Volume 1, 2. – Moscow: "Nauka", 2006. – 555 p.

Дорогой Кувандик Санакулович!

От имени Межотраслевого Центра стратегических инноваций и информатизации и от себя лично сердечно поздравляю АО «НГМК» с 65-летием!

Возглавляемый талантливыми руководителями и высококвалифицированными специалистами Навоийский горно-металлургический Комбинат на протяжении всей своей истории занимал и продолжает занимать флагманское место в горно-металлургической отрасли страны. История АО «НГМК» - это история стремительного развития, огромных достижений, история людей, которые посвятили себя нелегкому труду во благо Комбината и всей страны. Непрерывные прорывные инновации во всех сферах жизнедеятельности Комбината, инвестиции в человеческий капитал, обновление технологий производства, внедрение высокопроизводительной техники и оборудования, всесторонняя автоматизация и цифровизация - являются основой его достижений, лидерства и конкурентоспособности на мировом рынке.

Одним из краеугольных камней динамичного развития Комбината является целенаправленная деятельность по формированию в коллективе инновационной культуры.

Для формирования высокой инновационной культуры на Комбинате используются различные механизмы. В том числе, проведение совместно с Межотраслевым Центром стратегических инноваций и информатизации и другими организациями в течение более чем 25 лет ежегодных Международных конференций «Инновация», посвященных решению стратегических важных задач инновационного развития отраслей экономики Узбекистана.

Гарантом дальнейшего устойчивого развития АО «НГМК» и Кызылкумского региона является комплексная интеграция интеллектуального потенциала, образования и науки, промышленного потенциала, воплощенная в созданном на базе Комбината крупнейшем в мире инновационном горно-металлургическом кластере.

Желаю Навоийскому горно-металлургическому комбинату, его руководству и сотрудникам благополучия, процветания и дальнейшего плодотворного развития на благо Узбекистана.

С уважением,
директор Центра
А.А. Кадыров

РАЗРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНОГО РАДИОМЕТРА НА ОСНОВЕ КРЕМНИЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Нурбоев К.М.,
заместитель директора
по науке Навоийского отделения
АН РУз., к.ф.-м.н.



Муллагалиева Ф.Г.,
старший научный сотрудник
Физико-технического института
АН РУз., к.т.н.



Отабоев С.К.,
докторант
Физико-технического института
АН РУз.



Марипов И.И.,
докторант
Физико-технического института
АН РУз.

Мақоллада алфа, бета ва гамма нurlanishilarning faolligini o'Ichash uchun kremniy detektorlari asosida ishlab chiqilgan ko'p kanalli radiometrik qurilma tasvirlangan. Qurilmaning strukturasi – signal generatoriga yega mikrokontroller blokining sxemasi, elektron bloklarning ishlashi ko'rsatilgan. Radon alfa zarralarining hajmli faolligini va tuproq havosidagi beta va gamma nurlanish faolligini monitoring qilish natijalari keltirilgan, bu radiatsiya faolligining harorat va namlikka bog'liqligini ko'rsatdi. Qurilma ixcham, xavfsiz va ko'p qirrali bo'lib, uzoq muddatli monitoringni amalga oshirishi va statsionar ishtatilishi mumkin. Ishlab chiqilgan kompyuter dasturi bir vaqtning o'zida alfa, beta va gamma nurlanish faolligini o'Ichash yoki suv, havo va tuproqdagi radonning hajmli faolligini o'Ichash imkonini beradi.

Qurilma uran konlarini qidirish va qidirish ishlarini olib borishda, tog'-kon ob'ektlarida radiatsiyani nazorat qilish va atrof-muhitni muhofaza qilishda zarur. Radioaktiv izotoplar bilan ishlaganda, insonga ta'sir qilish darajasini minimal darajada ushlab turish uchun radiatsiya nazorati ham zarur.

Tayanch iboralar: kremniy, yarim o'tkazgichli detektor, radiometrik qurilma, alfa, beta va gamma nurlanishi, radon, radonning hajmli faolligi, mikrokontroller.

В работе приводится описание разработанного многоканального радиометрического устройства на основе кремниевых детекторов для измерения активностей альфа, бета и гамма излучений для различных, в том числе экологических исследований. Представлена структура устройства, схема микроконтроллерного узла с формирователем сигналов, работа электронных узлов. Приводятся результаты мониторинга объемной активности альфа частиц радона и активностей бета и гамма излучений в почвенном воздухе, которые показали зависимости активностей излучений от температуры и влажности. Прибор компактен, безопасен и универсален, может проводить длительный мониторинг в полевых условиях и использоваться стационарно. Разработанная компьютерная программа позволяет проводить одновременные измерения активностей альфа, бета и гамма излучений или измерения объемной активности радона в воде, воздухе и почве.

Устройство необходимо при проведении поисково-разведочных работ урановых месторождений, в экологии при контроле радиации на горно-добывающих объектах и охране окружающей среды. При работе с радиоактивными изотопами также необходим контроль излучений для сведения уровня облучения человека к минимуму.

Ключевые слова: кремний, полупроводниковый детектор, радиометрическое устройство; альфа, бета и гамма-излучение; радон, объёмная активность радона, микроконтроллер.

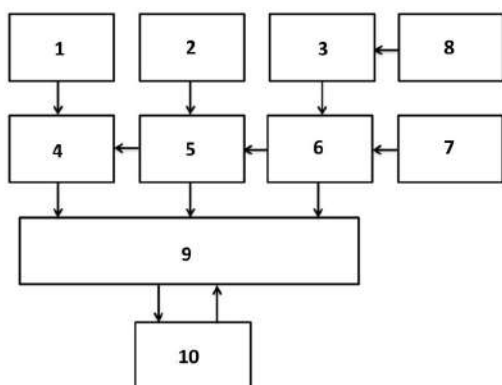


Рис. 1. Блок схема многоканального радиометрического устройства: 1, 2, 3 – рабочие камеры с альфа, бета и гамма детекторам; 4, 5, 6 – узлы усиления и селекции информации; 7 – узел вторичного электропитания; 8 – воздухозаборник; 9 – микроконтроллер; 10 – персональный компьютер с установленной программой, обеспечивающий одновременные измерения альфа, гамма и бета излучений в онлайн режиме

Физическое воздействие радиоактивного излучения на ткани человеческого организма приводит к разрушению элементов клеточных структур. Даже действие малых доз облучения не является совершенно безвредным. Наибольшую опасность для человека представляют гамма, бета и рентгеновские лучи как наиболее проникающие виды излучений [1]. Особую актуальность для многих стран и в том числе для Узбекистана имеет радоновая проблема. Проблему усугубляет наличие многочисленных разломов, трещин и других аномальных тектонических зон, являющихся следствием землетрясений [2]. Эти участки характеризуются повышенным выходом радонового газа. В настоящее время во многих странах ведётся мониторинг концентрации радона в различных средах.

В данной статье приводится описание многоканального радиометрического устройства, разработанного для экспресс-измерения активностей альфа, бета и гамма излучений природных изотопов (^{238}U , ^{234}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{218}Po , ^{214}Bi и др.) в различных средах на основе кремниевых детекторов больших площадей.

Радиометрическое устройство состоит из трёх радиометров, которые могли проводить одновременные измерения альфа, бета и гамма излучений в исследуемых пробах или в среде от естествен-

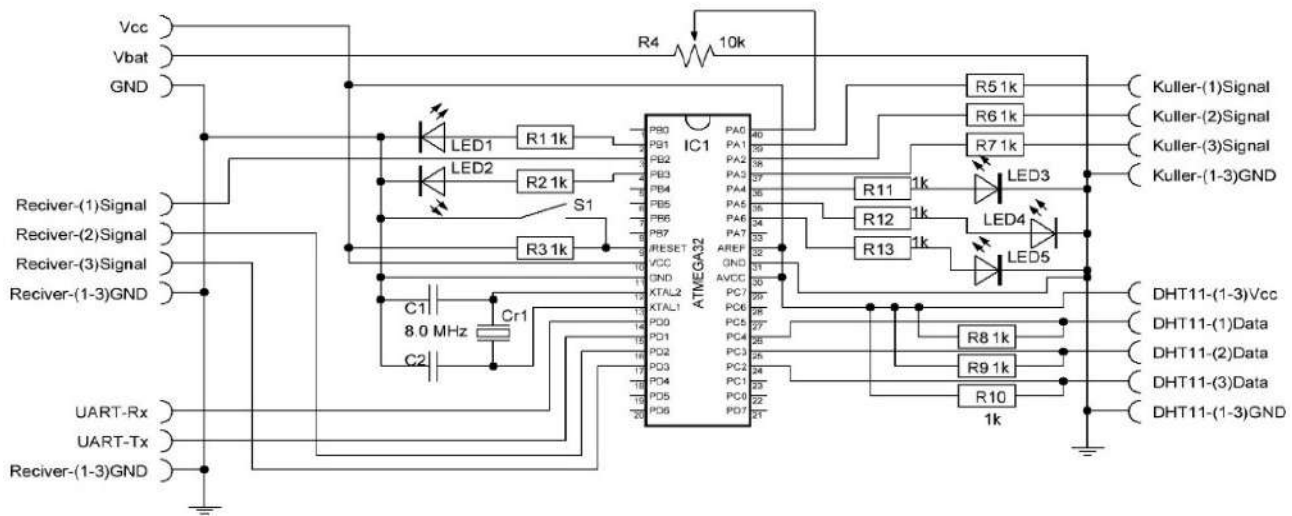


Рис. 2. Схема микроконтроллерного узла

ных источников. В каждом из радиометров использовался определенный тип детектора. В радиометре для измерения гамма и бета излучения использовались литий-дрейфовые детекторы, для измерения альфа частиц и объемной активности радона гетеропереходные или поверхностно-барьерные детекторы. Разработка технологии изготовления детекторов описана в работах [4-7].

Преимущество детекторов, изготовленных описанным способом, состоит в относительно малых потерях энергии со стороны золотого $\Delta E_{вх} \sim 6-12$ кэВ и алюминиевого слоя $\Delta E_{вых} \sim 12-20$ кэВ, что обеспечивает измерения в 2π-геометрии.

Изготовленные детекторы имели следующие характеристики: Д при рабочем напряжении $U_{раб} = (10 \div 80)$ В, «темновой» ток $I_{обр} = (0,5 \div 2)$ мкА энергетический эквивалент шума $E_{ш} = (40 \div 52)$ кэВ, энергетическое разрешение α-частиц ^{226}Ra энергий $E_{\alpha} \sim 7,65$ МэВ ~ 90 кэВ при температуре $T = +27^{\circ}\text{C}$. Энергетическое разрешение определялось, в основном, ёмкостными шумами.

Была разработана структура устройства, состоящая из следующих элементов [8-10]:

- рабочие камеры с детекторами;
- узлы усиления и селекции информации – аналоговая часть;
- микроконтроллерный узел – цифровая часть;
- узел вторичного электропитания;
- узел воздухозаборника;
- персональный компьютер с установленным программным обеспечением.

Компьютерная программа RMI-V1.7 позволяла работать устройству длительное время в режиме онлайн [11, 12].

Блок-схема радиометра представлена на рис. 1.

Схема микроконтроллерного узла который используется в данном устройстве и обеспечивает работу по регистрации излучений изображена на рис. 2.

Микроконтроллерный узел (рис. 2) обеспечивает полную автономную работу устройства регистрации.

В качестве микроконтроллера выбрана микросхема ATmega32 с программируемой памятью (32 кбайт) на кристалле.

Принцип работы для измерения объемной активности радона в различных средах основан на закачке исследуемого воздуха в измерительные рабочие камеры. Рабочие камеры представляют собой пустотельные цилиндры, внутри которых в геометрическом центре, на подвесках укреплены детекторы, которые могут проводить измерения с двух сторон. На корпусе цилиндра также укреплены разъёмы для подключения детекторов к элементам питания и



Рис. 3. Радиометрическое устройство с тремя радиометрами

усиления. Питание детектора обеспечивается напряжением 24-30 В через RC-цепи от вторичного преобразователя напряжения, расположенного в устройстве совместно с зарядочувствительными предусилителями. Для измерения активностей альфа, бета и гамма излучений, рабочие камеры с детекторами устанавливаются непосредственно на исследуемый объект.

На рис. 3. представлен общий вид радиометрического устройства для одновременного измерения активности альфа, бета, гамма излучений или объемной активности радона в трёх средах: почве, воздухе и воде.

Устройством были проведены исследования объемной активности радона и активности бета и гамма излучений в почве (почвенном воздухе) на территории одной из областей Республики (рис. 2). Прибор одновременно измеряет температуру и влажность.

Исследования показали зависимость объемной активности радона от влажности. Известно, что альфа частицы при распаде радона поднимаются с парами воды, увеличивая концентрацию частиц. Активность бета и гамма – излучений не показала зависимость от влажности. Наблюдаемое резкое увеличение активности бета излучения может быть связано с деформационными процессами земной коры данной территории, которая находится по видимому в зоне разлома.

Территория республики относится к сейсмоактивной зоне и характеризуется многочисленными трещинами, разломами и сдвигами земной коры. Использование детекторов большого диаметра позволяет изготовить радиометр, измеряющий малоинтенсивные

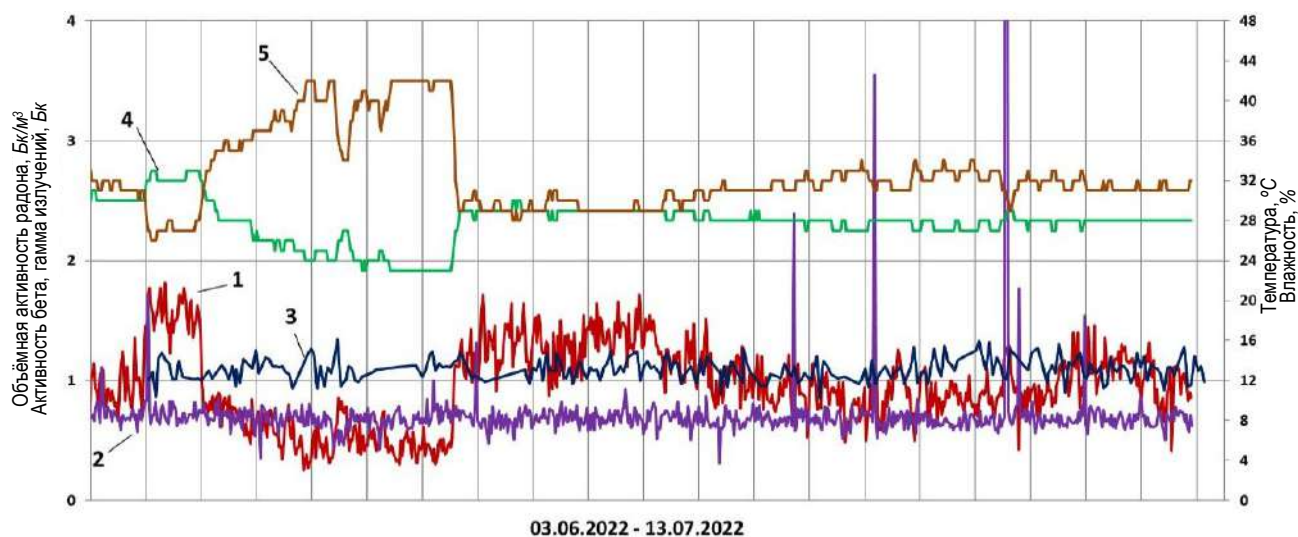


Рис. 4. Изменение объемной активности альфа-частиц радона и активностей бета- и гамма-излучений за период 03.06.2022–14.07.2022; 1 – изменение интенсивности объемной активности радона во времени; 2 – изменение активности бета-излучения во времени; 3 – изменение активности гамма-излучения во времени; 4 – изменение влажности во времени; 5 – изменение температуры во времени

заряженные частицы в различных средах. Этот метод позволяет избежать осаждения радиоактивных веществ на измерительных фильтрах и, следовательно, упрощает процесс измерения.

В результате научно-технических работ разработана технология изготовления многоканального радиометрического устройства, состоящего из трёх радиометров.

Радиометры были изготовлены с использованием различных типов детекторов. Тип детектора выбирается в зависимости от измеряемой активности излучений. Для измерения активности гамма-излучения использовались литий-дрейфовые детекторы толщиной до 1 мм, для бета-излучения и альфа-частиц – поверхностно-барьерные или гетеропереходные до 0,5 мм.

Разработанные детекторы из-за малых потерь в нечувствительной области обеспечивают одновременные измерения в 2-геометрии и непосредственно в измеряемой ячейке. Радиометры с использованием упомянутых выше детекторов в комплекте с персональным компьютером и разработанной программой могут проводить измерения в режиме онлайн. Были проведены исследования по определению активности бета- и гамма-излучений и объемной активности радона в почвенном воздухе в одной из областей республики. Получены зависимости объемной активности радона и активности гамма- и бета-излучений от влажности и температуры.

Компьютерная программа позволила обобщить и обеспечить высокое качество информации, получаемой детекторами.

Библиографический список:

1. Бурназян А.И. Радиологическая защита от облучения радоном. Россия. Публикация. 126 МКРЗ. 2015 г.
2. Яфасов А.Я., Акимов В.А. Тектонический фактор в формировании радоновых полей в атмосфере ташкентского метрополитена // Атомная энергия. – Москва, 2001 г. – № 2. – С.115-121.
3. Яфасов А.Я., Яфасов А.А., Радоновые поля на территории Центральной Азии // АНРИ. – Москва, 2003. – № 3 (34). – С. 13-17.
4. Раджапов С.А., Раджапов Б.С., Рахимов Р.Х. Особенности технологии изготовления кремниевых поверхностно-барьерных детекторов большой чувствительной рабочей площадью для измерения активности естественных изотопов // Computational Nanotechnology. – Москва, 2018, – № 1. – С. 151-154.
5. Muminov R.A., Radzhapov S.A., Mullagalieva F.A., Radzhapov B.S., Zufarov M.A., Nurboev K.M., Akhmedov G.M. Development of High-Efficiency Silicon Detectors and Electronic Components for a Radiometer of Alpha Radiation // Instruments and Experimental Techniques. – Moscow, 2021. – Vol. 64, – No. 3, pp. 444-449.
6. Muminov R. A., Radzhapov S. A., Mullagalieva F. G., Radzhapov B. S., and Zufarov M. A. Development of a large-sized highly sensitive detector based on a-Si/pn heterostructures for radon detectors // Atomic Energy. – Moscow, 2022. – Vol. 131. No. 6, pp 344-346. DOI 10.1007/s10512-022-00892-2.
7. Раджапов С.А., Нурбоев К.М., Муллағалиева Ф.Г., Зуфаров М.А., Раджапов Б.С., Эргашев К.Э. Разработка кремниевых детекторов и электронных блоков для радиометра альфа, бета и гамма излучения // Computational nanotechnology. – Москва, 2022. – № 3, pp. 45-52. DOI: 10.33693/2313-223X-2022-9-3-45-52.
8. Муминов Р.А., Раджапов С.А., Муллағалиева Ф.Г., Раджапов Б.С., Зуфаров М.А. Разработка радиометра для экологических и геофизических исследований. – Ташкент: ДАН, 2021. – С. 30-34.
9. Патент РУз № IAP 04882, 2010. Муминов Р.А., Раджапов С.А., Лутпуллаев С.Л., Пиндюрин Ю.С., Хусамидинов С.С., Юткин С.В. Устройства для измерения объемной активности радона в воздухе.
10. Полезная модель РУз № FAP 02142. Муминов Р.А., Раджапов С.А., Муллағалиева Ф.Г., Зуфаров М.А., Раджапов Б.С. Устройство для измерения объемной активности радона в воздухе, воде и почве.
11. Свидетельство на программные продукты РУз № DGU 05946. Раджапов Б.С., Эргашев К. Программа для микроконтроллера радиометра радона и радия.
12. Свидетельство на программные продукты РУз № DGU 18817. Раджапов Б.С., Эргашев К. Э. Ионлаштирувчи нурланишни қайд қилувчи GSM модулли «Алфаметр», «Бетаметр» ва «Гамметр» қурилмаларининг микроконтроллера да дастури таъминоти.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКИМИ И ИЗОТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ



Жураев И.И.,
доцент кафедры
«Химическая технология» НГГТУ,
PhD



Мухиддинов Б.Ф.,
профессор кафедры
«Химическая технология» НГГТУ,
д.х.н.



Тилавова Л.И.,
доцент кафедры
«Химическая технология» НГГТУ,
PhD

Ishda polivinilxlorid (PVX)ni slanesli smola bilan kompozitsiyalari olingan va ularning termik xarakteristikalari derivatografik usulda tadqiq qilindi. PVX va uning kompozitsiyalarining parchalanish temperaturalarining boshlanishi, yo'qotilgan massa, parchalanish tezligi va parchalanish uchun sarflanadigan energiya miqdorlari aniqlandi. PVX tarkibida slanesli smola miqdorini ortishi bilan PVX kompozitsiyasining parchalanish temperaturalarining boshlanishini pasayishi, yo'qotilgan massa va parchalanish tezliklarining ortishi hamda parchalanish uchun sarflanadigan energiya miqdorlarining slanesli smola miqdorlarini past konsentratsiyalariga nisbatan ko'proq energiya talab qilinishi ko'rsatildi.

PVX va uning slanesli smola bilan kompozitsiyasini termik barqarorligi 190, 200 va 210°C larda 6 soat davomida izotermik sharoitda o'rganildi. Haroratning ko'tarilishi va PVX tarkibida slanesli smola miqdorini ortishi bilan yo'qotilgan massa ham ortib borishi aniqlandi.

Tayanch iboralar: polivinilxlorid (PVX), derivatografik tahlil, dinamik termogravimetrik egri chiziq (DTGA), differentsial skanerlash kalorimetri (DSK), parchalanish tezligi, kompozitsiya, slanesli smola, yo'qotilgan massa, termik barqarorlik, plastifikator.

В работе разработаны и исследованы термические характеристики исходного ПВХ и его композиций со сланцевой смолой дериватографическим методом. Определена температура начала разложения, потеря массы, скорость разложения и количество израсходованной энергии для разложения полимеров. Установлено, что с увеличением содержания сланцевой смолы температура начала разложения снижается, потеря массы и скорость разложения композиций ПВХ возрастает, а также с увеличением концентрации сланцевой смолы количество энергии, расходуемой для разложения полимеров потребуются больше чем при низких концентрациях сланцевой смолы.

Исследована термостабильность ПВХ и его композиций со сланцевой смолой в изотермических условиях при температурах 190, 200 и 210°C в течение 6 ч. Определено, что с возрастанием температуры и концентрации сланцевой смолы в композиции ПВХ возрастает потеря массы.

Ключевые слова: поливинилхлорид (ПВХ), дериватографический анализ, динамическая термогравиметрическая кривая (ДТГА), дифференциальная сканирующая calorиметрия (ДСК), скорость разложения, композиция, сланцевая смола, потеря массы, термостабильность, пластификатор.

Известно, что среди синтетических полимеров поливинилхлорид (ПВХ) занимает особое место и характеризуется высокими диэлектрическими показателями, хорошими физико-механическими свойствами, универсальностью, огнестойкостью, энергоэффективностью, экономичностью, гигиеничностью, экологичностью, атмосферостойкостью, доступностью сырьевой базы, дешёвостью и другими свойствами.

Несмотря на такие уникальные свойства, он имеет ряд недостатков среди которых основным является низкая термостабильность, связанная близостью температур плавления и разложения, которые затрудняют процесс переработки ПВХ.

В процессе переработки протекает термическая деструкция с выделением хлористого водорода, который аутокаталитически ускоряет процесс термодеструкции [1], в результате ухудшаются диэлектрические, физико-механические и другие свойства. Для улучшения переработки ПВХ применяются методы термостабилизации и пластификации.

В качестве пластификаторов используются фталаты [2-4], адипинаты [5-7], фосфаты [8-10], себацанаты [11], полимерные [12] и другие пластификаторы.

Введение пластификаторов в состав полимера обязательно влияет на комплекс свойств композиций ПВХ. Поэтому исследования термостабильности ПВХ композиций являются актуальной задачей. В данной работе приводятся результаты исследования термических характеристик композиций поливинилхлорида со сланцевой смолой дериватографическими и изотермическими методами.

Объект и методы исследования. Объектом исследования служил ПВХ, синтезированный в водно-суспензионной среде полимеризацией винилхлорида в присутствии гетерогенного катализатора-хлорной ртути, пропитанного активированным углём, полученного в АО «Навоиазот», молекулярная масса которого составила 450 000. Композиции готовили следующим образом: необходимое количество сланцевой смолы растворяли в ацетоне и

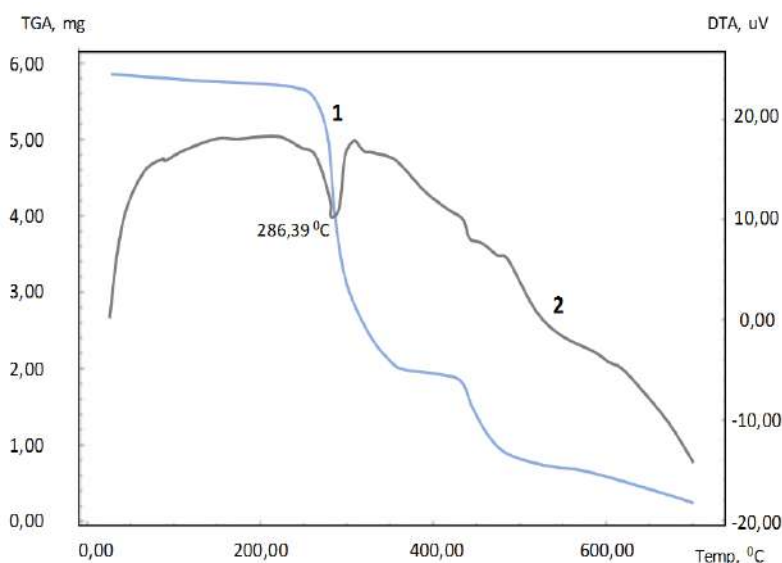


Рис. 1. Дериватограмма исходного поливинилхлорида: 1 – кривая ДТГА; 2 – кривая ДСК

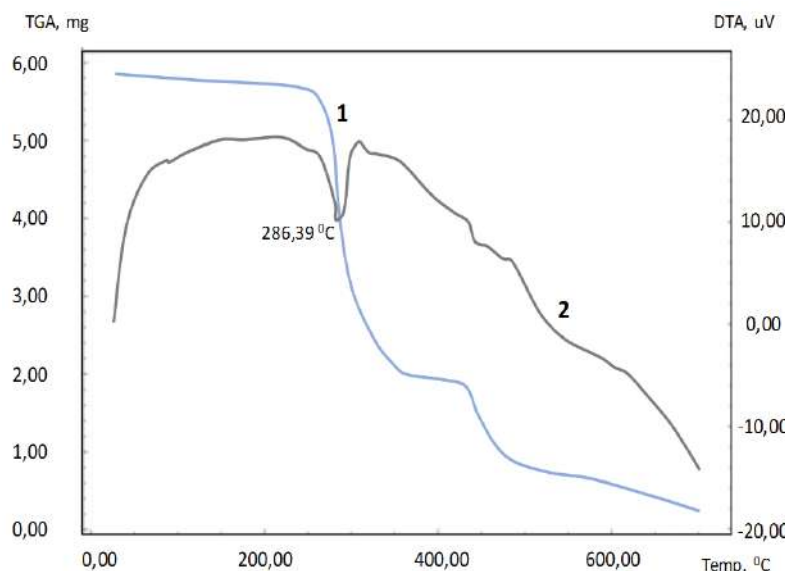


Рис. 2. Дериватограмма композиции поливинилхлорида с 20,0 масс.% сланцевой смолы: 1 – кривая ДТГА; 2 – кривая ДСК

смешивали с необходимым количеством порошка ПВХ, после чего ацетон удаляли в вакуум-сушильном шкафу до постоянной массы.

Дериватографический анализ образцов проводили на приборе «Дифференциально-термический анализатор ДТГ-60 Shimadzu» в интервале температур 30–800°C со скоростью нагрева 5 град/мин. Кинетику термоокислительной деструкции ПВХ и его композиций изучали изотермическим термогравиметрическим методом с помощью видеоизмененных пружинных весов Мак-Бэна [12].

Результаты и их обсуждение. Дериватографическим методом исследованы термические характеристики поливинилхлорида и его композиции со сланцевой смолой (СС). Дифференциальный термический анализ (ДТА) является чувствительным современным методом анализа, позволяющим определить все возможные изменения, протекающие при нагревании исследуемого образца и сопровождающиеся выделением или поглощением тепла. С его помощью могут быть исследованы физические и химические изменения полимеров, такие как температура стеклования, плавления и кристаллизации, потеря массы и другие реакции при пиролизе полимеров.

На рис. 1 приведены результаты анализа динамической термогравиметрической кривой (ДТГА) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) исходного ПВХ.

Анализ результатов исследования кривой ДТГА рис. 1 и табл. 1 показывает, что кривая состоит, в основном из двух сигмоидов, которые в процессе происходят в две стадии. Первая стадия происходит в интервале температур от 230°C до 380°C, при этом потеря массы составляет 69,50%. Вторая стадия происходит в интервале температур от 380°C до 520°C, при этом потеря массы составляет 86,75%.

Разложение исходного ПВХ начинается, в основном, при 50°C при этом потеря массы составляет 2,994 масс.%. С возрастанием температуры возрастает потеря массы исходного полимера. Интенсивное разложение полимеров, в основном, происходит после 150°C, при этом потеря массы составляет 11,04 масс.% и достигает максимума при 300–450°C, при этом потеря массы составляет 81,19 масс.%.

Также определена, по кривым ДТГА скорость разложения исходного ПВХ, результаты приведены в табл. 1. Интенсивная скорость разложения происходит, в основном, в интервале температур от 200°C до 450°C, при этом скорость разложения составляет 5,18–3,96 мг/мин.

Такая интенсивная скорость разложения обусловлена, в основном, протеканием дегидрохлорирования поливинилхлорида.

Исследовано также по кривой дифференциально-термического анализа (ДСК) рис. 1 количество израсходованной энергии ($\mu V \cdot c/mg$) для разложения исходного ПВХ, результаты приведены в табл. 1. Анализ результатов исследования (табл. 1) показывает, что в интервале температур 250–450°C количество израсходованной энергии ($\mu V \cdot c/mg$) для разложения поливинилхлорида потребуются больше чем в других интервалах температур. Например, при температурах 300°C; 350°C; 400°C и 450°C количество израсходованной энергии для разложения исходного ПВХ составляет 6,148; 6,393; 4,14 и 3,274 $\mu V \cdot c/mg$, соответственно.

Также исследованы термические характеристики композиций ПВХ со сланцевой смолой в различных концентрациях, результаты которых представлены на рис. 2–3 и в табл. 2–4.

Анализ результатов исследования (табл. 2) показывает, что с увеличением содержания госсиполовой смолы в составе ПВХ потеря массы композиции возрастает. Например, при 150°C с содержанием госсиполовой смолы 5,0; 10,0; 20,0 и 30,0 масс.% потеря массы составляет 11,36; 11,55; 11,68 и 12,25 масс.%, соответственно. Это обусловлено, летучестью самой сланцевой смолы.

Также исследована скорость разложения композиций поливинил-хлорида с различным содержанием сланцевой смолы, результаты которых приведены в табл. 3. Производная термогравиметрии заключается в наблюдении скорости изменения массы исследуемой навески вещества при изменении её температуры. В частности, производная от ТГ-сигнала (скорость изменения массы), представляемая кривой ДТГА, позволяет установить момент времени или температуру, при которой изменение веса происходит наиболее быстро.

Анализ результатов исследований скорости разложения (табл. 3) сланцевой смолы в зависимости от состава композиций ПВХ показывает, что скорость разложения изменяется экстремально. Процесс происходит, в основном, в двух температурных интервалах при разных скоростях деструкции полимера. Первый интервал появляется при температуре 300-500°C с большой скоростью 4,125 мг/мин, а второй интервал при 600-800°C с более меньшей скоростью 1,165 мг/мин.

Исследовано также по кривой дифференциально-термического анализа (ДСК) количество израсходованной энергии ($\mu V \cdot c/mg$) для разложения полимерной композиции ПВХ с различной концентрацией сланцевой смолы, результаты которой приведены в табл. 4.

Анализ результатов исследования (табл. 4) показывает, что у композиции ПВХ, с увеличением концентрации сланцевой смолы количество израсходованной энергии ($\mu V \cdot c/mg$) для разложения полимеров потребует больше чем при низких концентрациях сланцевой смолы.

Например, при концентрациях 5,0; 10,0; 20,0 и 30,0 масс.% сланцевой смолы количество израсходованной энергии для разложения составляет 2,21; 2,33; 2,38 и 2,69 $\mu V \cdot c/mg$, соответственно. Также с увеличением температуры количество израсходованной энергии для разложения полимерных композиций изменяется экстремально. Например, для композиции ПВХ содержащей 20,0 масс.% сланцевой смолы при температурах 200; 300; 400; 500 и 600°C количество израсходованной энергии для разложения полимерных композиций составляет 3,11; 4,47; 2,32; 4,66 и 2,31 $\mu V \cdot c/mg$, соответственно (табл. 4).

Для сравнения термостабильности пластифицированных композиций поливинилхлорида широко применяется динамический термогравиметрический анализ композиции поливинилхлорида с различными концентрациями сланцевой смолы.

Определена по кривым ДТГА температура начала разложения, соответствующая температуре 10 и 20%-ная потеря массы и T_{50} ($ipdt$) – температура, носящая название «интегральная процедурная температура разложения», соответствующая 50%-ной потере массы композиции ПВХ со сланцевой смолой, результаты которых приведены в табл. 5.

Анализ результатов исследований (табл. 5) показывает, что с увеличением содержания сланцевой смолы в композиции, температура начала разложения снижается. Например, у композиций ПВХ, содержащих 5,0; 10,0; 20,0 и 30,0 масс.% сланцевой смолы температура начала разложения составляет 104; 103; 101 и 99°C, соответственно. Также определена потеря массы композиций ПВХ со сланцевой смолой при температурах 400 и 600°C, результаты которых приведены в табл. 5. Результаты показывают, что с увеличением содержания сланцевой смолы в композициях ПВХ термостабильность композиций ПВХ снижается.

Например, при температуре 400°C потеря массы в композициях ПВХ 5,0; 10,0; 20,0 и 30,0 масс.% сланцевой смолы составляет 42, 22; 42, 35; 44, 25 и 45, 16 масс.%, соответственно.

Таким образом, на основании результатов исследования можно заключить, что с увеличением содержания сланцевой смолы композиции ПВХ снижается термостабильность композиций ПВХ.

Кроме того термостабильность композиций поливинилхлорида со сланцевой смолой исследована изотермогравиметрическим методом, результаты которого приведены в табл. 6.

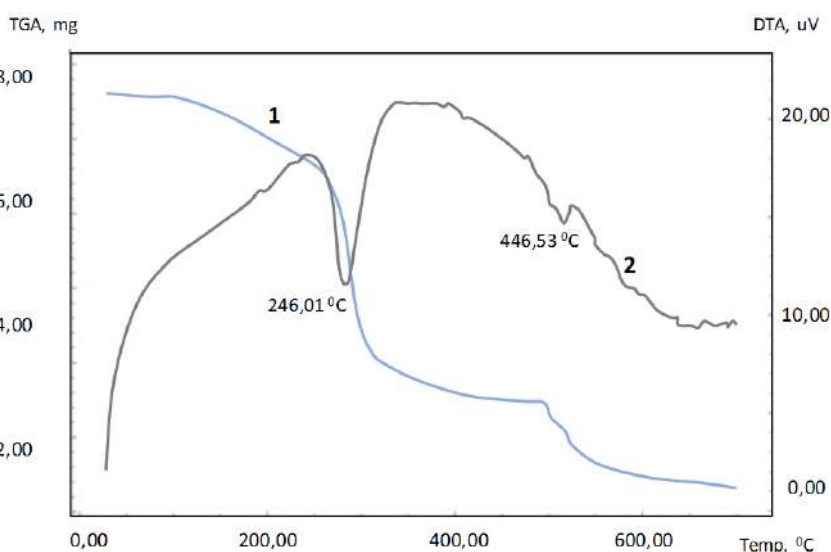


Рис. 3. Дериватограмма композиции поливинилхлорида с 30,0 масс.% сланцевой смолой: 1 – кривая ДТГА; 2 – кривая ДСК

Таблица 1
Потеря массы, скорость разложения и количество израсходованной энергии исходного поливинилхлорида

№	Температура, °C	ПВХ иск.		
		Потеря массы, %	Скорость разложения, мг/мин	Количество израсходованной энергии ($\mu V \cdot s/mg$)
1.	50	2,994	1,48	1,252
2.	100	6,287	2,91	1,476
3.	150	11,04	2,02	1,565
4.	200	28,04	5,18	2,110
5.	250	34,98	5,40	5,841
6.	300	50,19	5,62	6,148
7.	350	69,25	5,70	6,393
8.	400	78,59	4,28	4,149
9.	450	81,19	3,96	3,274
10.	500	84,98	2,09	2,121
11.	550	90,98	1,30	2,071
12.	600	95,88	1,15	1,325

Таблица 2
Потеря массы композиции поливинилхлорида с различными концентрациями сланцевой смолы

№	Температура, °C	Потеря массы, масс.%			
		5,0 масс.%	10,0 масс.%	20,0 масс.%	30,0 масс.%
1.	50	0,991	1,254	1,325	1,489
2.	100	2,285	2,375	2,421	2,554
3.	150	11,36	11,55	11,68	12,25
4.	200	18,35	18,84	19,25	19,68
5.	250	27,85	28,15	29,51	29,88
6.	300	32,49	33,29	33,87	34,17
7.	400	42,22	42,35	44,25	45,16
8.	500	52,15	52,54	52,98	53,01
9.	600	63,12	63,45	64,14	64,98
10.	700	78,01	78,22	78,87	79,24
11.	800	87,09	88,36	89,43	90,12

Анализ результатов исследования (табл. 6) показывает, что с увеличением температуры окислительной деструкции поливинилхлорида, возрастает потеря массы ПВХ и его композиций.

Например, у исходного поливинилхлорида при 190°C, 200°C, 210°C потеря массы составляет 4,6; 13,0 и 48,8 масс.%, соответственно.

Таблица 3

Скорость разложения композиции поливинилхлорида с различными концентрациями сланцевой смолы

№	Температура, °С	Потеря массы, масс.%			
		5,0 масс.%	10,0 масс.%	20,0 масс.%	30,0 масс.%
1.	50	0,137	0,212	0,221	0,654
2.	100	1,465	1,558	1,620	1,656
3.	150	1,453	1,466	1,584	1,685
4.	200	1,087	1,232	1,425	1,624
5.	250	3,147	3,401	3,654	3,721
6.	300	3,455	3,685	3,785	3,925
7.	400	2,499	2,620	2,887	2,952
8.	500	4,125	4,274	4,320	4,421
9.	600	2,265	2,365	2,444	2,565
10.	700	1,165	1,198	1,256	1,321
11.	800	1,012	1,065	1,152	1,165

Таблица 4

Количество израсходованной энергии композиции поливинилхлорида с различными концентрациями сланцевой смолы

№	Температура, °С	Количество израсходованной энергии ($\mu V \cdot s / mg$)			
		5,0 масс.%	10,0 масс.%	20,0 масс.%	30,0 масс.%
1.	50	1,17	1,37	1,65	1,98
2.	100	2,12	2,23	2,35	2,65
3.	150	2,21	2,33	2,38	2,69
4.	200	3,35	3,15	3,11	3,09
5.	250	4,11	4,58	4,79	4,91
6.	300	4,08	4,38	4,47	4,69
7.	400	2,11	2,21	2,32	2,74
8.	500	4,21	4,45	4,66	4,70
9.	600	2,16	2,22	2,31	2,54
10.	700	1,08	1,12	1,28	1,31
11.	800	1,02	1,09	1,12	1,25

У композиции содержащих 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 и 30,0 масс.% сланцевой смолы потеря массы при 200°C составляет 39,1; 42,0; 44,4; 48,1 и 52,5 масс.%, соответственно. Это обусловлено, во-первых, улетучиванием самой сланцевой смолы, во-вторых, продукты термического разложения сланцевой смолы могут инициировать термическое разложение поливинилхлорида.

Таблица 5

Сравнительные данные результатов динамического термогравиметрического анализа композиции поливинилхлорида с различной концентрацией сланцевой смолы

Образец	Температура разложения, °С				Потеря массы при определенной температуре, %	
	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₅₀ (ipdt)	V ₄₀₀	V ₆₀₀
Исх. ПВХ	111	214	381	477	41,23	61,54
5,0 масс.%	104	205	375	462	42,22	63,12
10,0 масс.%	103	212	372	458	42,35	63,45
20,0 масс.%	101	218	368	453	44,25	64,14
30,0 масс.%	99	225	358	449	45,16	64,98

Таблица 6

Потеря массы (W) композиций ПВХ со сланцевой смолой при различной температуре за 6 ч нагрева на воздухе

Название композиций	Содержание сланцевой смолы, масс.%	W, масс.%		
		190°C	200°C	210°C
ПВХ	0	4,6	13,0	48,8
ПВХ + сланцевая смола	5	23,0	39,1	57,4
	10	32,0	42,0	51,0
	15	39,1	44,4	52,7
	20	40,8	48,1	54,5
	30	50,4	52,5	55,9

Таким образом, с увеличением содержания сланцевой смолы в составе поливинилхлорида снижается термостабильность композиций поливинилхлорида. Разработаны композиции поливинилхлорида со сланцевой смолой. Исследованы термические характеристики исходного ПВХ и его композиций дериватографическим методом. Определена температура начала разложения, потеря массы, скорость разложения и количество израсходованной энергии для разложения полимеров. Установлено, что с увеличением содержания сланцевой смолы температура начала разложения снижается, потеря массы и скорость разложения композиций ПВХ возрастает, а также с увеличением концентрации сланцевой смолы количество энергии расходуемой для разложения полимеров потребует больше чем при низких концентрациях сланцевой смолы.

Библиографический список:

1. Минскер К.С., Федосеева Г.Т. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида. – М: Химия, 1972. – 420 с.
2. Маскова А.Р., Аминова Г.К., Рольник Л.З., Файзуллина Г.Ф., Мазитова А.К. Фталатьюксиалкилированных спиртов // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет журнал. – Россия, 2019. – Том 11. – № 1. – С. 52-71. – DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-52-71.
3. Мазитова А.К., Аминова Г.К., Маскова А.Р., Буйлова Е.А., Недопекин Д.В. Дифеноксизтилфталаты ибутоксизтилфенокси-этилфталаты – новые пластификаторы поливинилхлорида. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – Россия, Уфа, 2015. – № 5. – С. 376-397.
4. Хеладзе Н.Д., Чирадзе Г. Влияние пластификаторов на реологические свойства ПВХ-композиций // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2014. – № 5-1. – С. 66-67.
5. Мазитова А.К., Булатасов Ж.Ф., Зарипов И.И. и др. Оценка эффективности использования новых экологически чистых добавок ПВХ на основе адипиновой кислоты // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – Россия, 2021. – Т. 13. – № 6. – С. 358-364.
6. Вихарева И.Н., Буйлова Е.А., Гатиятуллина Д.Р., Арсланов В.Р. и др. Синтез и свойства сложных эфиров адипиновой кислоты // Башкирский химический журнал. – Уфа: Реактив, 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 33-36.
7. Мазитова А.К., Вихарева И. Н., Аминова Г.К., Тимофеев А.А., Буйлова Е. А., Дистанов Р.Ш. Исследование влияния количества добавок на свойства эфиров адипиновой кислоты // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – Россия, 2019; 11 (4). – С. 437-446.
8. Сапаев Х.Х., Мусов И.В., Хаширова С.Ю., Башоров М.Т., Шогенов В.Н. и др. Изучение влияния различных пластификаторов на свойства поливинилхлоридного пластика // Вестник технологического университета. – Казань, 2015. – Т. 18, № 9. – С. 102-105.
9. Мазитова А.К., И. Н. Вихарева, Зарпов И.И., Мазитов Р.М., Канарейкин В.И. Разработка новой ПВХ-композиции с пониженной горючестью // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – Россия, 2019. – С. 696-705.
10. Jia Puyou; Zhang Meng; Hu Lihong; Bo Caiying; Zhou Yonghong Thermal degradation and flame retardant mechanism of poly(vinyl chloride) plasticized with a novel chlorinated phosphate based on soybean oil. Журнал «Технология полимерных материалов (Резина. Лакокрасочные материалы и органические покрытия. Вспомогательные материалы для производства полимеров и изделий из них)» № 12, 2015/2019; 11 (6):696-705.
11. Бортников В.Г. Теоретические основы и технологии переработки пластических масс. – Москва: ИНФРА, 2015. – 480 с.
12. Мазитова А.К., Аминова Г.К., Маскова А.Р., Ягафарова Г. Г., Мазитов Р.М. Новые пластификаторы для ПВХ композиций строительного назначения // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 4. – С.48–63. – DOI:10.15828/2075-8545-2017-9-4-48-63.

ТОНКОДИСПЕРСНОЕ И НАНОЗОЛОТО В КРУПНОГАЛЕЧНЫХ КОНГЛОМЕРАТАХ БАЯНКОЛА (УЧАСТОК КОНУСНЫЙ, ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН)



Воробьев А.Е.,
проректор по международным
отношениям и инновациям ФМИОЗ,
заведующий кафедрой «Биотехнологии»,
д.т.н., профессор, академик



Перегудов В.В.,
директор
Института геологических наук
им. К.И. Сатпаева, г. Алматы



Бекенова Г.К.,
главный научный сотрудник
Института геологических наук
им. К.И. Сатпаева, г. Алматы,
д.г.-м.н.



Воробьев К.А.,
аспирант
Институт проблем комплексного
освоения недр РАН

Bayanko'l cho'qqisi klasteridagi (Janubiy Qozog'iston, Olmaota viloyati) Konusniy uchastkasida mayda dispersli (fraksiyadan 10 mikrongacha) oltinni mineralogik va geokimyoviy o'rganish natijalari taqdim etilgan. Natijada yirik toshli konglomeratlardagi mayda oltinning tijoriy navlarini aniqlash mumkin bo'ldi, ular ustiga karbonat qobig'i va piritizatsiya bilan bog'liq. Quyima namunalarda hisoblangan oltin miqdori 0,9 g/t ga, ulardan olingan qum fraksiyasida esa 4,5 g/t ga etadi. Konusniy uchastkasidagi oltinning resurs zaxiralari taxminiy ravishda bir necha ming tonnaga baholanmoqda. Nozik dispersli oltinning manbai keng tarqalgan asosiy (raft) karbon ohaktoshlari hisoblanadi, ularda maqola mualliflari oltin sulfid minerallashuvini aniqladilar.

Tayanch iboralar: konglomeratlar, mayda oltin minerallashuvi, karbonat po'stlog'i, nanogold, Bayanko'l, Konusniy maydoni, Janubiy Qozog'iston.

Приведены результаты минералогического и геохимического изучения тонкодисперсного (от долей до 10 мкм) золота на участке Конусный в Баянкольском россыпном узле (Алматинская область, Южный Казахстан). В результате удалось выявить в крупногалечных конгломератах промышленные содержания тонкодисперсного золота, связанного с наложенными карбонатными корками и пиритизацией. В валовых пробах расчётное содержание золота достигает 0,9 г/т, а в полученной из них песковой фракции – 4,5 г/т. Ресурсные запасы золота на участке Конусный предварительно оцениваются в первые тысячи тонн. Источником тонкодисперсного золота рассматриваются широко распространённые подстилающие (плотик) карбоновые известняки, в которых авторами статьи обнаружена золотосульфидная минерализация.

Опорные слова: конгломераты, тонкодисперсная золотая минерализация, карбонатные корки, нанозолото, Баянкол, участок Конусный, Южный Казахстан.

Золотосодержащие россыпи составляют более двух третей общего мирового запаса золота [1]. Зачастую они возникают в результате выветривания и выделения золота из рудных месторождений, транспортировки золота и концентрации золота преимущественно в речных гравиях [2]. Если россыпь не сохранена путём захоронения, впоследствии она может быть размыва и либо рассеяна, либо повторно сконцентрирована. Россыпные месторождения золота, как правило, легко обнаружить, относительно легко добывать, они, как правило, имеют высокое содержание и не требуют дорогостоящей инфраструктуры для начала жизнеспособных операций по добыче [3].

Несмотря на значительный потенциал россыпного золота в Казахстане [4], большинство мелкомасштабных операций на сегодняшний день сосредоточено на россыпях, залегающих на небольшой глубине [5]. В течение 2010-2021 гг. Казахстан добыл около 675 т золота из разных типов месторождений [6]. Из 200 месторождений золота в 20 золотоносных провинциях Казахстана около 30 месторождений относятся к россыпным месторождениям [7]. Остаётся огромный и во многом неиспользованный потенциал открытия крупных россыпных месторождений золота. В связи с истощением запасов золота в Казахстане в последние десятилетия разведка и разработка новых типов месторождений золота, в том числе россыпных, активно поощряется и поддерживается правительством.

Россыпная золотоносность долины р. Баянкол в Алматинской области, Южного Казахстана, известна с давних времен, свидетельством чему являются многочисленные следы древних «ямных» отработок. Отрабатывались россыпи голоценовой террасы и высокой поймы. Целенаправленные исследования россыпей начались в 1930-е годы, благодаря работам под руководством Чернышева Г.Б., Байбекова Ф.С. и Козловского Г.М., внесших наибольший вклад, и продолжались с перерывами до 2014 г., когда на участке Каратоган коллективом под руководством Третьякова А.В. была обнаружена аллювиально-пролювиальная россыпь тонкозернистого золота.

В центре внимания данной статьи представлены результаты о обнаруженной тонкозернистой золоторудной минерализации в конгломератах на участке Конусный, расположенном в пределах Баянкольского аллювиального узла (Южный Казахстан).

Целью исследований являлось изучение микро- и наноминеральных фракций золота, а также количественная оценка перспективности участка Конусный на добычу золота.

Материалы и методика. Все образцы были отобраны из наземных горных обнажений закопшек (глубиной 1 м). Места отбора проб показаны на рис. 1. Средний вес пробы составлял 30-50 кг. Перед минералогическим и химическим анализом извлечение частиц золота из собранных образцов происходило, как кратко описано ниже; это позволило извлечь из материала проб как

«шлиховое» (крупнее 10 мкм), так и тонкодисперсное (от 10 мкм до долей микрона) самородное золото [8,9]. Сначала исходный материал пробы подается в мельницу самоизмельчения и в течение от 0,5 до 1 ч производится его мокрая (Твердое : Жидкое = 1:1,5) дезинтеграция и оттирка с галечника карбонатных корок, плёнок гидроксидов железа и т.п. Затем материал пробы классифицируется (по классам -5+2 мм, -2+0 мм) и обогащается на предмет извлечения свободного самородного золота.

Все пробы и продукты переработки всех стадий были изучены и проанализированы в лаборатории минералогии Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан). Минералогическое изучение проведено на оптическом микроскопе LEICA DM2500P, фазовый состав проб определен рентгенофазовым анализом на дифрактометрах ДРОН-3 и D8 Advance (Bruker) с использованием дифрактометрических данных PDF 2 (Powder Diffraction File) Release 2022.

Химические анализы выполнены в аккредитованной лаборатории (NKZ.T03.1460 от 28 февраля 2019 г.) ТОО ЭкоЛюкс-Ас» (г. Степногорск, Казахстан). Химический состав минералов, благородных металлов и их пробности, микроэлементов изучен спектральным анализом и электронно-зондовым микроанализом JСХА-733 с энергодисперсионным спектрометром INCA ENERGY. Определение золота проведено атомно-абсорбционным спектрометром Thermo IСE 3500 [10]. Для определения содержания золота в песках (-2+0 мм) и конгломератах проведены исследования инструментальным нейтронно-активационным методом (ИНАА) в Институте ядерной физики (г. Алматы, Казахстан).

История исследования. В 1940-1950-х гг. в верховьях на слиянии рек Ашурт и Кескентас, обрабатывались террасовые россыпи с содержанием золота 5-10 г/м³. В 1959-1961 гг. проведенными поисково-разведочными работами была установлена золотоносность левобережных террас, однако пойменная часть не изучалась. Специализированные работы были проведены в 1961-1963 гг. (М.Н. Гринвальд и др., 1961 и 1963 гг.; С.С. Магомадов и др., 1991 г.) и продолжались в период 1996-2009 гг. – частными предприятиями. Долина опосредована редкими линиями скважин и шурфов. Поисковыми работами на россыпное золото, проведенными в районе в

1968 г. Южно-Казахстанским геологическим управлением, долина р. Баянкол и её притоки Кескентас и Ашурт рекомендованы для дальнейшей постановки оценочных работ на россыпное золото. В 1978-1980 гг. в ходе поисково-оценочных работ на россыпное золото были пройдены 4 линии скважин ударно-канатного бурения, 3 из которых вскрыли золотоносный пласт, четвертая линия не была добыта до плотика по горнотехническим условиям.

В 1982 г. Казахским институтом минерального сырья проведены тематические работы по изучению геоморфологических условий образования и закономерностей размещения россыпей золота Казахстана. Проведено шлиховое опробование долины р. Баянкол и выделен перспективный тип косовых россыпей. В долине р. Баянкол выделены Кескентасский, Баянкольский и Каратоганский участки россыпной золотоносности, произведена количественная оценка прогнозных ресурсов россыпей золота.

В 2005 г. ЗАО «Хан-Тенгри Голдберг» пройдены две линии скважин пневмоударного бурения, вскрывших отложения правобережной верхнеплейстоценовой террасы (QIII2). Линией № 1 вскрыт золотоносный пласт, характеризующийся значительными параметрами. Каратоганский участок примыкает к горному устью долины р. Баянкол. Предшествующими исследователями здесь установлена золотоносность аллювиальных отложений до глубины 25 м.

В 2007-2009 гг. АО «ЗДП «Хан-Тенгри Голдберг» были произведены поисковые и поисково-оценочные работы на Баянкольском и Каратоганском участках путем проходки шурфов глубиной до 10,0 м и скважин ударно-канатного бурения (А.В. Третьяков, 2014 г.). В результате работ получены принципиально новые данные, позволяющие оценивать параметры россыпной золотоносности бассейна р. Баянкол, как уникальные.

Основные перспективы связаны со слабоизученными объектами нового для Казахстана типа – большеобъемными аллювиально-пролювиальными россыпями, выявленными на Каратоганском и Баянкольском участках. Впервые на вероятность их обнаружения здесь было указано А.Б. Бегалиновым и др. [11] на основании аналогий с геолого-геоморфологическими условиями формирования россыпей-гигантов во впадинах: Большой Куранах, Петровская, Нагиминская (Россия).

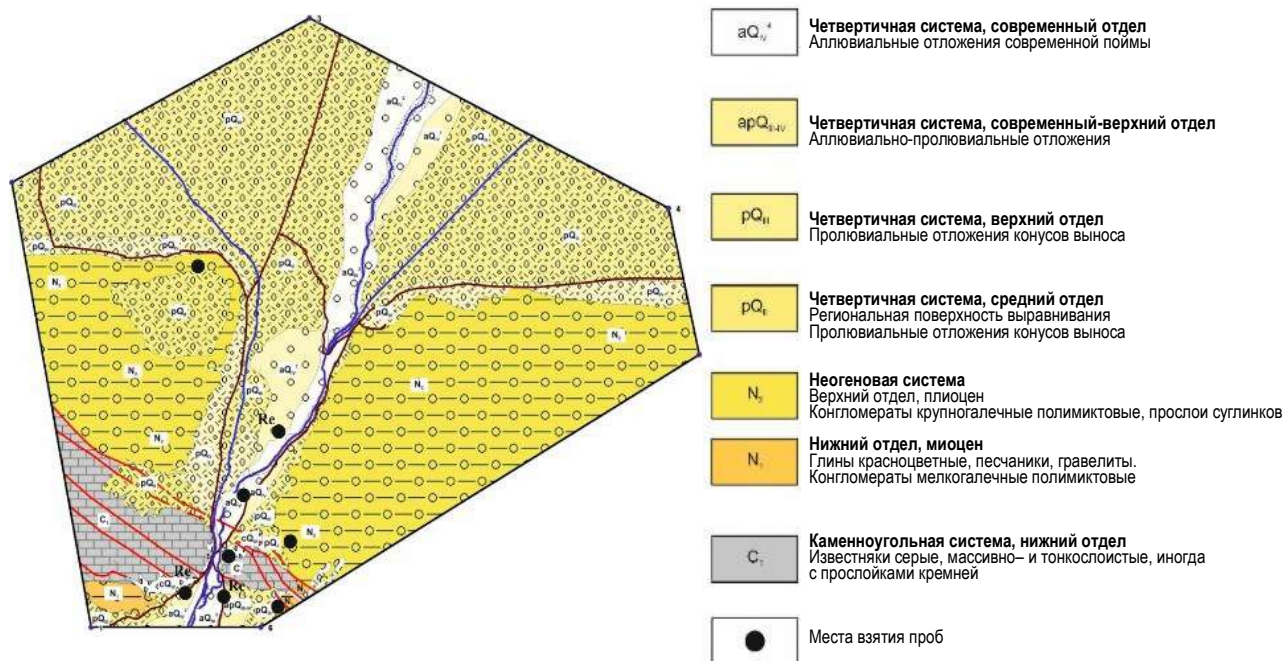


Рис. 1. Геолого-геоморфологическая карта участка Конусный (по О.В. Ваулину, 2019 г.)

Анализ материалов предшествующих исследователей показывает, что работы были ориентированы на поиски россыпей с золотом крупных и средних фракций. Последующие работы [12, 13] были направлены на изучение распространения мелкого и тонкого золота, в результате которых получены новые данные, уточняющие перспективы россыпной золотоносности Баянкола. В результате работ АО «Хан-Тенгри Голдберг» на участке Каратоган под руководством А.В. Третьякова выявлена крупная аллювиально-пролювиальная россыпь с преобладанием мелкозернистой золотоносной минерализации.



Рис. 2. Выходы известняков и красных глин

Геологическая обстановка. В геологическом строении участка принимают участие неоген-четвертичные отложения и известняки карбона (рис. 1). Описание приводится ниже от старых к молодым.

I. Выходы известняков карбона наблюдаются в южной части участка. Ими сложена выступающая в рельефе гряда, служащая перемычкой р. Конусной (рис. 2). Залегают с резким угловым несогласием с окружающими породами и имеют важное структурное значение – служат перемычкой и ловушкой в перемещении и накоплении гравийно-галечных образований неоген-четвертичного возраста.

Древние конгломераты. Вслед за О.В. Ваулиным (2019 г.) к ним отнесены слабосцементированные галечники. Их выходы установлены по левому и правому борту р. Конусная, ими сложены вершинные и склоновые участки гор. Они хорошо выделяются в рельефе топографических карт и на космических снимках.

II. Неогеновые отложения широко развиты в северной части Текесской впадины и занимают большую часть площади работ. Были выделены следующие подразделения:

Нижний отдел, миоцен (N1) – «красные глины». Красные глины с резким угловым несогласием перекрывают известняки раннего карбона. Представлены палевыми, оранжево-коричневыми, иногда мергелистыми глинами с прослоями мелкогалечных полимиктовых конгломератов.

Верхний отдел, плиоцен (N2) – «конгломерат». Сложены крупногалечными, иногда валунно-галечными полимиктовыми конгломератами с прослоями песчаников и серых суглинков. Конгломераты занимают центральную часть площади. В них отмечаются значительные содержания золота.

III. Четвертичные отложения разнообразны по генезису и условиям залегания. Среди них выделяются следующие основные группы: аллювиальные, пролювиальные, склоновые делювиальные и коллювиальные. Сложены галечниками, песками, суглинками и т.п.

IV. Современный отдел (голоцен) – верхний отдел плейстоцена, отмечен в южной части площади и представлен плохо сортированными аллювиально-пролювиальными галечниками и суглинками (рQIII-IV). Аллювиальные отложения голоцена, развитые в долине р. Конусная, образуют современную пойму (аQIV4) и 3 уровня террас:

- первая надпойменная высотой 1-2 м (аQIV3);
- вторая надпойменная высотой 2-4 м (аQIV2);
- третья надпойменная высотой 4-6 м (аQIV1).

Современные (четвертичные) пойменные глины и пески. Пойменные глины и пески находятся в бортах р. Конусная. Представлены маловыразительными пестроцветными (серовато-зеленоголубоватыми) глинистыми песками и серыми кварц – полевошпатовыми песками (пойменные фации).

Пойменные отложения рассматриваются нами, как аккумуляторы механических ореолов и индикаторы источников рудных минералов из окружающих пород.

Исследовались шлиховые пробы, отобранные вкост р. Конусная в профиле северо-западного направления.

Место отбора проб находится в непосредственной близости от известняковой перемычки и сноса материала из древних конгломератов.

Россыпи золота бассейна р. Баянкол, их запасы и прогнозные ресурсы. Россыпи бассейна р. Баянкол принадлежат к аллювиальному генетическому типу, по условиям локализации среди них выделяются: 1) долинные русловые, 2) террасовые и 3) косовые россыпи.

Все существующие до 1980 г. материалы по россыпной золотоносности бассейна р. Баянкол обобщены в отчетах Малышева Е.Г. и др. и Козловского Г.М. и др., которыми дана следующая прогнозная оценка россыпной золотоносности бассейна р. Баянкол. Длина перспективного участка – 81250 м; ширина россыпи – 40 м; мощность торфов – 15,0 м; мощность песков – 2,0 м; среднее содержание золота на пласт – 1,0 г/м³; объем песков – 6500 тыс. м³; ресурсы золота (кат. P2 в советской терминологии) – 6500 кг. Максимальный «предел» прогнозных ресурсов оценен этими исследователями в 11500 кг.

В 1989-1991 гг. россыпная золотоносность Баянкольского отрезка долины изучалась ПГО «Южказгеология» путем проходки скважин УКБ. Установлено, что содержание золота не превышает 1,0 г/м³. Получен прирост запасов золота в недрах (в авторских цифрах) по кат. С2 не более 100 кг и прогнозных ресурсов по кат. P1 – 520 кг.

Авторами справочника «Месторождения золота Казахстана» (1997 г.) прогнозные ресурсы современных россыпей бассейна р. Баянкол оценены в 6,9 т, погребенных и древнедолинных – в 34,5 т.

В 2001 г. ЗАО «Хан-Тенгри Голдберг» в ГКЗ РК были апробированы прогнозные ресурсы россыпного золота бассейна р. Баянкол в количестве 143330 кг. Прогнозные ресурсы приняты к сведению в следующих количествах по категориям и участкам: Кескентаский, P2 – 11880 кг; Баянкольский, P2 – 12320 кг; Каратоганский, P2 – 18480 кг; притоки (Ашуртор и др.), P3 – 100650 кг. Всего – 143330 кг.

В 2005 г. ТОО «Латон-Геосервис» в Пояснительной записке к «Программе на проведение работ по поискам и оценке большеобъемных россыпей золота на территории Восточного и Южного Казахстана» оценило прогнозные ресурсы россыпного золота Каратоганского участка в количестве 63195 кг.

По результатам работ АО «ЗДП «Хан-Тенгри Голдберг», выполненных в период 2007-2012 гг. утверждены балансовые запасы россыпного золота кат. С2 по состоянию на 01.01.2014 г. в следующих количествах: пески – 6011,0 тыс. м³; золото – 4274,5 кг; содержание – 0,71 г/м³. Приняты к сведению прогнозные ресурсы россыпного золота бассейна р. Баянкол в количестве 144882 кг при среднем содержании 0,44 г/м³.

Участок Конусный впервые выделен в 2010 г. А.В. Третьяковым, может считаться перспективным на обнаружение нового типа микро- и нанозолотой минерализации, наложенной на неогеновые конгломераты, с прогнозными ресурсами в тысячи тонн золота.

Проба Т-1 характеризует верхнюю и среднюю часть разреза конгломератов [14].

Материал представлен серовато-белым песком (-1+0 мм). Пески состоят (в %) из кварца – 21,6; калиевого полевого шпата – 24,3; альбита – 18,0; амфибола (тремолит) – 14,5; карбоната (кальцит – 6,1; доломит – 3,8); хлорита – 6,2 и слюды – 5,6.

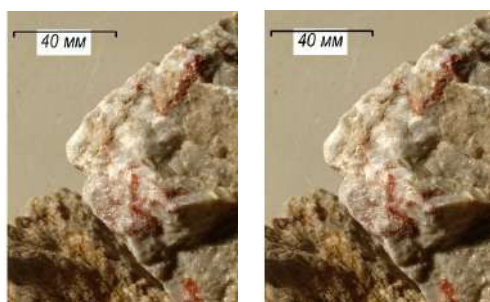


Рис. 3. Образцы катаклазированных известняков (прожилки кальцита, яркокрасных ртутьсодержащих минералов и других гидроксидов железа, а также сурьмы)

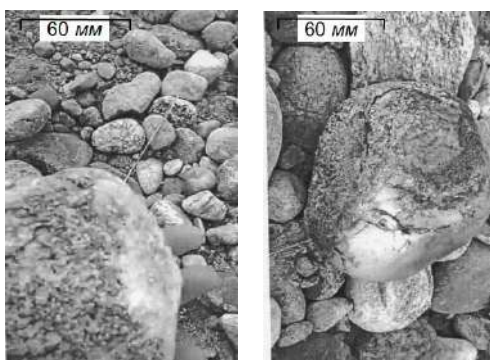


Рис. 4. Общий вид галек, обрастающих вторичным карбонатом

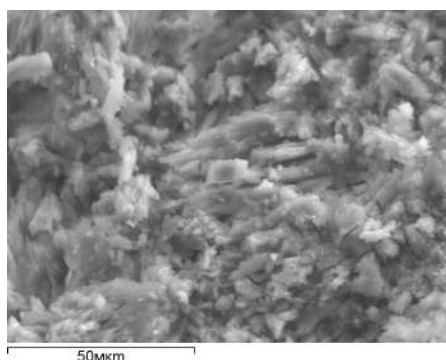


Рис. 5. Пористая структура карбонатных корок под электронным микроскопом. SEI

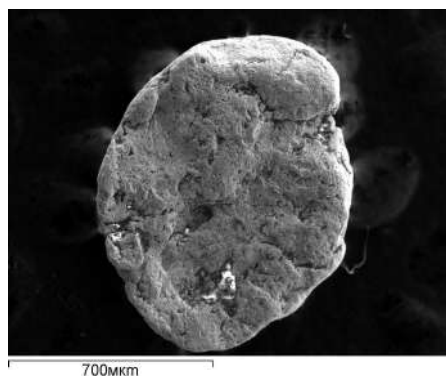


Рис. 6. Золотинка золота (Au- 99,67; Fe- 0,33 мас. %). В пробе обнаружено 13-14 золотинок золота. SEI

Содержание золота по данным технологического опробования в песках 0,99 г/т.

Проба Т-2 характеризует среднюю и нижнюю часть разреза конгломератов. Материал представлен серовато-белым песком (-1+0 мм). Пески состоят (в %) из кварца – 29,3; калиевого полевого шпата – 10,3; альбита – 22,6; амфибола (тремолита) – 19,1; хлорита – 2,8; кальцита – 7,8; слюды – 2,0; доломита – 6,1. По минеральному составу проба аналогична пробе Т-1.

Золото в известняках. Известняки представляют собой плотные, оскольчатого облика, брекчированные породы с криптозернистой серой, серо-коричневой основной массой. Рассечены многочисленными разнонаправленными, пересекающимися маломощными (от первых мм до 3 мм) прожилками белого кальцита и просечками ярко красных «киноварных» охр и оранжевых сурьмяных (рис. 3).

Проба весом 17,65 кг из коренных известняков была отобрана в районе перемычки реки. По данным пробирного и химических анализов (единичные пробы) в известняках установлены повышенные до рудных содержания Au от 0,05-0,07 до 1,16 г/т, Hg – 1,77 г/т и Sb – 2,37 г/т. Из элементов – спутников золота выявлены ртуть, лантан, серебро, медь, никель, барий, подчеркивающие перспективы обнаружения золотосульфидного оруденения. По данным полуколичественного рентгенофазового и химического анализов известняки сложены (в %) кальцитом (87,4-91,3) с примесями доломита (5,0-9,0) и тонкодисперсного кварца (~3,6). Рассекающие их прожилки белого карбоната состоят из кальцита (78,4) и кварца (21,6).

Минералогические и геохимические данные анализы позволили выявить в известняках тонкодисперсную золотую минерализацию, сопровождающуюся устойчивым геохимическим набором ртути, сурьмы. Необходимость постановки поисково-оценочных работ на выявление золото-сульфидной минерализации карлинского типа очевидна.

Золото в красных глинах. Исследовались красновато-бурого, желто-бурого цвета песчанистые, с обломками гравийного материала глины, залегающие в приплотиковой части известняков. Присутствующая в них угловато-окатанная галька представлена кремнистыми и кварцованными породами. Глины вязкие, липкие с трудом отмываются от поверхности.

Золото в «древних» конгломератах. Вслед за О.В. Ваулиным (2019 г.) к ним отнесены слабосцементированные галечники. Их выходы установлены по левому и правому борту р. Конусная, ими сложены вершинные и склоновые участки гор. Они хорошо выделяются в рельефе топографических карт и на космических снимках. Конгломераты серого, зеленовато-серого цвета. Обломки хорошо окатанные, состав полимиктовый (известняки, гранитоиды, сланцы, листвениты, углеродсодержащие сланцы, базальты, палеогеновые серые кварциты, рудные обломки в различной степени сульфидизированы (пирит, халькопирит с содержанием Au от 1,5 до 4,5 г/т). Отмечаются в них прослои песчаников и серых суглинков.

С целью оценки золотоносности конгломератов был пройден «разрезной» профиль через всю толщу конгломератов, начиная с вершины и заканчивая берегом р. Конусная. Пробы отбирались из закопшек, глубиной 1 м. Всего было отобрано 19 проб. Исходные пробы весом от 28 до 42 кг. Средний вес 34,6 кг. Наиболее характерный вид галек в конгломератах показан на рис. 4.

Сцепление галечного материала происходило за счет новообразованных карбонатных корок. Объектами исследования стали как конгломераты, так и оттертые корки вторичных карбонатных новообразований, нарастающие на гальках (рис. 5) и пески цемента.

Изучение конгломератов дало следующий гранулометрический состав (%):

+40 мм	18,94;
-40+20 мм	21,42;
-20+10 мм	10,71;
-10+5 мм	9,57;

-5+2 мм 3,14;
-2+0 мм 26,22.

Главными минералами конгломератов, выявленными рентгенофазовым анализом, являются (в %): кварц – 30,6; амфибол (тремолит) – 17,0 и полевые шпаты (альбит – кали-шпат), составляющие до 80 %. Кроме того, установлены кальцит – 6,8; доломит – 3,8; хлорит – 4,7; слюда – 5,6; а также примесь пирита.

Полученные результаты подтверждают алюмосиликатно-карбонатную матрицу конгломератов с примесью сульфидной составляющей. По форме гальки различаются на уплощенные (эллипсоидные), округлые и другие.

По предварительным данным в пробах с уплощенным галечником содержание золота всегда выше, а пробы с округлой формой мелкогалечным материалом характеризуются более низкими содержаниями золота.

Нарастающие на гальки конгломератов вторичные корки. Внутреннее строение карбонатных корок изучалось под электронным микроскопом. Выделяются два типа зерен карбонатов: лапчатые, неправильной формы кальцита и ромбоэдрические, ровные различной формы доломита, вместе создающие пористую структуру. Отмечаются следы метасоматического замещения доломита по периферии каемок новообразований кальцита (рис. 5).

Минеральный состав карбонатной корки, изученный рентгенофазовым анализом, следующий (в %): кварц – 27,7; доломит – 21,6; кальцит – 17,0; ПШ (альбит) – 15,8; КПШ – 5,9; слюда – 4,7; пирит – 4,3; гематит – 3,1.

Золото в современных (четвертичных) пойменных глинах и песках. Пойменные глины и пески находятся в бортах р. Конусная и представлены маловыразительными пестроцветными (серовато-зелено-голубоватыми) глинистыми песками и серыми кварц-полевошпатовыми песками (пойменные фракции).

Шлиховые пробы отобраны в крест р. Конусная в профиле северо-западного направления. Место отбора проб находится в непосредственной близости от известняковой перемычки, нумерация проб от 1 до 10 с шагом опробования 20 м и на удалении 1-2 км от этого профиля в северо-восточном и юго-западном направлении. Пробы отбирались из неглубоких (до 0,5 м) закопшек, пройденных ручным способом.

В результате исследований на участке Конусный установлена разнообразная по составу золотая (теллуриды золота, амальгама золота, серебристое и высокопробное самородное золото) минерализация и выявлены рениевая (оксид рения), редкометаллическая (Sn, W) и редкоземельная минерализации.

Минеральный состав пойменных глин и песков аналогичен конгломератам, которые, по-видимому, являлись источником сноса. Минералогическое изучение показало, что главными шлихообразующими минералами являются: магнетит, гематит, циркон; редкими, но постоянно встречающимися, монацит, ксенотим, шеелит, касситерит, уранинит, торит, а также редко встречающимися – барит, самородное золото, оксид рения, молибденит. Впервые установлен кластогенный механический ореол, в котором каждый выявленный минерал представляет практический интерес.

Золотая минерализация в четвертичных пойменных глинах и песках. Выделяются золотины – расклепанные, тонкопластинчатые (толщина 7–10 мкм), которые, в основном, наблюдаются в песках. Это золото, по-видимому, обрабатывалось старателями. На поверхности таких золотинок, золото весьма высокопробное, практически беспримесное (рис. 6).

В результате электронно-микроскопического изучения в растровом режиме, как поверхности, так и срезов пластинок золота были установлены следующие особенности:

- толщина золотинок от 7-10 до 20 мкм;
- центральная часть золотинок состоит из серебристого (до 28 % серебра) золота, а краевая – из высокопробного золота (рис. 7,

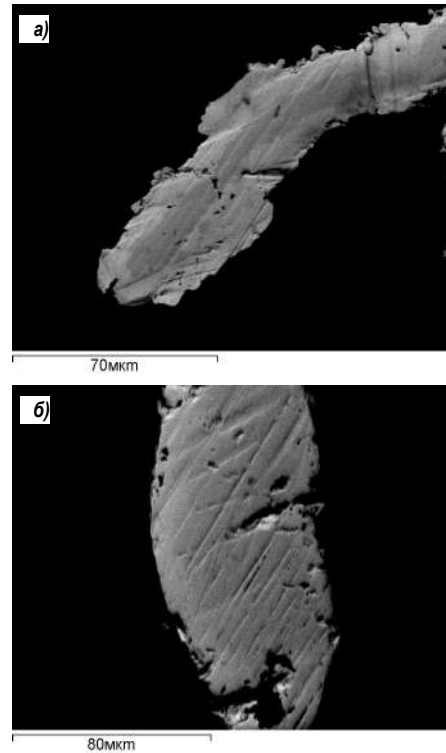


Рис. 7. Внутренняя часть зерен золота – а, б. Срез. ВЕИ

Таблица 1
Химический состав (мас. %) краевой и внутренней части золотинок, срез

Золотинка на рисунке 8, а			
Положение	Ag	Au	Σ
Край зерна	0,00	100,00	100,00
Центр зерна	22,84	77,16	100,00
Золотинка на рисунке 8, б			
Край зерна	0,00	100,00	100,00
Центр зерна	8,53	91,47	100,00

а и б, табл. 1). Примерная толщина каемок высокопробного золота первые микроны.

– наличие таких каемок, может быть как за счет выноса серебра, так и привноса рафинированного золота;

– среди разнообразия золотинок имеются и такие, на поверхности которых хорошо видны сплошные высокопробные микронные (в виде почечек и кристалликов неправильной формы) новообразования (рис. 9) – застывшие свидетели золотого метасоматоза.

В качестве доказательства новообразованного микронного, возможно, за счет самоблокировки, нанозолота приведен увеличенный фрагмент (рис. 8, а) поверхности с новообразованным высокопробным золотом. Очень характерная, петельчатая структура, золотого метасоматоза с фигурами растворения и одновременного новообразований типа почечек, кристалликов неправильной формы размером 1-5 мкм (рис. 8, б). Таким образом, наглядно доказан привнос золота микронной (нано) размерности с гальваническим эффектом, облагораживающий золотины.

Нахождение низкопробного, серебристого золота, особенно, с примесью ртути однозначно указывает на предполагаемый источник – сульфидное карлинского типа оруденение в известняках. Немаловажный признак оруденения – следы растворения («треугольники», ямки и т.п.), указывающий на переотложение

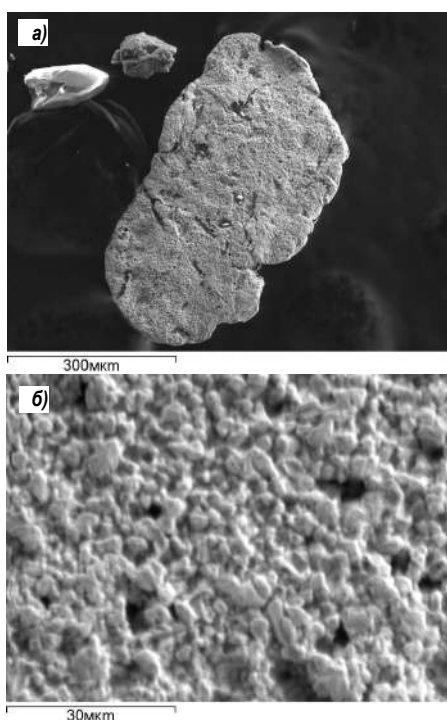


Рис. 8. Зерно золота (Au- 99,79; Fe- 0,21 мас. %) – а. То же. Увеличенная деталь. Видны наросты (после высвобождения) мелких кристалликов золота – б. В пробе встречено 13-14 зерен золота. SEI

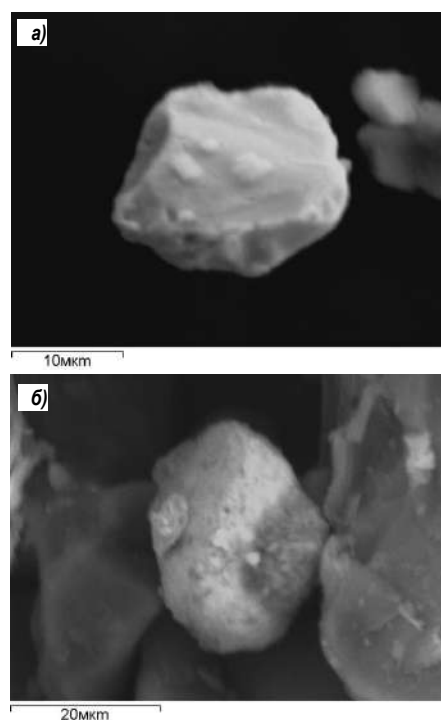


Рис. 9. Форма, размер и состав золотин: Те 51,12; Au 45,34; Ag 0,84; Fe 2,70 (%) – а; Au 82,45; Hg 11,85; Ag 3,21; Fe 2,49 (%) – б. BEI

золота и, возможно, объясняющий практическое отсутствие пылевидного золота участка Конусный. Главным результатом проведенных исследований является выявление и количественная оценка тонкодисперсного золота в хорошо изученном классическом Баянкольском россыпном районе. При чем, в месторождениях со скрытым золотом (криптозолотом) особо важным аспектом является

типология поверхности нанозолотин [15,16], предопределяющая последующие процессы их выделения на этапе обогащения.

Авторы благодарят Долгополову А.В. за обсуждение результатов и помощь в написании статьи, и В.Л. Левина за изучение материала на электроннозондовом микроанализаторе.

Библиографический список:

1. Хабиров В.В., Забельский В.К., Воробьев А.Е. Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья // Под ред. акад. Н.П. Лаверова. – М.: Недра, 1994. – 272 с.
2. Воробьев А.Е., Гладуш А.Д., Аникин А.В., Чекушина Т.В. Методология и практика горнотехнического аудита золотодобывающих рудников. – М: РУДН, 2014. – 212 с.
3. Huges M.J., Phillips G.N., Carey S.P. Giant Placers of the Victorian Gold Province // SEG Newsletter. No. 56. 2004. – 9 p.
4. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Бубнов В.В. Золото-сырьевая база Казахстана / Дип. рук. №27/9-114. – М.: МГУ, Москва. 1994. – 20 с.
5. Воробьев А.Е., Маслова М.С. 3D-моделирование рудных тел золоторудного месторождения // Горный Вестник Узбекистана. – № 1 (52). – Навои, 2013. – С. 45-46.
6. Gold mining production volumes. World Gold Council. <https://www.gold.org>.
7. Сериков Д. Казахстанские месторождения золота на сумму 50 миллиардов долларов. <https://inbusiness.kz/ru/news/kazahskie-mestorozhdeniya-zolota-potyani-na-50-mlrd-dollarov>. 2018.
8. Абишев В.М., Беспяев Х.А., Глоба В.А., Гуляева Н.Я. Золотые прииски Казахстана. Справочник. – Алма-Ата, 1996. – 144 с.
9. Третьяков А.В., Гилев Ю.Н., Мамонов Е.П. Мелкое и тонкое золото в россыпях Южного Казахстана // Геология, минерализация и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов. Материалы Международной Научно-практической конференции «Сатпаевские чтения». – Алматы. 2009. – С. 263-268.
10. Перегудов В.В., Шаутинов М.Р. Золотое оруденение Казахстана. 2 том. – Алматы. КазНУ им. К.И. Сатпаева, 2018. – 413 с.
11. Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Бегалинов А.А. Перспективы выявления большеобъемных россыпей золота в Казахстане // Известия НАН РК. Сер. геол. Алматы, 2005. – № 6. – С. 32-43.
12. Перегудов В.В., Третьяков А.В. Особенности и формы нахождения золота в россыпях участка Баянкольский бассейна р. Баянкол (Южный Казахстан) // Геология и охрана недр. – № 1 (46). – Москва, 2013. – С. 30-35.
13. Третьяков А.В., Кургузкин Е.В., Перегудов В.В. Некоторые особенности большеобъемных россыпей с мелким и тонким золотом в Южном и Восточном Казахстане и технологические аспекты их отработки // Материалы XIV Международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания (РКВ-2010). 2-10 сентября 2010 года. Институт геологии и минералогии СО РАН. – Новосибирск, 2010. – С. 665-669.
14. Третьяков А.В., Перегудов В.В., Дегтярева Г.Б., Габитова У.Б., Солдатенко А.А. Распределение золота разной крупности в аллювиальных отложениях Баянкольского участка долины р. Баянкол (Южный Казахстан) // Известия НАН РК сер. Геология и технические науки. – №. 4. Алматы, 2016. – С. 51-58.
15. Воробьев А.Е., Тчаро Х. Сравнительный анализ свойств нанорельефа различных золотосодержащих сульфидов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – № 1. – Москва, 2016. – С. 78-84.
16. Осовецкий Б.М. Природное нанозолото. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2013. – 176 с.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СВЯЗИ И СИГНАЛИЗАЦИИ НА БАЗЕ ЮЖНОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ АО «НГМК»



Каландаров И.И.,
и.о. профессора
кафедры «Автоматизация
и управление» НГГТУ, DSc



Давлатов Б.Р.,
начальник
УИКТ АО «НГМК»



Бозоров Б.Н.,
заместитель начальника
УИКТ АО «НГМК»

Мақоллада Zarmitan konida (GMZ-4) ishchilarni, tog'-kon texnikalarini va uskunalarni joylashgan joyini kuzatish va nazorat qilish, ular o'rtasidagi aloqani ta'minlash va signalizatsiya uchun intellektual axborot tizimni ishlab chiqish bo'yicha asosiy texnik takliflar keltirilgan. Asosiy texnik takliflar loyihalash sohasidagi davlat normalari, qoidalari va standartlariga muvofiq ishlab chiqilgan bo'lib, ekologik, sanitariya-gigiyena, yong'inga qarshi va boshqa amaldagi normalar va qoidalar talablariga javob berishi ko'zda tutilgan bo'lib obyektни loyiha talablariga rioya qilingan holda inson hayoti va salomatligi uchun xavfsiz ishlashini ta'minlaydi.

Tayanch iboralar: axborot tizimi, joylashishni aniqlash, aloqa, signalizatsiya, Ethernet, AXON Core, AXON Air, Caterpillar EAM protokoli, Caterpillar TPMS protokoli, Elphinstone TPMS, Loadrite, Modbus, RS-232, Harting, Tag Activator, TAG-VEH, shaxta telefoni, Helix-server, 3DConnect, operator interfeysi.

В статье приведены основные технические предложения по разработке интеллектуальной информационной системы позиционирования рабочей, горной техники и оборудования для наблюдения и контроля над ними, обеспечения связи между ними и сигнализации на месторождении Зармитан (ГМЗ-4). Основные технические предложения разработаны в соответствии с государственными нормами, правилами и стандартами в области проектирования, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других действующих норм и правил, а также обеспечивают безопасность для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных проектных мероприятий.

Ключевые слова: информационная система, позиционирование, связь, сигнализация, theernet, AXON Core, AXON Air, протокол Caterpillar EAM, протокол Caterpillar TPMS, Elphinstone TPMS, Loadrite, Modbus, RS-232, Harting, Tag Activator, TAG-VEH, шахтный телефон, Helix-сервер, 3DConnect, интерфейс оператора.

Месторождение Зармитанской золоторудной зоны расположено на южных склонах центральной части хребта Северной Нураты в 14 км к северу от г. Кошрабад и административно относится к Кошрабадскому району Самаркандской области [1].

Месторождение разрабатывается рудником Зармитан, который является подразделением Южного рудоуправления АО «НГМК». Рельеф низкогорный, слабо расчлененный, с абсолютными от 880 до 1020 м, в целом понижающийся в юго-восточном направлении. Относительные превышения колеблются от 40-60 до 100 м, редко достигая 150 м. Крутизна склонов 10°-40°. Почти вся площадь месторождения перекрыта четвертичными отложениями, мощность которых увеличивается с 1-10 м в восточной части до 40 м и более в западной. Гидросеть развита слабо. В основном это сухие русла временных водотоков.

К числу ближайших постоянных водотоков с дебитом, не превышающим 0,4 м³/с (в период паводка) относится Зармитан (на западном фланге месторождения). Отработка месторождения Зармитан производится рудником Зармитан с 1978 года. Годовая проектная производительность рудника Зармитан по добыче руды – 850 тыс. т в год., в том числе по Центральному участку – 550 тыс. т в год, по Восточному участку 300 тыс. т в год. В ходе разработке комплексной системы позиционирования, связи и сигнализации

предусматривается на горизонтах +480 м и +420 м на Центральном участке. Центральный участок вскрыт нижеследующими выработками:

- шахтный ствол № 3;
- шахтный ствол «вспомогательный»;
- шахтный ствол «главный»;
- штольня «капитальная» на гор. +900 м сбито с шахтным стволом «главный»;
- наклонный транспортный съезд № 1-3 (НТС № 1-3) – ствол «скиповой»;

Цель, задачи и области использования интеллектуальной информационной системы позиционирования, связи и сигнализации. В общем виде основные функции информационной системы позиционирования, связи и сигнализации, следующие [1]:

- обеспечение производственных работ беспроводной голосовой связью;
- определение местоположения горных рабочих и горных транспортов в режиме реального времени (позиционирование) в зоне действия, разработанной системы;
- организация непрерывного наблюдения и контроля местонахождения горных рабочих и транспортных средств в шахте в нормальных и аварийных условиях труда;

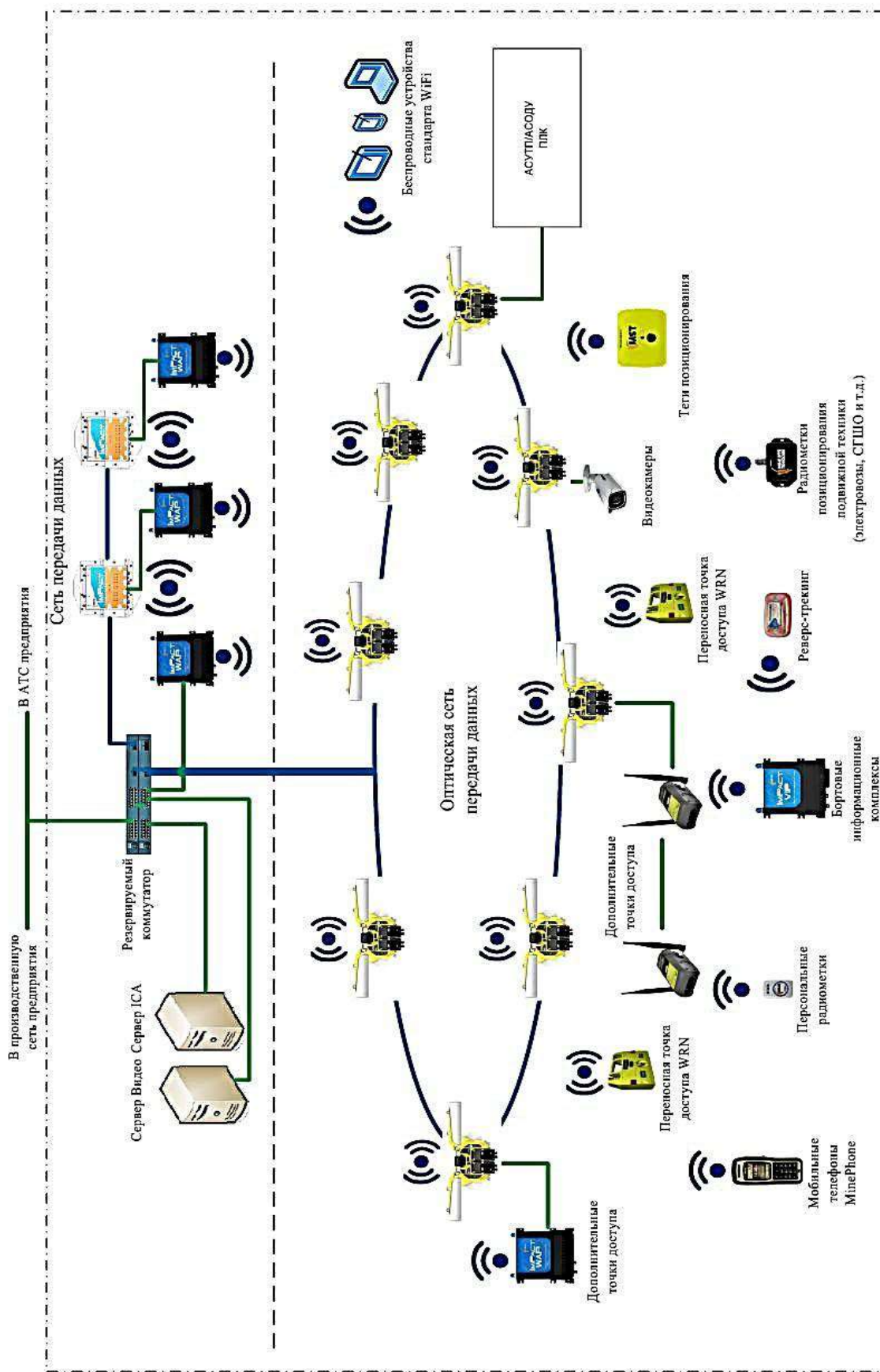


Рис. 1. Структурная схема магистральных оптических линий связи: (оптический кабель); — — — — граница проектирования; — — линия связи Ethernet (медный кабель); — — линия связи Ethernet (оптический кабель); — — беспроводные линии связи стандарта WiFi

– оповещение горных рабочих, находящихся в подземных горных работах об авариях и их индивидуальный (селективный) вызов при помощи светового сигнала шахтного светильника;

– организация цифровой радиосети на базе стандартов WI-FI с использованием портативных, мобильных и стационарных средств связи;

– автоматическая регистрация входа персонала и въезда транспорта в шахту и снятие регистрации при выходе (выезде) из шахты, с возможностью взаимодействия с системой автоматизации табельного учёта персонала;

– архивация информации с последующей возможностью получения отчётов по запросам;

– предупреждение опасного сближения и предотвращения столкновений «транспорт-человек», «транспорт-транспорт».

Методы решения поставленной задачи. Для решения задач системы подземной связи и оповещения, системы позиционирования подземных рабочих и транспорта и транспортной сигнализации на самоходном транспорте на руднике можно принять систему MST AXON. С целью организации сетевой инфраструктуры разворачивается магистральная оптическая сеть на основе многофункциональной цифровой платформы, с функцией коммутатора, AXON Core в подземной части рудника и стоечных коммутаторов в существующих телекоммуникационных шкафах на поверхности. Для обеспечения покрытия поверхности и подземных горизонтов беспроводной сетью передачи данных предусматривается применение точек доступа AXON Air подключаемых к медным портам Ethernet платформы AXON Core и стоечных коммутаторов, и получающих от них питание по PoE (Power Over Ethernet). Структурная схема магистральных оптических линий связи приведена на *рис. 1*.

Платформы AXON Core получают питание от устанавливаемых по проекту рудничных источников бесперебойного питания, преобразующих переменное напряжение 127/380 В, получаемое от существующей электросети рудника, в постоянное напряжение 48 В. Распределение питания 48 В между платформами AXON Core осуществляется по медной паре композитного кабеля. Для решения задач диспетчеризации и позиционирования на руднике возможны три варианта передачи данных и связи [2, 3]:

1) выход в общую сеть передачи данных через оптический порт платформ AXON Core, параметры подключения – дуплексная пара одномодового оптического волокна;

2) подключение через медные порты Ethernet платформ AXON Core;

3) подключение к общей сети по беспроводному каналу связи стандарта 802.11 a/b/g/n.

Для организации голосовой связи между персоналом рудника, а также абонентами поверхности используем шахтные мобильные телефоны MinePhone MP71, обеспечивающие голосовую связь по IP-протоколу (VoIP), а также передачу данных и позиционирование.

Для позиционирования персонала применяем: персональные автономные персональные метки РТ3301, мобильные телефоны MP71.

Для позиционирования самоходной техники применяются: метка для транспортных средств TAG-VEH, получающих питание от бортовых сетей самоходной техники.

Алгоритм решения поставленных задач, приведен ниже следующим образом: попадая в зону покрытия точки доступа, метка подключается к ней и передает данные на верхний уровень о силе сигнала от разных точек доступа, в зоне действия, в которой она находится. На верхнем уровне при помощи специализированного софта сервер собирает и обрабатывает данные, полученные от метки, вычисляя координаты нахождения метки относительно приближающихся точек доступа и проектируя её на план горных выработок для визуализации [4, 5].

Инфраструктурные решения поставленных задач, приведены ниже следующим образом: архитектура беспроводной сети должна обеспечивать оптимальное и эффективное использование возможностей элементов системы. Оптимальное расположение платформ AXON Core и точка доступа AXON Air в длинных и прямых тоннелях в сочетании с направленными антеннами с круговой поляризацией позволяет максимально использовать возможности двух радио модулей AXON Air. AXON Air, находящихся в пределах досягаемости друг с другом, должны быть настроены на разные каналы Wi-Fi. По умолчанию используется каждый пятый канал, например каналы 1, 6 и 11, для предотвращения прикрытие сигналов, и минимизации возможности интермодуляции или помех [6].

Использование различных типов антенн для разных ситуаций позволяет создать гибкое покрытие беспроводной сети передачи данных:

- направленные антенны с различным коэффициентом усиления применяются на прямых участках выработок;
- все направленные антенны используются в замкнутых пространствах, на развилках и в помещениях;
- панельные антенны применяются на развилках, в кривых тоннелях и на открытых пространствах на поверхности.

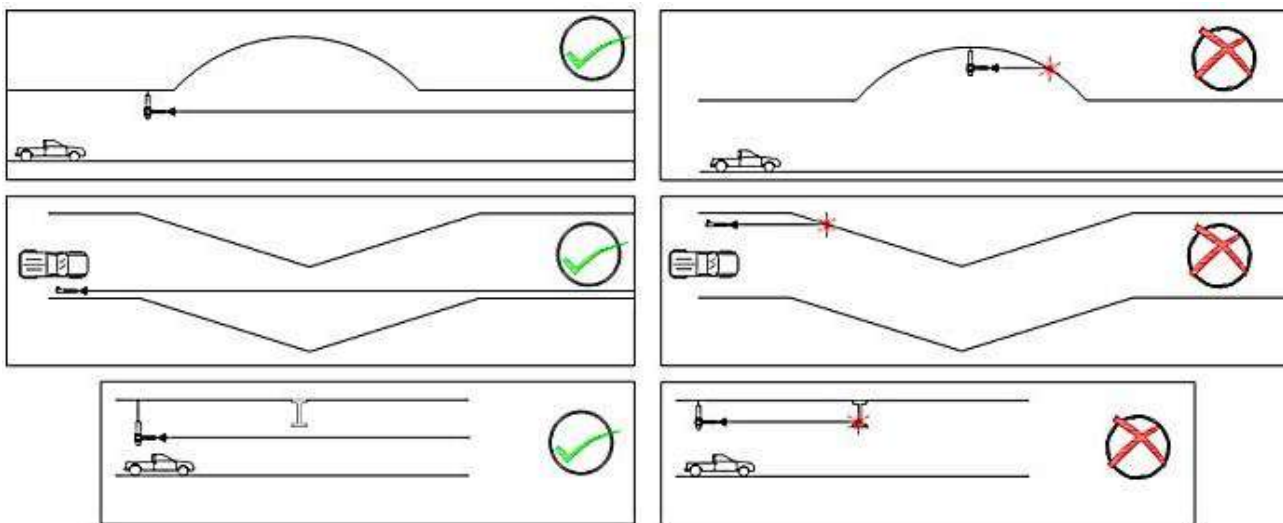


Рис. 2. Установка направленных антенн на поворотах

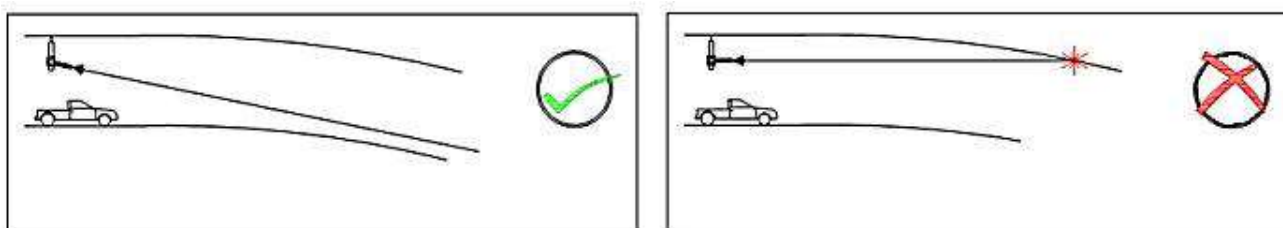


Рис. 3. Установка направленных антенн на уклонах

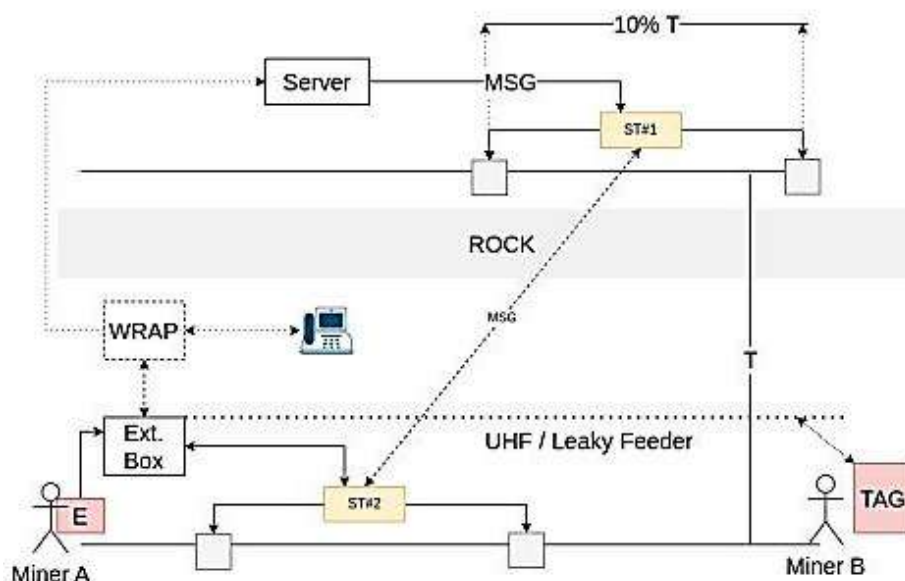


Рис. 4. Обзор Mine-Link (аварийная система оповещения)

Размещение антенны под землей зависит от окружающей среды, топологии туннеля/выработки и типа породы. Необходимо монтировать антенны максимально безопасно чтобы избежать в дальнейшем их повреждения движущимися машинами. Рекомендуемое размещение антенн на поворотах и уклонах показано на рис. 2 и 3.

Для подключения питания в композитный кабель между платформами применяются распределительные коробки JB21. Коробки JB21 могут быть подключены последовательно между любыми двумя AXON Core в цепи для подачи питания. Кроме того, можно подключать питание 48 В на любой из комбинированных портов AXON Core, используя Harting-коннектор. Количество AXON Core в каждом сегменте сети, запитанном от одного источника питания, зависит от количества периферийного оборудования, запутываемого от медных PoE-портов каждого из AXON Core. Взаимодействие между модулями и различные сценарии показано на рис. 4. Они описаны в качестве примеров. Аварийные сигналы от подземных устройств остаются локальными и могут быть переданы на все станции из диспетчерской шахты. Это минимизирует риск остановки производства из-за непреднамеренной полной эвакуации [7].

В заключении можно сказать что решая ряд задач для создания информационной системы позиционирования, связи и сигнализации на месторождении Зармитан можно реализовать некоторые инновационные идеи, например: обеспечение для работников в шахте беспроводной голосовой связи; определение местоположения работников шахты и горных транспортов в режиме реального времени и зоне действия в системе; система контроля и управления безопасного расстояния горных рабочих во время взрывных горных работ; анализатор взвешенных частиц и угольной пыли в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны; обнаружение и оповещение газодинамических явлений в шахте; непрерывное наблюдение и контроль местонахождения подземных рабочих и горных транспортных средств при подземных горных работах в обычных и аварийных ситуациях; обеспечение связи цифровой радиосети на базе стандартов WI-FI с устройствами и т.п. Внедрение интеллектуальной информационной системы позиционирования, связи и сигнализации обеспечивает безопасность горных рабочих в золотодобывающих шахтах.

Библиографический список:

1. Комплексная система позиционирования, связи и сигнализации «Обработка нижних горизонтов горнорудного комплекса на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны (до гор. 0.00 м)». Основные технические решения P-MST.NGMK.23-04-AK YSB KOMINÜKASYON TICARET ANONİM ŞİRKETİ. – 56 с.
2. Kalandarov I.I., Namozov N.N., Bozorov B.N. Sanoat korxonalarida xodimlar havfsizligini ta'minlashning axborot tizimlari tahlili va asosiy ko'rsatkichlar. O'zbekiston konchilik xabarnomasi" ilmiy texnik va ishlab chiqarish jurnali, № 2 (93). Navoiy, 2023. 120-123 b. DOI:10.54073/GV.2023.2.93.029.



3. Kalandarov I.I., Namozov N.N., Bozorov B.N. Yer osti kon ishlarida transportlarni xavfsiz harakatlanishini nazorat qilish algoritmi // «Matematik modellashirish va axborot texnologiyalarining dolzarb masalalari» xalqaro ilmiy-amaliy anjuman tezislari to'plami, 2-to'plam, Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Nukus filiali. Nukus, 2-3 may, 2023 y. 80-82 b.

4. Каландаров И.И., Бозоров Б.Н. «Навоий кон-металлургия комбинати» АЖ фаолиятига рақамли технологияларни жорий этиш // Геология и минеральные ресурсы. – № 2. – Ташкент, 2023. – С. 86-90.

5. Норматов И.Х., Каландаров И.И. Модели и алгоритмы управления и планирования производственными системами // Сборник статей XIV Международного научного форума «Перспективные задачи инженерной науки» (Россия, Москва, 17 мая 2023 года). Международная инженерная академия. – М: ООО «Инженерный центр «Импульс», РГУ им. А.Н. Косыгина, 2023. – С. 66-77.

6. Kabulov, A., Kalandarov, I., Raxmatov, D., Namozov, N. (2023). Control System and Algorithm for Construction of Optimal Technological Routes for Machining Parts in the Machining Shop. In: Beskopylny, A., Shamtsyan, M., Artiukh, V. (eds) XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022". INTERAGROMASH 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 575. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2_288.

7. Технические решения согласно технического задания № 19.02-04-01/252 от 13.01.2022 Южного рудоуправления АО «НГМК» на разработку проектной документации и строительство «Комплексной системы позиционирования, связи и сигнализации» В рамках ТЭО проекта «Отработка нижних горизонтов горнорудного комплекса на базе месторождений Зармитанской золоторудной зоны (до гор. 0.00м)» Becker Mining Group. – 86 с.

GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2023, № 4 (95) pp. 85-89

DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT INFORMATION POSITIONING SYSTEM FOR COMMUNICATION AND SIGNALLING AT SOUTHERN ORE MINING ADMINISTRATION OF JSC NMMC

¹Kalandarov I.I., Acting Professor of the Department of Automation and Control, DSc.

²Davlatov B.R., Head of the Information and Communication Technologies Department.

³Bozorov B.N., Deputy Head of the Information and Communication Technologies Department.

¹Navoi State University of Mining and Technologies. Navoi, Uzbekistan.

²Joint-stock company "Navoi Mining and Metallurgical Company". Navoi, Uzbekistan.

The article presents the main technical proposals for the development of an intelligent information system for positioning working, mining machinery and equipment for monitoring and controlling them, ensuring communication between them and signaling to the Zarmitan deposit (HMP-4). The main technical proposals are developed in accordance with state regulations, rules and standards in the field of design, comply with the requirements of environmental, sanitary and hygienic, fire safety and other current norms and regulations, and also ensure safe operation of the facility for human life and health, subject to compliance with the provided design measures.

Keywords: information system, positioning, communication, alarm, thernet, AXON Core, AXON Air, Caterpillar EAM protocol, Caterpillar TPMS protocol, Elphinstone TPMS, Loadrite, Modbus, RS-232, Harting, Tag Activator, TAG-VEH, mine telephone, Helix server, 3DConnect, operator interface.

Bibliographic list:

1. Integrated positioning, communication and signaling system "Mining of the lower horizons of the mining complex based on the deposits of the Zarmitan gold ore zone (up to a horizon of 0.00 m)." Basic technical solutions R-MST.NGМК.23-04-AK YSB KOMINÜKASYON TİCARET ANONİM ŞİRKETİ. – 56 p.

2. Kalandarov I.I., Namozov N.N., Bozorov B.N. Analysis of information systems and key indicators of ensuring employee safety in industrial enterprises. "Gomyu vestnik Uzbekistana" scientific technical and production journal, No. 2 (93). – Navoi, 2023, pp. 120-123. DOI:10.54073/GV.2023.2.93.029

3. Kalandarov I.I., Namozov N.N., Bozorov B.N. Algorithm for controlling the safe movement of vehicles in underground mining works // Collection of abstracts of the international scientific and practical conference "Mathematical modeling and current issues of information technologies", collection 2, Nukus branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi. – Nukus, May 2-3, 2023, pp. 80-82.

4. Kalandarov I.I., Bozorov B.N. Implementation of digital technologies in the activities of JSC Navoi Mining and Metallurgical Combine // Geologiya i mineralnyye resursy. – No. 2. – Tashkent, 2023. 86-90 b.

5. Normatov I.Kh., Kalandarov I.I. Models and algorithms for control and planning of production systems // Collection of articles of the XIV International Scientific Forum "Advanced Problems of Engineering Science" (Russia, Moscow, May 17, 2023). International Academy of Engineering. M: LLC "Engineering Center "Impulse", Russian State University named after. A.N. Kosygina, 2023, pp. 66-77.

6. Kabulov, A., Kalandarov, I., Raxmatov, D., Namozov, N. (2023). Control System and Algorithm for Construction of Optimal Technological Routes for Machining Parts in the Machining Shop. In: Beskopylny, A., Shamtsyan, M., Artiukh, V. (eds) XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022". INTERAGROMASH 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 575. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2_288.

7. Technical solutions in accordance with technical specifications No. 19.02-04-01/252 dated January 13, 2022 of the Southern Mining Department of JSC NMMC for the development of design documentation and construction of an "Integrated positioning, communication and signaling system" As part of the feasibility study of the project "Mining the lower horizons of the mining complex on the basis of deposits of the Zarmitan gold ore zone (up to a horizon of 0.00 m)" Becker Mining Group. – 86 p.

УВАЖАЕМЫЙ КУВОНДИК САНАКУЛОВИЧ!

От лица всего коллектива Группы Компаний «РИВС» и лично от нас сердечно поздравляем Вас и возглавляемый Вами коллектив Навоийского горно-металлургического комбината с 65-летием предприятия!

Мы гордимся тем, что уже многие годы НГМК является нашим надежным партнером, и дорожим долгими дружескими отношениями.

Благодарим за возможность участвовать в ключевых проектах реконструкции комбината и уверены, о и дальше совместные усилия позволят решать любые, даже самые сложные и нетривиальные задачи.

В этот торжественный день желаем Вам удовлетворения от достигнутых результатов, надежного и благополучного будущего!

Пусть каждый день будет наполнен радостью и вдохновением, рядом будут верные соратники, друзья и надежные помощники.

А.А. Зимина
председатель совета директоров
АО «Научно-проектное объединение «РИВС»

А.Х. Хасянов
генеральный директор
АО «Научно-проектное объединение «РИВС»

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА ПРИМЕРЕ ВНЕДРЕНИЯ АСАК ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА



Коннов Д.В.,
ведущий инженер-программист
АО «ТЕХНОЛИНК»,
Россия, Санкт-Петербург



Титекли Б.М.,
коммерческий директор
АО «ТЕХНОЛИНК»,
Россия, Санкт-Петербург

Мақоллада Avtomatlashtirilgan analitik nazorat tizimi (ASAC) deb ataladigan sanoat ishlab chiqarishni boshqarish tizimlari sinfidan foydalanish haqida so'z boradi. ASAK ning afzalliklari, asosiy vazifalari, imkoniyatlari, amalga oshirish xususiyatlari TECHNOLINK (Sankt-Peterburg) tomonidan kobalt ishlab chiqarishda amalga oshirish misolida ko'rib chiqiladi. Flüoresans tahlilining bog'lanish tenglamalari va rentgen spektrometri "Spectroscan MAX FC" analitik kompleksini amaliy tatbiq etish namunasi keltirilgan. ASAC tizimini MES, LIMS, ERP tizimlari bilan integratsiya qilish, amalga oshirish xarajatlari, kelajakdagi tendentsiyalar, yangilikni asoslash va ushbu sinf tizimlarini joriy etish zarurati ko'rsatkichlariga e'tibor qaratilmoqda.

Tayanch iboralar: ASAC, MES, LIMS, ERP, rentgen floresans tahlili, namuna olish, ishlab chiqarishni avtomatlashtirish, zanglamaydigan metallurgiya, kon sanoati sektori, TECHNOLINK, GE SIMPLICITY HMI/SCADA, Emerson.

В статье обуславливается использование класса промышленных систем управления производством известных как Автоматизированная система аналитического контроля (АСАК). Рассмотрены преимущества внедрения АСАК, ключевые функции, возможности, особенности реализации на примере внедрения в кобальтовом производстве компанией ТЕХНОЛИНК (СПб). Приводятся уравнения связи флуоресцентного анализа и пример практического внедрения аналитического комплекса на основе поточного рентген флуоресцентного спектрометра «Спектроскан МАКС FC». Затронуты аспекты интеграции системы АСАК системами MES, LIMS, ERP, стоимости внедрения, будущие тенденции, обоснование новизны и необходимости внедрения систем подобного класса.

Ключевые слова: АСАК, MES, LIMS, ERP, рентген флуоресцентный анализ, пробоотбор, автоматизация производства, цветная металлургия, горнодобывающий сектор, ТЕХНОЛИНК, GE SIMPLICITY HMI/SCADA, Emerson.

Цели внедрения автоматизированной системы аналитического контроля АСАК. АСАК представляет собой комплекс оборудования, программного обеспечения, методологических и математических инструментов, необходимых для анализа и контроля промышленных процессов [1]. Целью внедрения системы является обеспечение точного и надежного анализа исходного сырья и продуктов производства в соответствии с современными требованиями эффективных производственных процессов [2]. Важность АСАК в производственных процессах заключается в том, что она позволяет оперативно контролировать и анализировать параметры производства, такие как состав материалов, содержание элементов, физико-химические и другие свойства [4]. Это позволяет понизить количество брака при выпуске продукции, уменьшить использование ресурсов и энергетические затраты [5] а также АСАК является подсистемой систем управления предприятием (MES, LIMS, ERP), позволяющих организовать производственную деятельность в интеллектуальную и управляемую систему [3]. Система состоит из различных компонентов и обладает разнообразием свойств. В ее состав входят средства анализа на основе рентгеноспектрального флуоресцентного анализа, системы пробоотбора, транспорта, подготовки и анализа образцов [7].

Преимущества внедрения АСАК в промышленных условиях. Внедрение аналитической системы в промышленных условиях имеет ряд преимуществ, которые обеспечивают безопасность процесса и производства. АСАК представляет собой комплекс технических средств рентгеноспектрального флуоресцентного анализа,

подсистему для обеспечения безопасности выборки, транспортировки и анализа образцов [4]. Это позволяет оперативно контролировать показатели эффективности процессов после каждого этапа производства [6]. Система использует автоматическую обработку, сбор, хранение и анализ результатов, что позволяет сократить время и ресурсы, ранее затрачиваемые на ручную обработку данных [8]. АСАК предоставляет достоверные и точные данные о составе и свойствах продукции, позволяя оперативно выявлять и исправлять отклонения от состава продукта [6]. Автоматический контроль также помогает выявить риски и возможные аварии, связанные с ручными операциями, и повысить безопасность процесса. Благодаря этому можно достичь более высокого уровня удовлетворенности клиентов. Внедрение аналитической системы также приводит к экономии средств за счет сокращения ручного труда и отходов. АСАК позволяет автоматизировать ряд операций, которые ранее выполнялись регулярно, такие как выборка, транспортировка и анализ образцов [7]. Это предполагает привлечение меньшего количества персонала и вероятность возникновения ошибок, связанных с человеческим риском. Автоматизация аналитического контроля позволяет более эффективно использовать ресурсы и сократить количество отходов, что связано с экономической выгодой для предприятия [6]. Таким образом, использование АСАК позволяет снизить затраты и повысить эффективность в производственных условиях.

Ключевые функции и возможности АСАК. Одной из функций, позволяющих эффективно контролировать и анализировать дан-

ные является мониторинг технологических параметров. АСАК позволяет исключить сбор субъективных данных, оперативно фиксировать искажения данных, имеющиеся в аналитическом оборудовании, такие как флуоресцентные анализаторы [4]. Флуоресцентный анализ позволяет получать оперативную информацию о состоянии процессов и позволяет оперативно реагировать на любые отклонения. На *рис. 1* изображено типовое оборудование используемое в составе АСАК.

Автоматический анализ и отчетность являются еще одним из значимых возможностей АСАК. Система автоматизированной обработки и анализа данных, позволяет быстро выявлять аномалии и проблемы в технологическом процессе [1]. Интеграция с другими системами управления такими как MES, SCADA, ERP является еще одним преимуществом АСАК, которое позволяет получить сложную картину производственных процессов и более точное управление [3]. Система может быть автоматизирована, позволять контролировать процесс анализа и передачи результатов анализа заказчику в автоматическом режиме [4].

Наблюдение за состоянием технологических параметров, сбора данных, автоматический анализ и отчетность позволяет повысить эффективность и надежность производственных процессов и производить продукцию с максимальным качеством [6].

Компоненты АСАК и их роли. Автоматизированная система аналитического контроля состоит из различных компонентов, играющих решающую роль в ее функционировании. Одним из ключевых компонентов являются датчики и аналитические приборы. Эти датчики отвечают за сбор данных о различных параметрах, таких как химический состав, температура и давление [4]. Аналитические приборы, такие как рентген флуоресцентные анализаторы, используются для анализа собранных образцов и обеспечения точных измерений [1]. Комбинация датчиков и аналитических приборов обеспечивает точный и надежный сбор данных для целей анализа и контроля [7]. Функциональная схема АСАК проиллюстрирована на *рис. 2*.

Еще одним важным компонентом АСАК являются блоки сбора и обработки данных. Эти блоки отвечают за получение данных от датчиков и аналитических приборов, их хранение и обработку, а также формирование значимой информации для дальнейшего анализа. Данные, собранные с датчиков и приборов, обрабатываются и анализируются с использованием программного обеспечения и математических инструментов для извлечения соответствующих сведений и параметров управления [6], что позволяет в режиме реального времени отслеживать и контролировать анализируемый процесс, обеспечивая оптимальную производительность и качество [1].

АСАК включает в себя интерфейсы для связи и управления. Данные интерфейсы позволяют интегрировать АСАК с другими системами и устройствами, такими как панели управления, базы данных и сети связи. Они позволяют передавать данные и команды управления между АСАК и внешними системами, обеспечивая бесперебойную работу и интеграцию в общий производственный процесс. Интерфейсы управления предоставляют операторам удобную платформу для мониторинга и управления АСАК, делая ее более доступной [5]. Датчики и аналитические приборы собирают данные о соответствующих параметрах, а блоки сбора и обработки данных обрабатывают и анализируют данные. Интерфейсы для связи и управления обеспечивают плавную интеграцию и удобную работу.

Особенности реализации. Внедрение АСАК включает в себя несколько ключевых особенностей, которые способствуют ее эффективности. Во-первых, крайне важно определить конкретные потребности и цели аналитического контроля. Это включает в себя определение параметров и переменных, которые необходимо отслеживать и контролировать для обеспечения оптимальной произ-



Рис. 1. Типовой комплекс оборудования АСАК

водительности и качества. Четко определяя эти требования, АСАК можно адаптировать к конкретным требованиям отрасли или процесса, в котором он внедряется.

Одним из важных аспектом внедрения является выбор подходящих датчиков и инструментов. Датчики отвечают за сбор данных и измерений, которые затем анализируются системой для обеспечения обратной связи и контроля в реальном времени [8]. Выбор сенсоров зависит от конкретных аналитических требований и может включать различные технологии, такие как рентген флуоресцентный анализ [4]. Интегрируясь с существующей инфраструктурой, АСАК может использовать уже имеющиеся ресурсы и возможности, максимально повышая эффективность и сводя к минимуму простои.

Примеры успешного внедрения АСАК компанией ТЕХНОЛИНК (СПб). Компания ТЕХНОЛИНК активно занимается разработкой, продажей и внедрением систем производственного управления, включая автоматизированную систему аналитического контроля (АСАК), системы производственной аналитики, системы управления производственными операциями (MES) и лабораторные информационные системы управления (LIMS). Дополнительно, в компании имеется учебный центр решений GE Digital и Emerson, что подчеркивает их компетентность и доверие в отрасли. Одним из ярких примеров успешного внедрения компанией ТЕХНОЛИНК (СПб) в цветной металлургии является проект рентген флуоресцентного анализа растворов в потоке для продуктов кобальтового производства (одного из крупнейших в СНГ), разработанного на базе поточного спектрометра «СПЕКТРОСКАН МАКС FC».

Применяемый рентгеноспектральный флуоресцентный метод анализа (РСА) основан на возбуждении первичным излучением рентгеновской трубки характеристического (вторичного или флуоресцентного) рентгеновского излучения определяемых элементов, кристалл-дифракционным способе выделения этого излучения и измерения его интенсивности газонаполненными (отпаянными) пропорциональными детекторами.

Интенсивность флуоресцентного излучения (аналитической линии) определяемого элемента зависит не только от его содержания в пробе, но и от общего химического состава и микро-абсорбционной неоднородности пробы, условий возбуждения и регистрации вторичного рентгеновского спектра, а также других многочисленных факторов. Некоторые из этих факторов (например, микро-абсорбционная неоднородность) в связи с трудностями учёта обуславливают определенные требования к пробам, поступающим на анализ, другие (например, общий химический состав) учитываются выбором соответствующих уравнений связи содержания элементов с интенсивностями их аналитических линий.

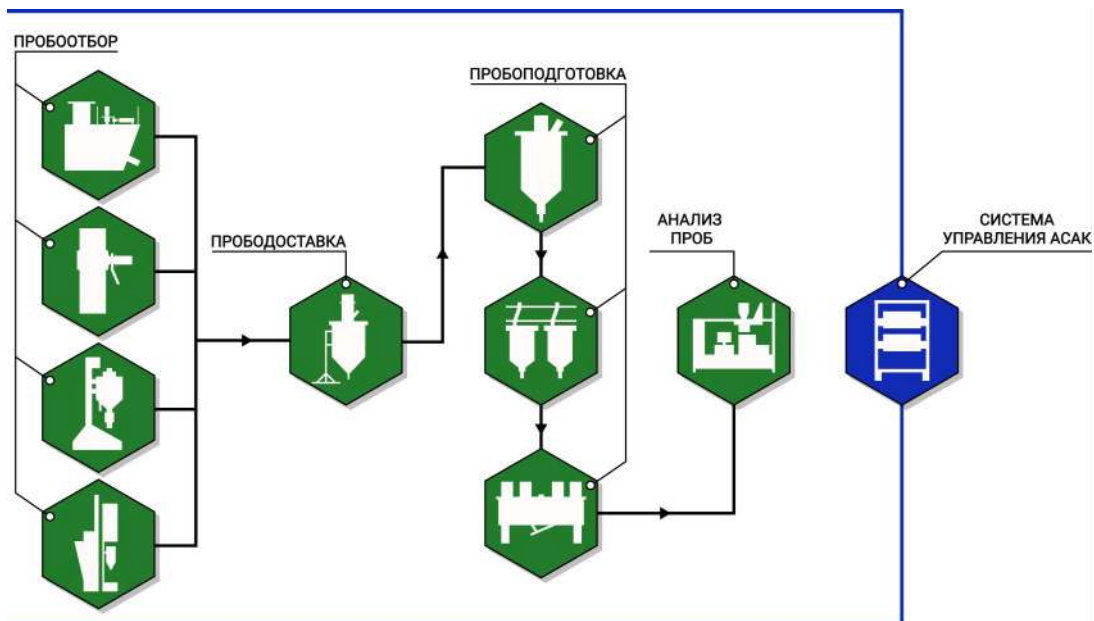


Рис. 2. Функциональная схема АСАК

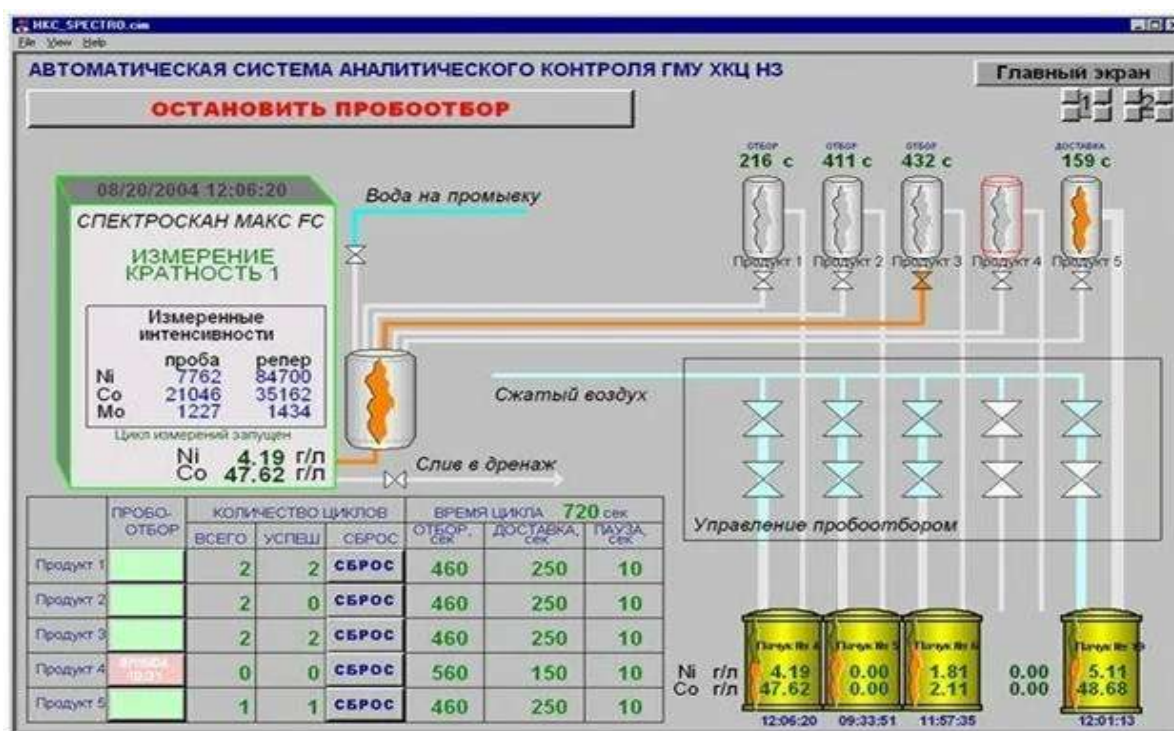


Рис. 3. АРМ наладчика

В качестве таких уравнений связи используются частные формы (индивидуальные для каждого контролируемого продукта) уравнения множественной регрессии следующего вида:

$$C_i = a_0 + \sum_{j=1}^n a_j J_j + J_i \sum_{j=1}^n b_j J_j + J_s \sum_{j=1}^n d_j J_j \quad (1)$$

где C_i – концентрация определяемого элемента;

J_{ij} – интенсивности, соответственно, аналитических линий определяемого (i) и "мешающих" (j) элементов, включая $j = i, j = s$ и $j = 1/s$;

J_s – интенсивность рассеянного излучения;

a_0, a_j, b_j, d_j – коэффициенты, определяемые методом наименьших квадратов по образцам с известным химическим составом.

В случае анализа растворов или гомогенных (однородных) объектов для РСА выражение (1) может быть значительно упрощено, исходя из следующих соображений.

Эффект абсорбции для флуоресцентного излучения в первом приближении может быть представлен следующим образом:

$$J_i = \frac{C_i}{\sum_{j=1}^n c_j \mu_j + \left(1 - \sum_{j=1}^n c_j\right) \mu_s} \quad (2)$$

где C_{ij} – содержание определяемого (i) и мешающих (j) элементов в растворе, включая $i = j$;



μ_i, μ_s – массовые коэффициенты абсорбции, соответственно, для элементов и растворителя.

Эффект абсорбции для рассеянного первичного излучения в первом приближении может быть представлен следующим образом:

$$J_s = \frac{1}{\sum_{j=1}^n c_j \mu_j + \left(1 - \sum_{j=1}^n c_j\right) \mu_s} \quad (3)$$

Отношение выражений (2) и (3) является основанием для упрощенной модели РСА растворов, т.е. $C_j = J_i/J_s$, которая с учетом свободного члена имеет вид:

$$c_i = a_0 + \frac{a_1 J_i}{J_s} \quad (4)$$



Рис. 4. Спектроскан МАКС FC

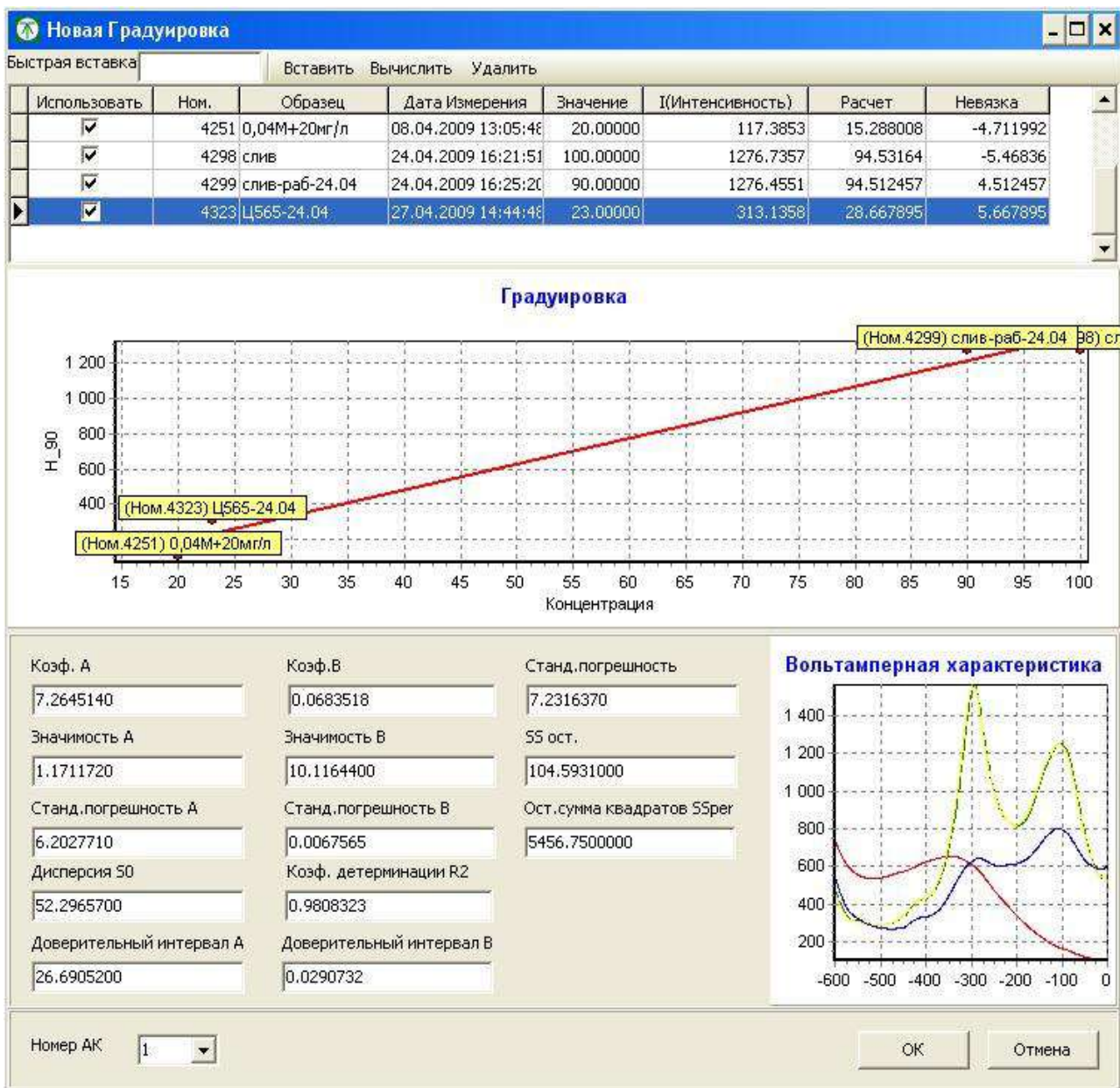


Рис. 5. АРМ аналитика. Интерфейс градуировки

В связи с взаимным влиянием элементов, обобщенная модель для анализа растворов, предусмотренная в программном обеспечении АРМ аналитика, имеет следующий вид:

$$c_i = a_o + \sum a_j F_j \quad (5)$$

где F_j – фактор уравнения связи вида J_i , $J_i J_j$ или J_j/J_i , включая случаи, когда $j = i$ и $j = s$. Данное уравнение – упрощенный вид уравнения (1).

Как следует, из приведенных регрессионных уравнений связи массив исходных данных для градуировки аналитического комплекса составляют измеренные интенсивности аналитических линий определяемых элементов и рассеянного излучения, а также содержания элементов, определенные химическим методом анализа.

Аппаратура и условия РСА. Для проведения экспрессного РСА используется аналитический комплекс на основе поточного рентгенофлуоресцентного спектрометра «Спектроскан МАКС FC» (рис. 4) при следующем режиме функционирования:

- напряжение на рентгеновской трубке БХ-7 (Мо) – 40 кВ, анодный ток – 100 мкА;
- в спектрометрических каналах используются кристалл-анализаторы LiF (200) с межплоскостным расстоянием $d = 2,01 \text{ \AA}$ и общая остро-фокусная рентгенооптическая схема по Иоганссону;
- максимум амплитудного распределения в спектрометрических каналах, настроенных на аналитические линии NiKa, CoKa и некогерентное рассеянное излучение MoKaа выведено на оптимальное значение ($950 \pm 50 \text{ В}$) шкалы амплитудного анализатора импульсов, при котором «окно» дискриминатора обеспечивает максимальную контрастность при напряжениях на газонаполненных пропорциональных детекторах в диапазоне от 1630 В до 1700 В;
- значения контрастности аналитических линий NiKa и CoKa согласно методике поверки спектрометра должны быть не ниже 30 при скорости счета не ниже 10000 *имп/с* на образцах, содержащих 1% определяемого элемента в НЗВОЗ;
- способ измерения интенсивностей – таймер, экспозиция 20 с, кратность – 3;
- основная аппаратурная погрешность должна быть не более 0,5% при обеспечении условий эксплуатации, регламентируемых методикой поверки спектрометра.

Наладка и поверка спектрометра осуществляется с помощью прикладной программы АРМ наладчика, графический интерфейс пользователя проиллюстрирован на рис. 3. Программное обеспечение АРМ наладчика реализовано на основе пакета GE SIMPLICITY HMI/SCADA. Градуировка и проверка адекватности уравнений связи с помощью прикладной программы АРМ аналитика. АРМ аналитика реализован при помощи прикладной программы, разработанной на C++Builder от Embarcadero.

Интерфейс градуировки проиллюстрирован на рис. 5. Управление работой комплекса в процессе проведения РСА осуществляется с помощью системы управления на основе программируемого логического контроллера (ПЛК) VersaMax (Emerson).

Автоматизированные системы аналитического контроля позволяют принимать все этапы работы и получать актуальную аналитику. Они проводят полный анализ парка техники, контроль качества продукции и эффективность [9]. В горнодобывающей промышленности АСАК для анализа состава обогащательных продуктов и получения объективной информации о пищевых продуктах [10]. Компания ТЕХНОЛИНК (СПб) внедряет системы контроля и их компоненты для отбора, транспорта и анализа пульпы [7]. В цветной металлургии АСАК используется для контроля состава и качества металлургических сплавов [11]. Он позволяет автоматизировать процессы отбора, транспортировки и подготовки образцов для анализа [7]. Интеграция АСАК с автоматической системой управления технологическим процессом (АСУТП) позволяет выполнять полную автоматизацию производства и мониторинг всех параметров процесса.

Таким образом, примеры успешного внедрения решений АСАК компанией ТЕХНОЛИНК (СПб) подтверждают, что безопасная аналитическая система контроля является эффективной для повышения качества производства в горнодобывающей промышленности и цветной металлургии.

Процедуры калибровки и обеспечение качества являются важными компонентами АСАК. Используемое оборудование, должно быть откалибровано для обеспечения точных и надежных измерений. Кроме того, реализованы протоколы обеспечения качества для поддержания целостности и надежности аналитических данных, генерируемых системой [1]. Аналитические процедуры помогают обеспечить точность и согласованность аналитических результатов, полученных с помощью АСАК, обеспечивая уверенность в данных для принятия решений. АСАК также предъявляет требования к управлению данными и документации. Система предназначена для управления и хранения аналитических данных в структурированном и организованном виде [7], что облегчает поиск и анализ данных, позволяя эффективно отслеживать процессы и выявлять тенденции или аномалии [4]. Требования к документации гарантируют, что все этапы процесса аналитического контроля должным образом регистрируются и документируются, обеспечивая прослеживаемость и подотчетность.

Аспекты внедрения АСАК. При рассмотрении вопроса необходимо учитывать несколько аспектов. Одним из ключевых соображений является стоимость внедрения и обслуживания. Целью АСАК является предоставление оперативной аналитической информации с минимальными капитальными затратами [4]. Однако могут возникнуть расходы, связанные с приобретением и установкой необходимого оборудования и программного обеспечения. Перед внедрением системы важно тщательно оценить бюджет и разработать подробный план работ [12]. Другим аспектом, который следует учитывать, является техническая сложность и требования к квалификации для его эксплуатации. АСАК представляет собой сложную систему, состоящую из технических средств, математических моделей и программного обеспечения [6]. Для этого требуется опыт работы с оборудованием рентгенофлуоресцентного анализа и знакомство со специальным программным обеспечением, используемым в АСАК. Поэтому необходимо обеспечить, чтобы персонал, задействованный в реализации и эксплуатации, обладал необходимыми навыками и знаниями [13].

Выбор поставщиков основного оборудования также является важным фактором. Доступны как иностранные, так и отечественные поставщики, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Крайне важно оценить возможности и надежность поставщиков и выбрать тех, которые лучше всего соответствуют требованиям реализации АСАК [4] в условиях импортозамещения. Реализация системы включает в себя такие соображения, как стоимость, техническая сложность и выбор поставщика. Тщательное планирование и оценка этих аспектов имеют решающее значение для успешной интеграции АСАК в существующие операционные процессы.

Будущие тенденции и достижения в АСАК. Интеграция с искусственным интеллектом и машинным обучением является одной из современных тенденций в эволюции производственных систем. Это позволяет значительно повысить функциональность и эффективность системы [14]. Такая возможность позволяет интегрировать прогнозирование, а также автоматически принимать решения на основе анализа данных.

Миниатюризация и портативность компонентов АСАК также являются важными трендами в этой области. Современные технологии позволяют создавать компактные и портативные устройства, которые могут быть использованы на различных объектах и в условиях ограниченного пространства [15]. Это особенно актуально для промышленных предприятий, где требуется регулярный контроль и

анализ качества продукции. Например, компания ООО «Уралавтоматика Инжиниринг» специализируется на разработке АСАК в производстве на основе целлюлозы [4]. Компания поставляет компактные и портативные системы позволяющие эффективно контролировать и анализировать производство на месте ее производства.

Облачные решения также играют важную роль в развитии АСАК. Облачные технологии позволяют хранить и обрабатывать большие объемы данных, а также позволяют получать удаленный доступ к системе. Это особенно полезно для предприятий с многочисленными объектами или распределенными производственными мощностями. Такой подход позволяет централизованно контролировать и управлять системой АСАК, а также получать оперативную информацию о ее состоянии [6].

Отраслевые стандарты и правила для АСАК. Автоматизированные системы аналитического контроля должны разрабатываться в соответствии с отраслевыми стандартами и нормами для обеспечения их эффективности и надежности. Эти стандарты включают соответствие требованиям ISO (Международная организация по стандартизации) и FDA (Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов) [7].

Вывод: АСАК меняет правила игры в автоматизированном аналитическом контроле. АСАК — это следующий шаг в эволюции автоматизации аналитического контроля производства. Одним из ключевых преимуществ внедрения АСАК является сокращение времени, затрачиваемого на доставку проб из точек отбора в лабораторию [1]. Это повышает эффективность аналитического процесса. В системе используется рентген флуоресцентный анализ, представляющий собой комплекс технических средств, предназначенных для повышения точности и скорости анализа [4].

АСАК приобретает все большее значение и широко внедряется в различных секторах внедрение которой позволяет сократить время отбора проб и выполнение ручных операций, а также время доставки проб из точек отбора в лабораторию [11]. Это упрощает аналитический процесс и позволяет быстрее принимать решения

на основе точных и своевременных результатов. Универсальность АСАК проявляется в её поэтапной реализации, когда в техпроцесс изначально вводится лишь часть ОТК, что позволяет осуществлять постепенную интеграцию [4]. Эта гибкость делает АСАК, адаптируемым к различным отраслям и их конкретным потребностям.

Будущий потенциал АСАК огромен благодаря постоянному развитию технологий и их применению. Разработка автоматизированной системы мониторинга окружающей среды на основе информационных технологий удаленного доступа еще больше расширяет возможности АСАК [16]. Это позволяет в режиме реального времени отслеживать и анализировать условия окружающей среды, помогая предотвращать и смягчать потенциальные опасности. Поскольку технология продолжает развиваться, АСАК готова сыграть ключевую роль в улучшении процессов аналитического контроля и повышении эффективности в различных отраслях.

В заключение следует сказать, что Автоматизированная система аналитического контроля (АСАК) — это мощный инструмент, который произвел революцию в области автоматизированного аналитического контроля. АСАК предлагает множество преимуществ, в том числе повышенную эффективность процесса, улучшенный контроль качества и экономию средств. Ключевые функции и компоненты позволяют осуществлять мониторинг в режиме реального времени, автоматический анализ и интеграцию с другими системами управления.

Успешные примеры внедрения, в горнодобывающей промышленности и металлургии, подчеркивают эффективность АСАК. Однако необходимо учитывать такие аспекты, как стоимость реализации и техническая сложность. Тем не менее, будущее АСАК выглядит многообещающим благодаря достижениям в области интеграции искусственного интеллекта, миниатюризации и облачных решений.

Соблюдение отраслевых стандартов и правил также имеет решающее значение для успешного внедрения системы. В целом АСАК меняет правила игры в автоматизированном аналитическом контроле и может преобразовать различные отрасли.

Библиографический список:

1. Автоматизированная система аналитического контроля // URL:<http://www.techade.ru/asak>.
2. Лобочкий Ю.Г., Хмара В.В. Автоматизированные системы аналитического контроля как основа управления технологическим процессом // Журнал: Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. – Новосибирск: Центр развития научного сотрудничества, 2016. – С.146-151.
3. Коннов Д.В. Подход SCADA в АСУТП // Монография. – Тамбов: Издательство Юконф, 2023. – 92 с.
4. Уралавтоматика инжиниринг // URL: http://www.uralautomatica.ru/cgi-bin/catalog/viewpos.cgi?in_id=6.
5. Автоматизированная система аналитического контроля и управления производственными процессами обогащительных фабрик // URL:<http://datasolution.ru/avtomatizirovannaya-sistema-analiticheskogo-kontrolya-i-upravleniya-proizvodstvennymi-protsessami-obogatitelnyh-fabrik>.
6. Боровиков А.Д., Рогоуленко Т.М, Смоляков О.А, Автоматизированная система аналитического контроля как инструмент повышения эффективности // Вестник университета. – Москва, Издательство: Государственный университет управления, 2018. – № 10. – С. 10-14.
7. АСАК – Автоматизированные системы аналитического контроля // URL:<http://technolink.spb.ru/products/asak>.
8. Автоматическая система аналитического контроля – РИВС // URL:<https://rivs.ru/avtomaticheskay-sistem-analit-kontroly>.
9. Gaskar Group Горнодобывающий сектор // URL:<https://gaskar.group/ru/industries/mining-sector>.
10. АО "СОЮЗЦВЕТМЕТАВТОМАТИКА". // URL:<http://www.scma.ru/ru/products/5-1.html>.
11. ТЕХНОЛИНК - АСАК @LAST. // URL:<https://technolink.spb.ru/products/asak/>.
12. Черенков К. Аналитический контроль качества очищаемого стока // URL:<https://volgalt.ru/kompleksnye-resheniya/sistema-monitoringa-kachestva-stochnyh-vod>.
13. Кубрин С.С. Автоматизированная Система управления горным производством как платформа комплексирования технологических стадий и операций в единый технологический процесс // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – Москва, Издательство: Горная книга, 2016. – № 11. – С. 96-107.
14. Винограденко А. М. Концептуальная модель интеллектуальной системы контроля технического состояния эволюционирующих комплексов связи специального назначения // Журнал I-methods. – Санкт-Петербург, Издательство: Институт инноваций и наукоемких технологий, 2022. – Т. 14 № 1. – С. 1-54.
15. Штыков С.Н., Русанова Т.Ю. Проблемы и тенденции развития современной аналитической химии: Учеб. пособие для студ. хим. фак и слушателей ИДПО, направ. «Химия». – Саратов: Издательство Саратовского университета, 2006. – 32 с.
16. Волков В.Ю. Разработка автоматизированной системы экологического мониторинга на базе информационных технологий удаленного доступа // Автореферат диссертации, 2005. – 166 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Рузиев Н.Р.,
начальник
Управления инвестиций
АО «НГМК»,
д.т.н., доцент



Мухаммадиева Д.Т.,
профессор кафедры
«Искусственный интеллект и цифровые технологии»
Национального исследовательского университета
«Ташкентский институт инженеров ирригации и
механизации сельского хозяйства»,
д.т.н., профессор



Хамдамов Р.Х.,
директор
Центра создания программных продуктов и
аппаратно-программных комплексов
при Ташкентском университете
информационных технологий,
д.т.н., профессор

Prognozlash – eng ommabop, lekin ayni paytda ma'lumotlarni qazib olishning eng qiyin vazifalaridan biri. Prognozlash muammolari kiritilgan ma'lumotlarning sifati va miqdorining etarli emasligi, jarayon sodir bo'lgan muhitning o'zgarishi va sub'ektiv omillarning ta'siri bilan bog'liq. Prognoz har doim ma'lum bir xato bilan amalga oshiriladi, bu ishlatiladigan prognoz modeliga va manba ma'lumotlarining to'liqligiga bog'liq. Modelda foydalaniladigan axborot resurslarining ko'payishi bilan prognozning aniqligi oshadi va qaror qabul qilishda noaniqlik bilan bog'liq yo'qotishlar kamayadi. Prognozlash bilan bog'liq xarajatlarning tabiati shundan iboratki, ma'lum chegaradan tashqarida qo'shimcha xarajatlar yo'qotishlarning kamayishiga olib kelmaydi. Buning sababi, prognozlash usuli qanchalik yaxshi bo'lishidan qat'i nazar, prognoz xatosini ma'lum darajadan pastga tushirish ob'ektiv ravishda mumkin emas. Shuning uchun, prognoz xatosini aniqlash, prognozning o'zi bilan bir qatorda, qaror qabul qilishda xavfni sezilarli darajada kamaytirishi mumkin.

Taynch iboralar: ma'lumotlarni tahlil qilish, dastlabki ma'lumotlar, xato, prognozlash usuli, noaniq fikrlash, tarmoq kirishlarini aniqlash, o'rganish algoritmlari.

Прогнозирование – одна из самых востребованных, но при этом одна из самых сложных задач интеллектуального анализа данных. Проблемы прогнозирования связаны с недостаточным качеством и количеством исходных данных, изменениями среды, в которой протекает процесс, воздействием субъективных факторов. Прогноз всегда осуществляется с некоторой погрешностью, которая зависит от используемой модели прогноза и полноты исходных данных. При увеличении информационных ресурсов, используемых в модели, увеличивается точность прогноза, а убытки, связанные с неопределенностью при принятии решений, уменьшаются. Характер затрат, связанных с прогнозированием, таков, что за определенный предел дополнительные затраты не приведут к снижению потерь. Это связано с тем, что объективно невозможно снизить погрешность прогнозирования ниже определенного уровня, вне зависимости от того насколько хорош примененный метод прогнозирования. Поэтому определение погрешности прогноза, наряду с самим прогнозом, позволяет значительно снизить риск при принятии решений.

Ключевые слова: анализ данных, исходные данные, погрешность, метод прогнозирования, нечеткие рассуждения, определение входов сети, алгоритмы обучения.

Известны и широко применяются различные методы прогнозирования: алгоритмы экстраполяции экспериментальных данных в несложных инженерных расчётах и программных продуктах, а также более громоздкие статистические методы, использующие параметрические модели. Любая задача прогнозирования опирается на сложные математические или эмпирические (интуитивные) методы поиска закономерностей в рассматриваемом временном процессе. Не следует также упускать из вида, что причины этих закономерностей могут изменяться со временем, коренным образом влияя на дальнейшее развитие рассматриваемого процесса. Так глобальные тенденции к изменению производственного процесса могут за сравнительно короткий период буквально перечеркнуть выводы эксперта и отправить «в архив» большинство методов прогноза, применявшихся ранее. Рассматриваются четыре метода идентификации нелинейной зависимости выпуска продукции – с помощью линейной регрессионной модели, квадратичной регрессионной модели, нечёткой базы знаний и нейронечёткой модели.

Постановка задачи.

Для выявления причинно-следственных связей выпуска продукции в т. ч. прогноза производства драгоценных металлов необходимо:

1. Формализовать задачу:
 - создать классификационные и описательные шкалы;
 - собрать исходную фактографическую информацию и ввести в систему обучающую выборку.
2. Осуществить синтез и верификацию модели.
3. Оценить ценность признаков для прогнозирования. Выделить признаки, наиболее существенные для решения поставленной задачи.
4. Провести анализ модели, дающий ответ на следующий вопрос:
 - как факторы влияют на выпуск продукции?
5. Результаты анализа отобразить в графической форме нелокальных нейронов и семантических сетей признаков.

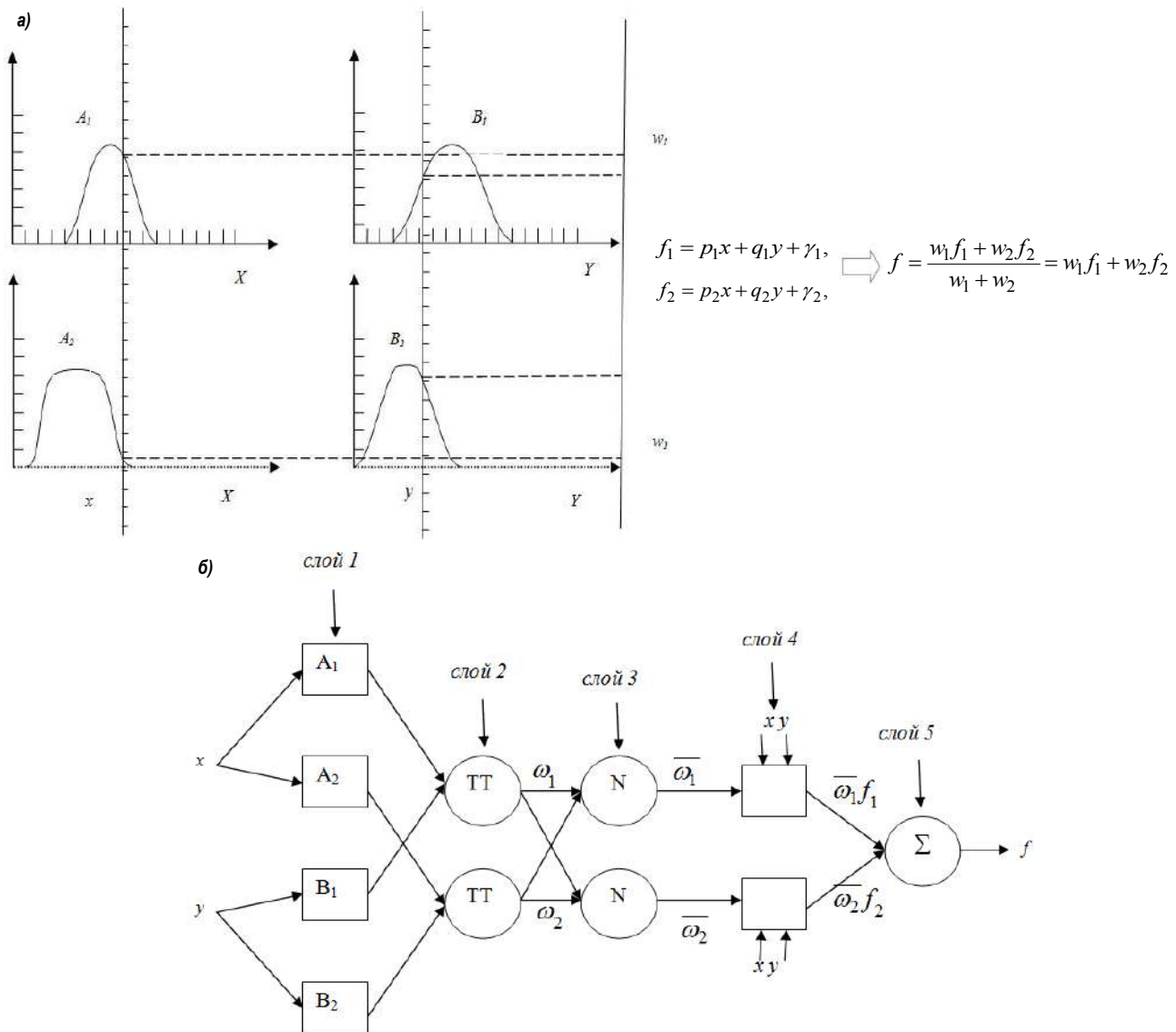


Рис. 1. Нечеткие рассуждения (а) и эквивалентная адаптивная нейро-нечеткая сеть (б)

Для прогнозирования выпуска продукции (драгоценных металлов) принимается метод идентификации нелинейной зависимости с помощью нейро-нечеткой системы.

Для решения этой задачи рассмотрим класс адаптивных сетей функционально эквивалентных системам нечетких рассуждений. Немаловажной задачей является определение входов сети.

Адаптивная нейро-нечеткая система заключений является одним из первых вариантов гибридных нейро-нечетких сетей – нейронной сети прямого распространения сигнала особого типа. Архитектура нейро-нечеткой сети изоморфна нечеткой базе знаний. В нейро-нечетких сетях используются дифференцируемые реализации треугольных норм (умножение и вероятностное ИЛИ), а также гладкие функции принадлежности. Это позволяет применять для настройки нейро-нечетких сетей быстрые алгоритмы обучения нейронных сетей, основанные на методе обратного распространения ошибки. Ниже описываются архитектура и правила функционирования каждого слоя адаптивной нейро-нечеткой сети.

Архитектура и правила функционирования адаптивной нейро-нечеткой сети. Адаптивная нейро-нечеткая система заключений

реализует систему нечеткого вывода в виде пятислойной нейронной сети прямого распространения сигнала. Назначение слоев следующее:

- 1-й слой – термы входных переменных;
- 2-й слой – antecedentes (посылки) нечетких правил;
- 3-й слой – нормализация степеней выполнения правил;
- 4-й слой – заключения правил;
- 5-й слой – агрегирование результата, полученного по различным правилам.

Для нечеткой системы, имеющей два входа x и один выход y нечеткие рассуждения показаны на рис. 1, а, а соответствующая эквивалентная адаптивная нейро-нечеткая сеть на рис. 1, б.

База знаний такой системы содержит два нечетких правила если-то

Правило 1: Если $x=A_1$ и $y=B_1$ то $f_1=p_1x+q_1y+r_1$,

Правило 2: Если $x=A_2$ и $y=B_2$ то $f_2=p_2x+q_2y+r_2$.

1-й слой: Каждый узел данного слоя является адаптивным узлом со следующей узловой функцией:

$$O_i^1 = \mu_{A_i}(x), \tag{1}$$

где x – входной сигнал узла i ; A_i – лингвистическая переменная, связанная с данной узловой функцией.

Другими словами, O_i^1 – функция принадлежности переменной A_i , определяющей степень, с которой данный x удовлетворяет A_i . Обычно, в качестве $\mu_{A_i}(x)$ выбирается колоколообразная функция:

$$\mu_{A_i}(x) = 1 / \left(1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 \right]^{b_i} \right), \quad (2)$$

где $\{a_i, b_i, c_i\}$ – набор параметров данного слоя. Параметры этого слоя относятся к так называемым параметрам предпосылок.

2-й слой: Каждый узел данного слоя является фиксированным узлом, перемножающим входные сигналы, причем выходное значение узла представляет собой вес некоторого правила:

$$\omega_i = \mu_{A_i}(x) \times \mu_{B_i}(x), \quad i = 1, 2. \quad (3)$$

3-й слой: Каждый i -ый узел данного слоя определяет отношение веса i -го правила к сумме весов всех правил:

$$\bar{\omega}_i = \frac{\omega_i}{\omega_1 + \omega_2}, \quad i = 1, 2. \quad (4)$$

Выходные сигналы 3-го слоя называются нормализованными весами.

4-й слой: Узлы данного слоя определяются линейными (для модели типа Сугено) функциями принадлежности выходных переменных:

$$O_i^4 = \bar{\omega}_i f_i = \bar{\omega}_i (p_i x + q_i x + r_i), \quad (5)$$

где $\bar{\omega}_i$ – выходной сигнал 3-го слоя и $\{p_i, q_i, r_i\}$ – набор параметров данного слоя (так называемые параметры вывода).

5-й слой: Единственный узел данного слоя является фиксированным узлом, в котором вычисляется полное выходное значение адаптивной сети как сумма выходных сигналов:

$$O_i^5 = \sum_i \bar{\omega}_i f_i = \frac{\sum_i \omega_i f_i}{\sum_i \omega_i}, \quad (6)$$

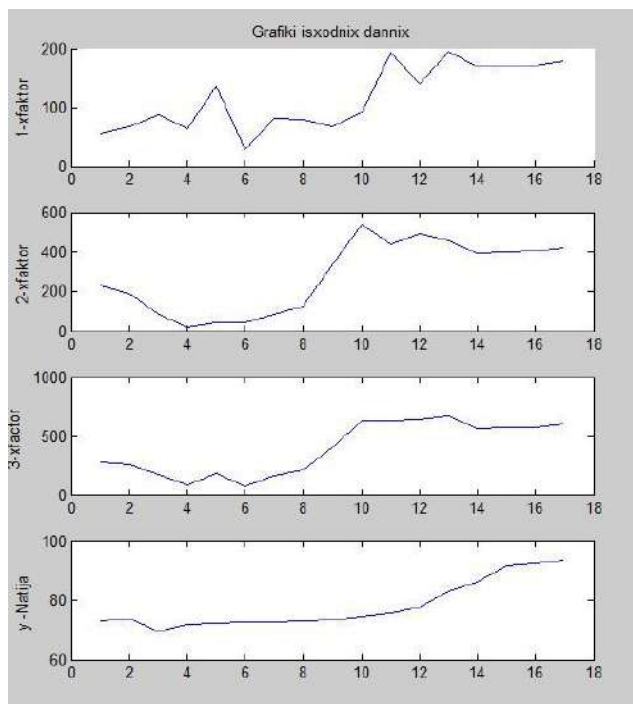


Рис. 2. Графики исходных данных

Очевидно, что для заданных значений параметров предпосылок, полное выходное значение (рис. 2) является линейной комбинацией параметров вывода:

$$f = \frac{\omega_1}{\omega_1 + \omega_2} f_1 + \frac{\omega_2}{\omega_1 + \omega_2} f_2 = \sum_i \bar{\omega}_i f_i = \sum_i (\bar{\omega}_i x) p_1 + (\bar{\omega}_i y) q_1 + (\bar{\omega}_i) r_1 + \sum_i (\bar{\omega}_i x) p_2 + (\bar{\omega}_i y) q_2 + (\bar{\omega}_i) r_2 \quad (7)$$

где $p_1, q_1, r_1, p_2, q_2, r_2$ – параметры вывода.

Типовые процедуры обучения нейронных сетей могут быть применены для настройки адаптивной нейро-нечеткой сети так как, в ней используют только дифференцируемые функции. Обычно применяется комбинация градиентного спуска в виде алгоритма обратного распространения ошибки и метода наименьших квадратов. Алгоритм обратного распространения ошибки настраивает параметры antecedent правил, т.е. функций принадлежности. Каждая итерация процедуры настройки выполняется в два этапа.

На первом этапе на входы подается обучающая выборка, и по невязке между желаемым и действительным поведением сети итерационным методом находят оптимальные параметры узлов четвертого слоя.

На втором этапе остаточная невязка передается с выхода сети на входы, и методом обратного распространения ошибки модифицируются параметры узлов первого слоя. При этом найденные на первом этапе коэффициенты заключений правил не изменяются. Итерационная процедура настройки продолжается пока невязка превышает заранее установленное значение.

Алгоритм прогнозирования, осуществляемого с использованием нечетких множеств и нейронных сетей.

Рассмотрим типовой алгоритм прогнозирования, осуществляемого с использованием нейронных сетей.

Отбор значащих факторов. На первом этапе выделяется максимальное число из значащих, влияющих на прогноз, факторов. Такие дополнительные факторы, влияющие на поведение прогнозируемой величины, называют экзогенными (внешними) или артефактами. Здесь же выбирается интервал наблюдения (окно скольжения), т. е. выясняется, по какому количеству предшествующих значений временного ряда осуществляется прогноз.

Предобработка данных. На втором этапе устраняются несущественные, по мнению эксперта, и не влияющие на прогноз, данные. При необходимости, также, восстанавливается пропущенная информация. Умело проведенная предобработка данных позволяет значительно улучшить качество прогноза.

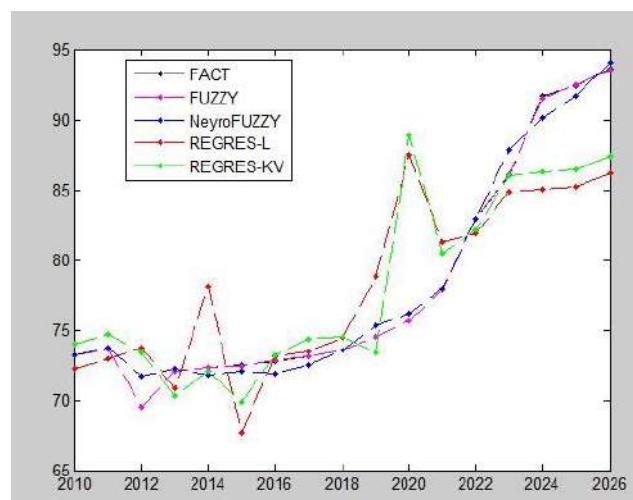


Рис. 3. Структура нейро-нечеткой модели

Построение модели. На следующем этапе для данного анализируемого процесса выбирается наиболее подходящая парадигма и структура нейронной сети, а также алгоритм и параметры ее обучения.

Собственно прогнозирование (получение результата).

Эксперименты осуществляются по схеме, аналогичной той, при которой производилось обучение.

Вычислительный эксперимент.

Пусть нам известна история выпуска продукции. Требуется построить прогноз выпуска продукции в зависимости от факторов: x_1 – техническое перевооружение; x_2 – новое строительство; x_3 – капвложения (рис. 2).

С помощью функции нейронной сети обучим нашу систему (рис. 3).

График адаптации нечеткой системы к обучающим данным представлен на рис. 3. Как видно из графика, нейро-нечеткая система смогла достаточно точно описать обучающую выборку. Далее построен прогноз выпуска продукции в зависимости от факторов (рис. 4).

В результате проведенного исследования предложен метод прогнозирования выпуска продукции, основанный на построении аппроксимирующих моделей в виде адаптивных нейро-нечетких сетей, обучаемых на выборках реальных данных за прошлые периоды. На основании предложенного метода создана аппроксимирующая модель прогноза.

Рассмотрены особенности применения нечетких множеств и нейронных сетей, которые показывают их преимущества по сравнению с другими существующими методами при выборе модели прогноза.

1. **Результативность при решении неформализованных или плохо формализованных задач.**

Из общеизвестных преимуществ методов на основе нейронных сетей следует выделить одно самое привлекательное – отсутствие необходимости в строгой математической спецификации модели, что особенно ценно при прогнозировании плохо формализуемых процессов. Известно, что большинство задач прогноза выпуска продукции плохо формализуется.

2. **Устойчивость к частым изменениям среды.**

Достоинства нейронных сетей становятся заметными, когда часто изменяются «правила игры»: среда, в которой существует прогнозируемый процесс, а также характер воздействия влияющих факторов.

3. **Результативность при работе с большим объемом противоречивой информации.**

Нейронные сети будут предпочтительнее там, где имеется очень много анализируемых данных, в которых скрыты закономерности. В этом случае автоматически учитываются также различные нелинейные взаимодействия между влияющими факторами. Это особенно важно, в частности, для предварительного анализа или отбора исходных данных, выявления «выпадающих фактов» или грубых ошибок при принятии решений.

4. **Результативность при работе с неполной информацией.**

Целесообразно использование нейронных сетей в задачах с неполной или «зашумленной» информацией, а также в задачах, для

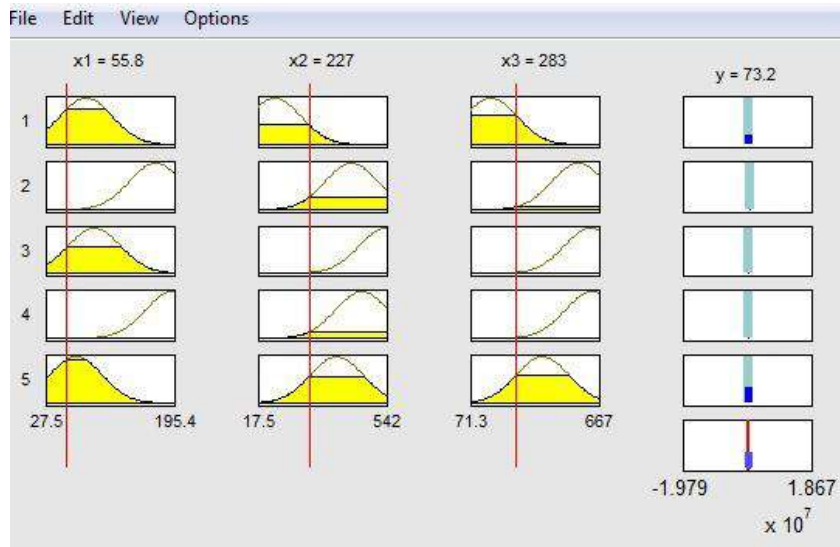


Рис. 4. Прогноз выпуска продукции

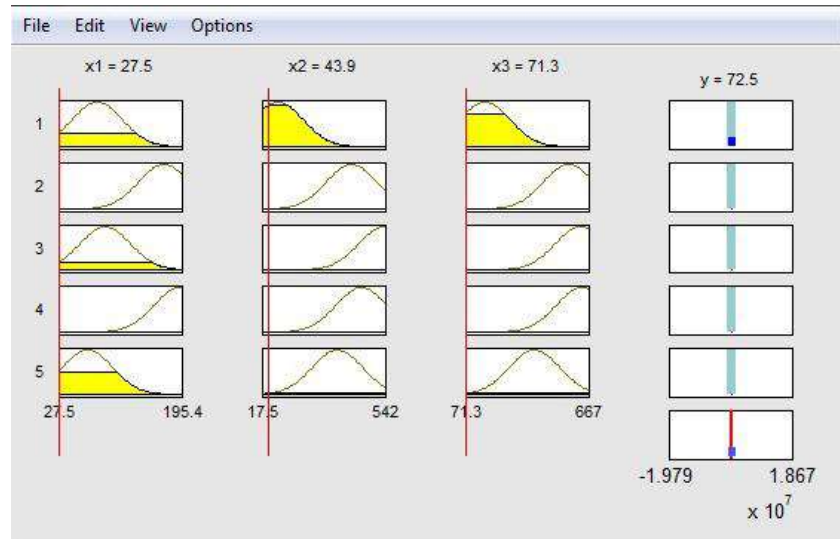


Рис. 5. Прогноз выпуска продукции

которых характерны интуитивные решения. В последние десятилетия для прогнозирования широко применяются другие подходы, и в частности, нейронные сети.

В приведенном здесь примере прогнозирование выпуска продукции осуществлялось с применением технологий нечетких множеств нейронных сетей.

До начала обучения нейронечеткая модель допускает введение произвольных параметров, указанных экспертом (функциональных факторов процесса).

Каждый из этих параметров будет учтен при выполнении прогнозирования с тем «весом», который позволит получить от такого фактора наиболее точный прогноз. Более того, есть также возможность проверки мнения эксперта на предмет степени взаимосвязи выбранных параметров с прогнозируемыми величинами выпуска продукции.

Таким образом, видно, что система автоматизированного прогнозирования позволяет не только получить ответ на важнейший вопрос: «Каков будет выпуск продукции?», но и ответить на не менее важные вопросы: «Как оценить погрешность прогнозирования?», «Какие параметры влияют на прогноз?», «Что нужно сделать, чтобы улучшить качество модели?».

**Библиографический список:**

1. Jang J.-S. R. ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System // *IEEE Trans. Systems & Cybernetics.* - 1993. - Vol. 23, pp. 665 - 685.
2. Nauck D., Klawonn F., Kruse R. *Foundations of Neuro-Fuzzy Systems.* John Wiley & Sons. - 1997. - 305 p.
3. Muxamediyeva D.T. Model of development of success of geological exploration. *International Journal of Mechanical and production engineering research and development (IJMPERD)* ISSN(P): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001 Vol. 8, Issue 2, USA. 2018, 527-538 pp. Impact Factor (JCC): 6.8765. DOI : 10.24247/ijmperdapr201861.
4. Muxamediyeva D.K. Properties of self similar solutions of reaction-diffusion systems of quasilinear equations // *International Journal of Mechanical and production engineering research and development (IJMPERD)* ISSN(P): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001 Vol. 8, Issue 2, USA. 2018, 555-565 pp. Impact Factor (JCC): 6.8765. DOI : 10.24247/ijmperdapr201864.
5. Solieva B.T., Sotvoldiev D.M., Kxudayberganov A. Evaluation of a cotton in the Conditions of Fuzzy Initial Information // *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4,19) (2018) 374-377, www.sciencepubco.com/index.php/IJET. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.19.22095.
6. Mukhamediyeva D.T., Primova X.A., Raximov R.T. Forecasting of Cotton Yield with Fuzzy Information // *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4,19) (2018) 269-271, www.sciencepubco.com/index.php/IJET. DOI : 14419/ijet. v7i4 .19.22065.
7. Madina Fozilova, Zarif Jurayev. Fuzzy model of Attracting investments in Zones of Rural Agriculture // *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4,19) (2018) 226-228, DOI: 10.14419/ijet.v7i4.19.22052.
8. Iskandarova Sayyora Nurmamatovna. Automatic Recognition for Printed Text in Arabic // *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems – JARDCS* ISSN: 1943-023X, Issue: 14-Special Issue, 2018, 1831-1837 pp., <http://www.jarcds.org/backissues/archives-special.php?year=2018&issue=14-Special%20Issue&page=23>.
9. Muxamediyeva D.K. The property of the problem of reaction diffusion with double nonlinearity at the given initial conditions // *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)* ISSN (P): 2249-6890; ISSN (E): 2249-8001 Vol. 9, Issue 3, Jun 2019, pp.1095-1106 DOI : 10.24247/ijmperdjun2019117.
10. Muxamediyeva D.K. Methods for solving the problem of the biological population in the two-case // *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1210 (2019) 012101 DOI:10.1088/1742-6596/1210/1/012101.
11. H. Primova, D. Sotvoldiev and L. Safarova, "Approaches to solving the problem of risk assessment with fuzzy initial information," // *2018 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics)*, Omsk, 2018, pp. 1-5. DOI: 10.1109/Dynamics.2018.8601485.
12. Muhamediyeva D.K. Estimation of the Solution of the Kolmogorov-Fisher type biological population task by taking into account the reaction-diffusion // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)* ISSN: 2278-3075, Volume-8 Issue-9S3, July 2019, pp.151-157. DOI: 10.35940/ijitee.I3031.0789S319.
13. Mukhamediyeva D.T., Safarova L.U. Main problems and tasks of intellectualisation of information processing system // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)* ISSN: 2278-3075, Volume-8 Issue-9S3, July 2019, pp.158-165. DOI: 10.35940/ijitee.I3032.0789S319
14. Muhamediyeva D.T., Urokov Sh. Application of a multi-agent system for risk assessment with fuzzy background information // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)* ISSN: 2278-3075, Volume-8, Issue-9S3, July 2019, pp.1396-1405. DOI: 10.35940/ijitee.I3299.0789S319.
15. Muhamediyeva D.K. Diffusion model solutions with double nonlinearity // *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1260 (2019) 102010 IOP Publishing DOI: 10.1088/1742-6596/1260/10/102010.
16. Muhamediyeva D.T. and Niyozmatova N.A. Approaches to solving the problem of fuzzy parametric programming in weakly structured objects// *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1260 (2019) 102011 DOI: 10.1088/1742-6596/1260/10/102011
17. Muhamediyeva D.T. and Sayfiyev J. Approaches to the construction of nonlinear models in fuzzy environment// *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1260 (2019) 102012 DOI: 10.1088/1742-6596/1260/10/102012
18. Dilnoz Mukhamediyeva, Barnoxon Solieva. Construction of the Model of Crop Production Forecasting with Fuzzy Information // *Intelligent Technologies and Robotics*, Publisher Name: Springer, Cham, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-16848-3_18 Online ISBN 978-3-030-16848-3, Print ISBN 978-3-030-16847-6, 07 November 2019, pp. 187-196.
19. Tulkun Bekmuratov and Dilnoz Mukhamediyeva. Qualitative Evaluation of Fertility Land Under Fuzzy Information // *Intelligent Technologies and Robotics*, Publisher Name: Springer, Cham, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-16962-6_23, 07 November 2019, pp. 223-231.
20. Madina Fozilova Otabek Ismoilov. Intellectual Computing Systems in a Complex Multi-agent System // *Intelligent Technologies and Robotics*, Publisher Name: Springer, Cham, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-16962-6_2, 07 November 2019, pp. 11-18.
21. Bekmuratov T.F., Niyozmatova N.A. (2020) Model for Forecasting Yields Under Fuzzy Initial Conditions // *Intelligent Technologies and Robotics*, Publisher Name: Springer, Cham, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-16848-3_17, Print ISBN 978-3-030-16847-6, Online ISBN 978-3-030-16848-3, 07 November 2019, pp. 177-186.
22. Kudayberganov A., Juraev Z. Problems of Modeling Ecological and Economic Processes // *Intelligent Technologies and Robotics*, Publisher Name: Springer, Cham, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-16848-3_31, Print ISBN 978-3-030-16847-6, Online ISBN 978-3-030-16848-3, 07 November 2019, Pages 335-343.
23. Muxamediyeva D.T. Structure of fuzzy control model with neural network // *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)* ISSN (P): 2249-6890; ISSN (E): 2249-8001 Vol. 9, Issue 2, Apr 2019, pp.649-658 DOI : 10.24247/ijmperdapr201965.
24. Muhamediyeva D.T. and Niyozmatova N.A. Problems of constructing models of intellectual analysis of states of weakly formalizable processes // *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1210 (2019) 012101 DOI:10.1088/1742-6596/1210/1/012102.

Многоуважаемый Кувандык Санакулович!

От всей души поздравляем Вас и возглавляемый Вами коллектив Навоийского комбината с 65-ти летним юбилеем. За 65-ти летний срок работы Ваше предприятие зарекомендовало себя как надежный партнер, четко выполняющий принятые на себя обязательства и вкладывающий в реализуемые проекты невероятное количество сил и души на благо процветания Республики Узбекистан. Мы искренне рады, что наше сотрудничество помогает развитию производства и новых технологий достигшего высоких результатов в возведении жилых и социальных объектов.

Мы желаем всему коллективу Навоийского горно-металлургического комбината крепкого здоровья, реализации намеченных планов и успехов во всех начинаниях. Пусть в Вашей команде всегда царит дух творчества, стремление покорять новые вершины, оттачивать мастерство и профессионализм. Руками специалистов, работающих в коллективе, пусть воплощаются самые смелые проекты современного производства.

Мы рады возможности содействовать развитию Вашей замечательной компании и быть свидетелем Ваших новых побед!

**С уважением,
директор представительства РЕМА ТИП ТОО СНГ
Бесков А. Г.**

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ БЛОКОВ МАШИНАМИ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ И СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ УСИЛИЯМИ РАЗРУШЕНИЯ



Махмудов А.М.,
и.о. профессора кафедры
«Горная электромеханика» НГГТУ,
К.Т.Н.

Ushbu maqolada qattiq tog' jinsli bloklarni qazib olishda kontur bo'ylab zarba kuchi bilan toshlarni buzish samaradorligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar, masalan, zarba kuchining qiymati (birluk zarba energiyasi), ishchi asbobning geometrik o'lchamlari, buzish sxemasi parametrlari va boshqalar keltirilgan. Konchilik ilmiy institutlari metodikalari tahlil qilingan. Asbobning kuch, energiya va konstruktiv parametrlariga qarab tog' jinsini buzishning asosiy parametrlarini aniqlash uchun eksperimental ishlarni bajarish metodikasi ishlab chiqilgan. Muayyan energiya xarajatlarining maydalangan qatlarning balandligiga bog'liqligi, parchalanishning o'ziga xos energiya xarajatlarining birlik zarbasi energiyasiga bog'liqlik grafiklari keltirilgan. Blok toshlarni sifat ko'rsatkichi metodikasi ishlab chiqilgan.

Tayanch iboralar: omillar, buzish, metodika, energiya sarflar, o'lchamlar, bog'liqlik, asbob.

В данной работе приведены основные факторы, оказывающие влияние на эффективность разрушения пород ударной нагрузкой по контуру при добыче блоков в крепких породах, такие как величина ударного нагружения (энергия единичного удара), геометрические параметры рабочего инструмента, параметры схемы разрушения и т.д. Произведен анализ методик научных институтов горного дела. Разработана методика проведения экспериментальных работ по определению основных параметров разрушения в зависимости от силовых, энергетических и конструктивных параметров инструмента. Приведены графики зависимости удельных энергозатрат от высоты скальываемого слоя, зависимости удельных энергозатрат разрушения от энергии единичного удара. Разработана методика опытных работ, по оценке качества блоков камня.

Ключевые слова: факторы, разрушение, методика, энергозатраты, параметры, зависимость, инструмент.

Повышение эффективности добычи камня с помощью бурорывных средств возможно путём оптимизации на основе управления процессом разрушения, выбором оптимальных параметров добычных работ (шага установки инструмента; оптимальной площади на один инструмент и другие), равномерным распределением усилий разрушения на плоскости отделения монолитов на основе изучения механизма воздействия и величины разрушающих напряжений при отколе.

При отделении блоков камня от массива объём зоны пластических деформаций настолько незначителен, что затратами энергии на эти деформации можно полностью пренебречь. Крайне малы и затраты энергии на перемещение откалываемой части по сравнению с обычными методами отбойки.

Целью экспериментальных работ по раскалыванию образцов пород природного облицовочного камня являлось определение вида зависимостей между трудоёмкостью раскалывания горных пород по различным плоскостям и установлением количественных прочностных показателей.

Из забоев, действующих пяти карьеров мрамора (Газганского, Нуратинского, Джамского, Зарбандского и Макридского) и трёх карьеров гранита (Тасбулакского, Лянгарского и Севасайского) был проведён отбор образцов с одновременным ориентированием их в пространстве. Количество образцов составляло не менее пяти с ориентировкой относительно для каждого из основных трёх систем трещин массива, первично-пластовых, продольных и поперечных. Итого по 15 образцов с каждого карьера.

Для всех перечисленных карьеров заранее были выявлены параметры систем трещин массива путём сбора данных эксплуатации и обработки информации геологических отчетов. Точное установление азимутов трещин массивов производилось в действующих забоях горным компасом, при помощи которого были опреде-

лены азимуты простирания первично-пластовых, продольных и поперечных систем трещин массивов. В образцах ориентирование проводилось таким образом, чтобы одна из плоскостей совпадала с азимутом одной из систем трещин массива.

Из этих образцов были изготовлены образцы в форме куба плоскостью сечения $5 \times 5 \text{ см}^2$. Длина третьей стороны изменялась от 8 до 20 см. Образцы горных пород были ориентированы в пространстве и маркированы. При их ориентации одна из коротких осей совпадала с одной из главных систем трещин массива вертикальной-продольной и поперечной, а также горизонтальной первично-пластовой. Из каждого типа образцов стандартными методами производились определения прочностных свойств на сжатие, на растяжение и раскалывание. При этом образцы породы на испытательном стенде размещались, таким образом, чтобы действующая нагрузка была перпендикулярно относительно одной из систем трещин. Испытания на определение предела прочности горных пород при одноосном сжатии между плитами пресса, максимальное усилие которых не менее чем на 20-30%, превышает предельную нагрузку на разрушение образца. При этом скорость нарастания нагрузки до момента разрушения образца находилась в пределах 1-5 МПа/с.

Определение предела прочности горных пород при растяжении производилось путём разрушения образцов сжатием по образующей. Сущность метода заключается в раскалывании образцов сжимающими встречными силами. Прочность породы на раскол определялась при применении раскалывающих устройств, выполненных в виде стальных клиньев с длиной лезвия, превышающей наибольший размер образца. Угол заточки клиньев был равен 90° , а радиус закругления $5 \pm 1 \text{ мм}$.

Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величина прочности камня при различных видах воздействий

Месторождение	Порода	Предел прочности камня, МПа								
		при сжатии			при растяжении			при контактном расколе		
		перпендикулярно пластовым трещинам (L)	перпендикулярно продольным трещинам (S)	перпендикулярно поперечным трещинам (Q)	перпендикулярно пластовым трещинам (L)	перпендикулярно продольным трещинам (S)	перпендикулярно поперечным трещинам (Q)	перпендикулярно пластовым трещинам (L)	перпендикулярно продольным трещинам (S)	перпендикулярно поперечным трещинам (Q)
Газганское	мрамор мелко зернистый	156	96	126	28	16	21	5,2	4,3	4,8
Нуратинское	мрамор крупно-кристаллический	122	86	102	23	13	16	4,8	4,1	4,7
Джамское	мрамор среднезернистый	123	45	68	25	9	14	4	3	3,4
Зарбандское	мрамор средне-зернистый	126	42	66	26	8	13	4,3	3,1	3,3
Макридское	мрамор мелко-средне-зернистый	144	78	96	29	16	19	4,8	4	4,4
Тасбулакское	гранит средне-зернистый	166	102	128	33	20	26	5,8	4,4	4,6
Лангарское	гранит средне-зернистый	204	108	150	41	21	30	6	4,8	5,1
Севасайское	гранит средне-крупно-зернистый	150	98	124	31	19	25	5,8	4,4	5,4

Таблица 2

Расчётные значения основных прочностных параметров горных пород

№	Порода	Предел прочности растяжения, σ_p (Мпа)	Модуль Юнга, E (10^{10} Мпа)	Коэффициент интенсивности напряжения, K_n (10^6 Н/м ^{3/2})	Удельная поверхностная энергия, γ (Дж/м ²)
1.	Мрамор	3,5-11	1,53-1,97	0,65-1,26	14,6-58,6
2.	Известняк	4-8,3	1,18-1,31	0,35-0,86	13,6-38,4
3.	Гранит	8,3-16,9	1,97-2,84	1,99-2,39	89-157,3

Разработанные варианты технологических схем испытаний образцов горных пород позволяют оценить их прочностные свойства при воздействии на них относительно направления развития систем трещиноватости массива, а также оценить возможность определения наилучшего направления разрушающих усилий для достижения наименьших энергетических затрат разрушения. Анализ результатов экспериментов показывает, что при определении даже одного из показателей прочностных свойств (например: предела прочности на сжатие) при воздействии относительно направления анизотропии и структурного строения массива получили отличительные значения количественных показателей.

Количественные показатели предела прочности пород на сжатие перпендикулярно пластовым трещинам по значению в 1,2-1,4 раза превышает значения определенные относительно систем поперечных трещин и относительно продольных систем трещин в 1,4-1,54 раза.

Соотношения средних значений прочностных свойств горных пород относительно систем трещин для Газганского месторождения составляет:

$$\sigma_{сж} \gg \sigma_p \gg \sigma_{от} = 126 \text{ МПа} \gg 22,7 \text{ МПа} \gg 4,8 \text{ МПа} \quad (1)$$

При этом прочность породы на сжатие превышает предел прочности на растяжение ($\sigma_{сж}/\sigma_p$) в 5,56 раза, предел прочности на раскалывание ($\sigma_{сж}/\sigma_p$) в 26,25 раза, в свою очередь предел прочности на растяжение превышает предел прочности на раскалывание ($\sigma_{сж}/\sigma_p$) в 4,73 раза.

Эти показатели для гранита месторождения Тасбулак составляют:

$$\sigma_{сж} \gg \sigma_p \gg \sigma_{от} = 124 \text{ МПа} \gg 26,4 \text{ МПа} \gg 4,9 \text{ МПа} \quad (2)$$

При этом предел прочности породы на сжатие превышает предел прочности на растяжение в 4,7 раза, предел прочности на раскалывание в 25,1 раза, в свою очередь предел прочности на растяжение превышает предел прочности на раскалывание в 5,34 раза.

Полученные в экспериментах разные количественные значения прочностных свойств горных пород по различным направлениям способа воздействия на массив и способа разрушения, позволяет определить плоскости отделения блоков камня с наименьшими энергетическими затратами на разрушение и соответственно направления развития горных работ относительно систем трещиноватости массива.

Результаты экспериментальных работ и расчётные значения основных прочностных параметров горных пород приведены в табл. 2.

Наименьшие энергетические затраты при раскалывании блоков камня наблюдаются по плоскостям, проходящим параллельно: для гранита продольным, для мрамора продольным и первично-пластовым системам трещин массива.

Относительная разность между прочностями на раскол блоков камня по плоскостям в массивах гранита с плоскостями продольных и поперечных систем трещин составляет в среднем 12-14%, продольных и первично-пластовых 21-34%, в массивах мрамора с плоскостями поперечных и первично-пластовых 10-20%.

При формировании добычных технологических комплексов минимальные затраты труда на подготовку к выемке достигается расположением их плоскостей отдельно от массива (L-H), параллельно распространению в массиве крутопадающих продольных трещин (S).

Основными факторами, оказывающими решающее влияние на эффективность разрушения пород ударной нагрузкой по контуру при добыче блоков в крепких породах, являются: величина ударного нагружения (энергия единичного удара), геометрические параметры рабочего инструмента, параметры схемы разрушения. Энергоёмкость разрушения горных пород ударным клиновидным инструментом может быть достаточно полно представлена в следующем структурном виде:

$$A_2 = A_1 \eta,$$

где A_1 – энергия удара;

η – к. п. д. данного вида рабочего оборудования;

Основные факторы разрушения (энергия единичного удара, геометрические параметры инструмента, параметры схемы разрушения, высота скалываемого слоя, шаг скола) имеют между собой определенную связь, характеризующуюся наличием оптимального соотношения между энергией удара и площадью контакта инструмента с разрушаемым материалом. Увеличение этих величин при сохранении оптимального соотношения между ними, способствует повышению эффективности ударного процесса разрушения, проявляющегося в снижении удельных энергозатрат разрушения при выходе более крупных фракций разрушенной породы. Прослеживается связь между всеми параметрами разрушения – энергией удара, геометрическими параметрами инструмента, параметрами схемы разрушения [1-11].

В ИГД им. А.А. Скочинского и ДонУГИ разработана методика проведения экспериментальных исследований и проведены исследования разрушения пород под действием динамических нагрузок. При выполнении исследований были рассмотрены и экспериментально сопоставлены различные методы динамических воздействий на горные породы, в зависимости от поставленной задачи, разработки инструмента для разрушения горных

(3) пород. Для оценки сопротивляемости горных пород разрушению динамическими нагрузками применены различные методы. В результате была установлена связь между показателем дробимости и показателями некоторых физико-механических свойств горных пород. Предложены формулы для приближенного определения показателя дробимости V_{max} по известным величинам временного сопротивления сжатию образцов правильной формы $\sigma_{сж}$, временного сопротивления сжатию образцов неправильной формы $\sigma_{сж}$, коэффициента крепости по методу толчения f_T , коэффициента крепости по методу раздавливания образцов неправильной формы f_T , осреднённого коэффициента крепости f_T , контактной прочности P_k (кг/мм²), скорости распространения продольных волн a (м/с), акустической жёсткости ρ_a (кгс/см³) и динамической твёрдости T по Лору [1, 2, 5, 10, 11].

В ДонУГИ проведены дополнительные экспериментальные работы применительно к схеме разрушения забоя с двумя обнаженными плоскостями, и с целью оценки работоспособности рабочего инструмента с изменяющейся геометрией по радиусу его закругления [1, 2, 3, 4, 5, 7].

Нами, для решения поставленной задачи разрушения между шпуровыми полостями ударом клиновидного инструмента при подготовке блоков камня к выемке по контуру, разработана методика проведения экспериментальных работ по определению основных параметров разрушения в зависимости от силовых, энергетических и конструктивных параметров инструмента. На *рис. 1* приведена схема определения параметров откола горной породы одиночным клиновидным инструментом.

Для определения удельной энергоёмкости разрушения применяется метод исследовательских работ под воздействием падающего груза с индентором на гравитационном копре. В экспериментальной установке предусмотрена возможность изменения массы груза, высоты его сбрасывания на породу и замена индентора. Энергию единичного удара вычисляют по известной формуле:

$$A = mgH, \quad (4)$$

где m – масса груза;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

H – высота сбрасывания индентора, м.

Объём разрушенной горной породы определяется с помощью пластилина, которым заполняют лунку разрушения, расчётным путём по схеме определения параметров откола приведённом на *рис. 1* или весовым методом при известных значениях плотности горной породы. Целью серий экспериментов является построение зависимостей энергоёмкости разрушения от энергии удара $E = f(A)$, угла заточки клина $E = f(\alpha)$, ширины инструмента $E = f(b)$, высоты скалывания породы $E = f(h_{ск})$ и глубины внедрения индентора $E = f(h_{вн})$.

В процессе экспериментальных работ полученные количественные значения показателей были обработаны стандартной программой Microsoft Office Excel и построены графики имперических зависимостей, а также определены коэффициенты корреляции. Ниже приведены результаты исследований энергоёмкости разрушения от высоты разрушения $E = f(h_{ск})$ (*рис. 2*) и от энергии удара $E = f(A)$ (*рис. 3*).

Из графиков зависимости удельных энергозатрат разрушения E от высоты скалываемого слоя H (*рис. 2*), который изменяется по параболическому закону, видно, что наиболее эффек-

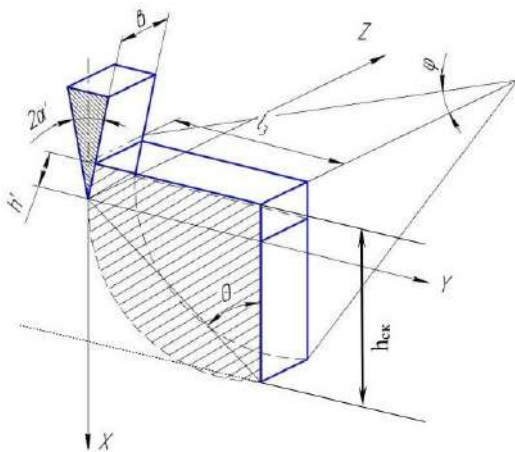


Рис. 1. Схема определения параметров откола горной породы

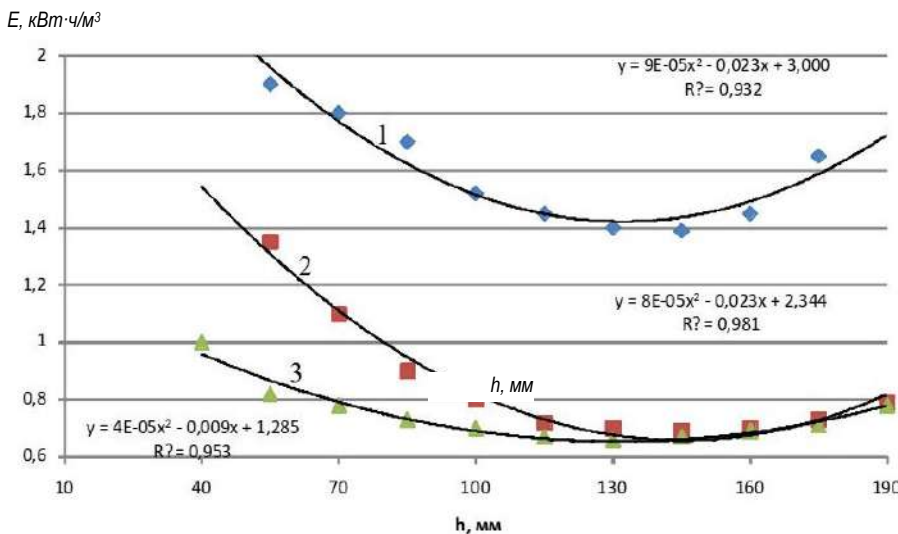


Рис. 2. График зависимости удельных энергозатрат от высоты скалываемого слоя при разрушении гранита (1), мрамора (2), известняка (3)

тивно процесс разрушения пород протекает при высоте скальваемого слоя 115-160 мм. Эксперименты проводились на различных породах и при различных энергиях удара, однако полученные оптимальные значения высоты скальваемого слоя имеют однозначную величину.

На рис. 3 приведены графики зависимости удельных энергозатрат разрушения от энергии единичного удара A . Зависимости характеризуются параболическим видом и ярко выраженными оптимумами величин энергии единичного удара, количественные значения которых для гранита составляют 700-900 Дж, для мрамора и известняка примерно одинакова и колеблется в пределах 300-500 Дж. При энергии удара ниже оптимального значения глубина внедрения инструмента в породу значительно больше, чем при работе в оптимальном режиме. С увеличением энергии удара снижается число ударов, расходуемых до наступления откола крупного элемента породы, уменьшается величина заглубления инструмента в породу, а также объём породы, измельчаемой под лезвием инструмента, и, как правило, снижаются удельные энергозатраты разрушения. Отделение от массива скальваемого элемента породы при работе в оптимальном режиме (при оптимальных значениях энергии удара), наступает при воздействии на массив не одного, а нескольких ударов.

При достижении оптимального соотношения между энергией удара и площадью контакта инструмента с породой, ударная энергия реализуется наиболее эффективно и обеспечивается отделение от массива крупного элемента породы.

Таким образом, существует оптимум энергии удара, при котором она реализуется наиболее эффективно.

Многолетними экспериментальными исследованиями установлено, что сопротивление пород растяжению в 10-50 раз, а срезу в 8-12 раз меньше сопротивления пород сжатию, в свою очередь, сопротивление при раскалывании меньше предела прочности при растяжении в 3-7 раз.

Из имеющихся экспериментальных данных следует, что прочность горных пород в условиях динамического сжатия повышается, а в условиях чистого динамического растяжения близка прочности, полученной в условиях статического растяжения [1, 8, 11].

Малая величина пределов прочности на отделение блоков камня от массива по контуру свидетельствует о том, что инструмент воздействует на всю поверхность, подлежащую отколу, т.е. концентрации усилий разрушения в плоскости отделения монолитов, где концентрация напряжений станет критической. Направленный откол происходит при концентрации напряжений в необходимых плоскостях при групповой синхронной работе нескольких инструментов на откол.

При отделении крупных блоков от массива, разделении блока на части, а также при контурном взрывании – образовании щели, ограничивающей разрушающее действие ударных волн за её границей, энергия волны напряжений не должна существенно превышать энергию, необходимую для образования щели потребной ширины. Это означает, что энергия волны должна быть равна энергии, необходимой для преодоления сил сцепления вдоль намеченной плоскости отрыва или контура выемки и энергии, необходимой на перемещение породы, на расстояние, равное ширине щели [1, 5, 8].

В результате обобщения данных практики и научных исследований по управлению действием усилий разрушения установлено, что их можно систематизировать на следующие группы:

– первая группа – управление действием статических усилий разрушения, которые подразделяются на следующие подгруппы:

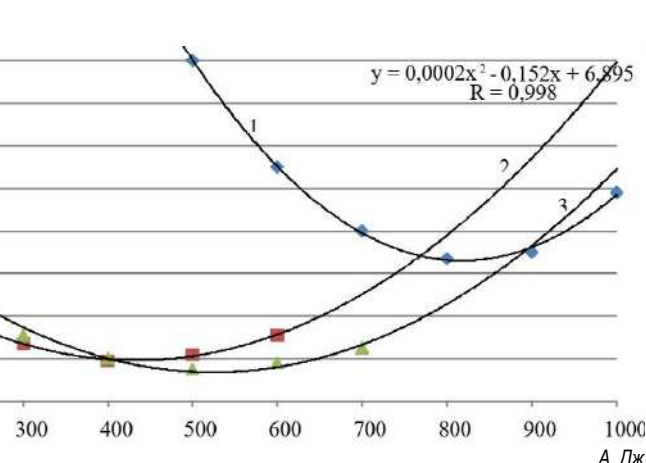


Рис. 3. Кривые зависимости удельных энергозатрат от энергии удара при разрушении гранита (1), мрамора (2), известняка (3)

а) механическое прорезание щелей; б) отделение монолитов с помощью управления действия гидроклиньев невзрывных разрушающих средств и материалов и механических раскалывающих устройств; в) комбинированная технология разработки с предварительным нагружением статических усилий воздействия (гидроклин + НРС, гидроклин + механическое раскалывающее устройство и др.); г) изменение контура и формы шпура и скважин, применение специальных вставок и предварительным направлением развития трещины отрыва проходкой щелей внутри выемок.

– вторая группа – управление динамическим усилием разрушения, подразделяется на следующие подгруппы: а) механическое прорезание щелей и контурное отделение монолитов с помощью скважинных или шпуровых зарядов с использованием детонирующего шнура, малоплотных и вязких ВВ и электроимпульсных средств; б) комбинацией контурной шпуровой и скважинной отбойки с использованием гидровзрывания и других малоплотных средств; в) управление направлением ударных и квазистатических воздействий взрыва специальной конструкций заряда ВВ, изменением формы и контура, применением специальных дополнительных вставок и другие;

– третья группа – управление статико-динамическими усилиями разрушения, основанные на предварительном нагружении плоскости отрыва статической нагрузкой и развитие трещины отрыва динамическим приложением усилий разрушения, которые подразделяются на следующие подгруппы: а) создание напряженного состояния в плоскости откола с помощью НРС и НРМ, разряжение с помощью шпуровой контурной отбойки; б) создание напряженного состояния в плоскости откола с помощью гидроклиньев и механических раскалывающих устройств, разряжение с помощью шпуровой контурной отбойкой; в) разработка междушпуровых полостей машинами частоударного, статико-динамического действия на всю высоту в плоскости отделения монолитов; г) применение для разрушения различных конструкций рабочих инструментов ударных машин и гирораскалывающих сплиттеров; д) создание напряженного состояния в плоскости откола с помощью средств статического воздействия и приложением динамических электрофизических и электроимпульсных усилий разрушения.

В промышленности к качеству разрабатываемых блочных камней и выпускаемых облицовочных плит государственными стандартами установлены специальные требования к физико-механическим свойствам, технологическим параметрам, декоративным свойствам и др. В целях повышения качества добываемых блоков и уменьшения до минимума работ по пассивировке необходимо тщательно определять технологические параметры отделения

монолитов от массива. Для разного структурного типа горных пород эти параметры будут различными и будут изменяться в зависимости от угла азимутального отклонения плоскости отделения по отношению к плоскости систем трещин массива. Неровность скола зависит от расстояния между шпурами и линии наименьшего сопротивления к отрыву.

В качестве критерия нарушенности блоков камня применяют глубину распространения радиальных трещин, снижение скорости продольных волн и др. [1, 3, 6].

Для контроля целесообразно визуально определять глубину распространения радиальных волосных трещин на полированной поверхности мраморных и гранитных плит, перпендикулярной плоскости отделения блоков камня.

При оценке распространения волосных трещин в мраморе и граните к учёту следует принимать только трещины, распространившиеся на наибольшую глубину по нормали от плоскости отрыва.

В качестве критерия нарушенности мрамора и гранита можно принять снижение скорости продольных волн при прозвучивании блоков. Прозвучивание осуществляется прибором УКБ-1М, в трёх взаимно перпендикулярных направлениях на добытых блоках камня при определенной частоте (140-160 кГц). Далее выпиливаются кубики размерами 5 x 5 x 5 см в трёх взаимоперпендикулярных направлениях и комплектуются в группы в зависимости от расстояния от плоскости откола с последующим прозвучиванием прибором УКБ-1М, далее раздавливанием мраморных и гранитных кубиков на прессе ПГМ-250. Фиксации подлежат снижение скорости продольных волн более чем на 10-15%.

Опытные работы по оценке качества и кондиционности блоков облицовочного камня с аппаратурой (А1220) проводились на месторождениях по добыче блоков камня, с обработкой информации на персональных компьютерах.

Определены следующие особенности распределения работы прибора (затрачиваемое время): настройка прибора на блок, 1÷5 мин; проверка одного блока с 1-ой грани, 25÷40 мин; обработка результатов на пульте прибора, 3÷5 мин. При необходимости обработки результатов на ЭВМ: ввод данных о блоке с прибора в ЭВМ, 3÷7 мин; распечатка результатов на принтере, 10 мин на 1 блок (без учёта транспортирования аппаратуры к месту измерения и к принтеру).

Итого: экспресс оценка, 30÷50 мин; полная обработка, 43÷67 мин.

Чёткую картину удалось получить только на тех блоках, которые удовлетворяют требованиям:

- 1) наличие не менее одной ровной и гладкой (пассированной), очищенной от грязи поверхности, к которой есть доступ для измерения;
- 2) наличие неровностей, выступов и грязи (грунта, шлама) приводит к потере полезных сигналов;
- 3) наличие не более 1÷2-х обильных трещин в блоке.

При эксплуатации прибора выявлено что, глубина прозвонки блоков без трещин составила 135÷145 см, вместо указанных в инструкции по эксплуатации 150 см.

На блоках с трещиной, пересекающие блоки перпендикулярно направлению прозвучивания, картину с глубин более 40÷60 см получить не удалось из-за наличия систем трещин, в которых происходит полная потеря полезного сигнала.

Наличие даже одной трещины, проходящей через блок параллельно поверхности измерения, делает невидимой остальную часть блока. А так же, для получения полной картины, необходимо дополнительное измерение либо с противоположной, либо с боковой грани. Отражение от залеченных трещин не поддаётся определению. Минимальная температура окружающей среды при работе с прибором +11°C. При более низкой температуре отключается жидкокристаллический дисплей прибора. Максимальная рабочая температура на данный момент не установлена. Время работы прибора с полностью заряженным аккумулятором составляет 4 ч. После чего требуется подзарядка или смена батарей.

Для оценки степени нарушенности массива и кондиционности блоков камня были использованы стандартные методы, включающие прозвучивание с помощью ультразвукового каротажного прибора УКБ-1М и прибора А1220 по определению скорости прохождения продольных волн, а также исследование полированных плит, распиленных перпендикулярно оси шпура. Фиксации подлежали снижение скорости продольных волн более чем на 10-15%.

Расстояние воздействия усилий в перпендикулярном направлении контура отделения блоков не превышает более 2-х радиусов шпура, которые допускаются стандартом на качество блоков.

Для проведения опытно-экспериментальных работ были разработаны специальные методы технологических схем испытаний образцов горных пород, которые позволяют оценить прочностные свойства их при воздействии на них относительно направлению развития систем трещиноватости массива, а также возможности определения наилучшего направления разрушающих усилий и для достижения наименьших энергетических затрат разрушения.

В результате экспериментальных работ установлено, что количественные показатели предела прочности пород на сжатие перпендикулярно пластовым трещинам по значению в 1,2-1,4 раза превышают значения, определённые относительно систем поперечных трещин и относительно продольных систем трещин в 1,4-1,54 раза. При этом предел прочности породы на сжатие превышает предел прочности на растяжение в 4,7 раза, предел прочности на раскалывание в 25,1 раз, в свою очередь предел прочности на растяжение превышает предел прочности на раскалывание в 5,34 раза.

Полученные в экспериментах разные количественные значения прочностных свойств горных пород по различным направлениям способа воздействия на массив и способа разрушения, позволяют определить плоскость отделения блоков камня с наименьшими энергетическими затратами на разрушение и соответственно направления развития горных работ относительно систем трещиноватости массива.

Относительная разность между прочностями на раскол блоков камня по плоскостям в массивах гранита с плоскостями продольных и поперечных систем трещин составляет в среднем 12-14%, продольных и первично-пластовых 21-34% в массивах мрамора с плоскостями, поперечных и первично-пластовых 10-20%.

При формировании добычных технологических комплексов минимальные затраты труда на подготовку к выемке достигается расположением их плоскостей отделения от массива (L-H) параллельно распространению в массиве крутопадающих продольных трещин (S).

Серией экспериментов установлено, что зависимость энергоёмкости разрушения от энергии удара $E = f(A)$, угла заточки клина $E = f(\alpha)$, ширины инструмента $E = f(b)$, высоты разрушения породы $E = f(h_{ок})$ и глубины внедрения индентора $E = f(h_{ин})$ подчиняется параболическим законам изменения.

В процессе экспериментальных работ получены количественные значения показателей, которые были обработаны стандартной программой Microsoft Office Excel и построены графические эмпирические зависимости.

В результате обобщения данных практики и научных исследований по управлению действием усилий разрушения установлено, что их можно систематизировать на различные группы по признаку комбинированного действия на массив при отделении блоков камня.

Для оценки степени нарушенности массива и кондиционности блоков камня достоверная информация была получена использованием стандартных методов, включающих прозвучивание с помощью ультразвукового каротажного прибора УКБ-1 м и прибора А1220 по определению скорости прохождения продольных волн, а также исследование полированных плит, распиленных перпендикулярно оси шпура. Фиксации подлежало снижение скорости продольных волн более чем на 10-15%.

В результате было определено расстояние воздействия усилий в перпендикулярном направлении контура отделения блоков, что допускает разрушения, что не превышает более 2-х радиусов шпура в перпендикулярном направлении контура отделения блоков, что допускает разрушения.

Библиографический список:

1. Каркашадзе Г.Г. Механическое разрушение горных пород. – М.: изд. МГГУ, 2004. – 222 с.
2. Кутузов Б.Н. Взрывное и механическое разрушение горных пород. – Москва, 1973. – 311 с.
3. Махмудов А. Теоретическое исследование способа подготовки горных пород к выемке на основе ударного действия // Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2022. – № 2 (89). – С. 13-16. DOI:10.54073/GV.2022.2.89.003.
4. Махмудов А. Исследования массива и основных параметров системы разработки сложноструктурных месторождений облицовочного камня Узбекистана // Наука и инновационное развитие 3/2022. ISSN 2181-9637. – С. 54-63
5. Makhmudov A. Energy parameters for fracturing rocks with wedge-shaped tools // Наука и инновационное развитие 1/2023. ISSN 2181-9637. – С. 10-16, <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-1-2>.
6. Махмудов А. Исследование энергетических параметров разрушения горных пород клиновидным инструментом // Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2023. – № 2 (93). – С. 23-27. DOI:10.54073/GV.2023.2.93.005.
7. Николаевский В.Н. Динамическая прочность и скорость разрушения // Удар, взрыв и разрушение. Сер. Механика. Новое в зарубежной науке. – М.: Мир, 1981. – С. 166-203.
8. Протасов Ю.И. Разрушение горных пород: – М.: МГГУ, 1995. – 450 с.
9. Ракишев Б.Р. Энергоемкость механического разрушения горных пород. – Алматы: Баспагер, 1998. – 210 с.
10. Тангаев И.А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 231 с.
11. Тошов Ж.Б., Махмудов А.М. и др. Определение удельной нагрузки на переднюю грань резца // Узбекский журнал «Проблемы механики». – Ташкент, 2005. – № 3. – С. 98-100.

Уважаемые коллеги!

Позвольте от имени коллектива Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан сердечно поздравить всех сотрудников АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» с 65 летним юбилеем.

НГМК является основным базовым предприятием Горно-металлургической промышленности Республики Узбекистан, внесшей огромный вклад в развитие науки и технологии для осуществления добычи золота и создания золотого запаса страны, добычи урана и поставки на экспорт готовой продукции. Благодаря достижениям научного и инженерно-технического коллектива, комбинат уже больше полувека успешно осваивает богатейшие недра и стал высокоразвитым промышленным Комплексом с современными 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 направлений.

В истории ИЯФ АН РУз были периоды, когда плодотворно и успешно функционировала совместная ИЯФ - НГМК научная лаборатория, в которой разработаны десятки новых методик технологий, с помощью которых решались производственные задачи комбината. Из этой лаборатории выросли несколько учёных и специалистов, которые в настоящее время успешно работают во благо процветания нашей страны и комбината. 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 готов к, выполнению совместных проектов, посвящённых, актуальным задачам горно-металлургической промышленности, и впредь открыт для активного и взаимовыгодного сотрудничества с Вами.

Желаем вам, дорогие друзья, здоровья, счастья и дальнейших успехов в научно-исследовательских работах на благо и процветание Республики Узбекистан.

**директор ИЯФ АН РУз.
д.т.н., профессор
И.И. Садиков**

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРНОГО И ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ



Махмудов Ш.А.,
доцент кафедры
«Горная электромеханика»
НГГТУ, PhD



Бобокулов А.Н.,
заместитель главного механика
АО «НГМК»



Худойбердиев Л.Н.,
базовый докторант
кафедры «Горная электромеханика»
НГГТУ

Мақоллада tog'-kon korxonalarining kon va transport uskunalari faoliyatini baholash usullari tahlil qilingan. Ushbu sohadagi tadqiqotlarni tahlil qilish uchun tog'-kon va transport uskunalarning ishlashini baholash mezonlarini hisobga oladigan yetakchi olimlarning formulalari keltirilgan. Ekskavatorlar, avtosamosvallar va maydalash uskunalarining texnik, ekspluatatsion samaradorligini aniqlash uchun bog'liqliklar taklif etilgan, ular uskunaning o'ziga xos kon-geologik, kon-texnik, iqlim, tashkiliy va boshqa ish sharoitlarini hisobga oladi. Bu qazish va yuklash mashinalarini rejalashtirish va me'yoriylash, transport turini tanlash va ta'minlash va ularning ishlashining oqilona rejimini o'rnatish imkonini beradi. Tog'-kon korxonalarini kon va transport uskunalarning nazariy, texnik va ekspluatatsion faoliyatining funksional mezonlari belgilangan. Shu munosabat bilan tog'-kon va transport uskunalarning ishlashini baholash mezonining qiymatini aniqlash masalasi yuqorida ko'rsatilgan omillarni hisobga olgan holda qiziqish uyg'otadi.

Tayanch iboralar: ekskavator, avtosamosval, maydalash uskunasi, faoliyat, mezon, samaradorlik, sifat, koeffitsient.

В статье произведен анализ методов оценки функционирования горного и транспортного оборудования горных предприятий. Приведены формулы ведущих ученых, которые учитывают критерии оценки функционирования горного и транспортного оборудования для анализа исследований в данной области. Предложены зависимости для определения технической, эксплуатационной производительности экскаваторов, автосамосвалов и дробильного оборудования, учитывающие конкретные горно-геологические, горно-технические, климатические, организационные и другие условия работы оборудования. Это даёт возможность для планирования и нормирования выемочно-погрузочных машин, выбора и обеспечения транспортом, а так же установления рационального режима их функционирования. Установлены функциональные критерии теоретического, технического и эксплуатационного функционирования горного и транспортного оборудования горных предприятий. В связи с этим представляет интерес вопрос определения значения критерий оценки функционирования горного и транспортного оборудования с учётом изложенных факторов.

Ключевые слова: экскаватор, автосамосвал, дробилка, функционирование, критерий, производительность, качество, коэффициент.

Главная задача экономического и социального развития Узбекистана на 2022-2026 гг. и на период до 2030 г. состоит в повышении темпов и эффективности развития экономики на базе ускорения научно-технического прогресса, технического перевооружения и реконструкции производства, интенсивного использования созданного производственного потенциала, совершенствования системы управления, хозяйственного механизма, перехода к выпуску систем машин и комплексов горного оборудования, повышения надежности и ресурсов работы техники, завершения внедрения комплексных систем управления качеством.

Рыночная экономика и рыночные отношения вынуждают коренным образом повысить эффективность использования средств производства, увеличить производительность, улучшить качество труда, продукции, а также влияют на отношение людей к трудовой деятельности.

Технический прогресс в горнодобывающей промышленности, осуществляемый на базе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, связан с разработкой, изготовлением освоением высокопроизводительного горного и транспортного оборудования. Постоянное изменение структуры применения горного и транспортного оборудования – характерная особенность развития материально-технической базы горнодобывающей промышленности.

Важнейшая задача повышения эффективности общественного производства переход от создания и применения отдельных видов горного и транспортного оборудования к созданию и применению высокоэффективных систем. Под системой горного оборудования следует понимать совокупность действующих машин и механизмов, находящихся в определенных связях друг с другом и полностью обеспечивающих выполнение заданного технологического процесса.

Дальнейшее повышение эффективности производства в горнодобывающей промышленности во многом будет зависеть от темпов внедрения и рационального использования систем горного и транспортного оборудования. Вновь создаваемые системы становятся все более сложными и дорогостоящими, а их эксплуатация вызывает значительные трудности, связанные с решением многих технических, организационных и экономических задач.

Рост объемов добычи полезных ископаемых открытым способом, повышение концентрации производства, интенсификация отработки месторождений в последнее десятилетие потребовали применения горного оборудования большой мощности, что вызвало резкое увеличение его параметров и заметное увеличение затрат, связанных с его простоями.

Функциональные машины являются основой средств механизации технологического процесса добычи полезных ископаемых. В связи с этим численная оценка результатов работы машин является определяющей при выборе систем горного и транспортного оборудования. Для сравнения результатов работы горного и транспортного оборудования необходимо иметь определенные критерии, соответствующие основному назначению машин в системе, на основании которых можно было бы количественно оценивать выполнение основных функций.

Методы предварительной оценки технологического совершенства экскаваторов основаны на определении коэффициентов, представляющих собой соотношения масс и других важнейших характеристик. Наиболее распространенным показателем является удельная металлоемкость - отношение массы экскаватора к его теоретической производительности [1, 2]:

$$\frac{G_3}{Q_{теор}}, \frac{m \cdot ч}{M^3}, \quad (1)$$

При равной цене за 1 т металлоконструкций с электрооборудованием для сравниваемых машин пользуются также отношением:

$$\frac{Ц \cdot G_3}{Q_{теор}}, \frac{сум \cdot m \cdot ч}{M^3}, \quad (2)$$

Между тем, удельная металлоемкость не позволяет оценить линейные параметры машин. Технологические возможности применения экскаваторов во многом определяются высотой черпания $H_ч$. В этом случае экскаваторы сравнивают, пользуясь соотношением [1, 2]:

$$\frac{G_3}{Q_{теор} H_ч}, \frac{m \cdot ч}{M^4}, \quad (3)$$

Этот критерий Э. Гертнера применим для сопоставления экскаваторов, близких по конструктивному исполнению.

При сравнении экскаваторов применяются также следующие показатели [1, 2, 3]:

$$\frac{G_3}{Q_{теор} H_ч (R_ч + R_p)}, \frac{m \cdot ч}{M^5}, \quad (4)$$

$$\frac{G_3}{Q_{теор} (R_ч + R_p)}, \frac{m \cdot ч}{M^4}, \quad (5)$$

где $R_ч$ – радиус черпания, м;

R_p – радиус разгрузки, м.

Наряду с величиной

$$\frac{G_3}{Q_{теор} \sum H_ч}, \frac{m \cdot ч}{M^4}, \quad (6)$$

где $\sum H_ч$ – сумма высот верхнего и нижнего черпания рекомендуется вести сравнение по двум дополнительным критериям (по Р. Мюллеру):

$$\frac{G_3}{H_ч \sqrt[3]{Q_{теор}}} u \frac{G_3 q}{Q_{теор} K_L \sum H_ч R_ч R_p}, \frac{m \cdot ч}{M^3}, \quad (7)$$

В последнем выражении в числитель введено среднее удельное давление на грунт q , кгс/см² (МН/м²), а в знаменатель развиваемое удельное усилие копания K_L , кгс/см² (МН/м²). Этот показатель позволяет более комплексно учитывать достоинства сравниваемых моделей. Вместе с тем оценка сразу по трем показателям в случае противоречивых результатов затрудняет выбор и осложняет задачу – какому критерию отдать предпочтение.

Введение же в формулу $\sqrt[3]{Q_{теор}}$ свидетельствует о разной степени влияния производительности и высоты черпания на эффективность применения машин. При сопоставлении показателей для машин одинакового конструктивного типа, выпущенных одной фирмой или заводом-изготовителем, предпочтение отдают экскаваторам, имеющим меньшую массу. Окончательный выбор рациональ-

ного типоразмера экскаватора производится по минимуму затрат на разработку 1 м³ горной массы.

Показатель, предложенный Анистратовым Ю.И. [2] – энергопоглощение:

$$\sum = \frac{WS}{P} \cdot \frac{Дж}{H} \quad (8)$$

где W – сопротивление, оказываемое горной породой, Н (кг);

S – величина пути, на котором преодолевается сопротивление горной породы, м;

P – количество продукции, произведенное за рабочий цикл, Н (кг).

При расчётах существующих критериев используют табулированные значения удельного сопротивления копания; градации крепости пород находятся в интервале от 0,03 до 1,5 МН/м². (по Белякову Ю.И.) и от 1 до 20 категории (по Протодьяконову М.М.). В этом случае весь диапазон значений делят на четыре-пять категорий, что обуславливает возможную погрешность 20-25%.

В формулах используется теоретическая производительность, которая не взаимосвязана с заданными показателями свойств горных пород.

Критерий, предложенный Анистратовым Ю.И., наиболее совершенный, так как представляет собой отношение энергии, затраченной на выполнение рассматриваемого процесса, к единице произведенной продукции.

При расчёте технического критерия экскаватора не учитывают производительность или принимают теоретическую. Критерии, как правило, связаны с режимными и конструктивными параметрами.

Для оценки результатов функционирования, т. е. полезного эффекта машин разных типов и типоразмеров, необходимо иметь более объективный критерий, позволяющий нейтрализовать действие конструктивных и режимных параметров. Чтобы получить такой критерий, например, для карьерного экскаватора, воспользуемся следующим приёмом.

Пусть в условиях эксплуатации, характеризуемых параметром U_i , можно использовать различные экскаваторы. В силу различного конструктивного исполнения, различной энерговооруженности производительность экскаватора Q_i различная. Для сравнения качества экскаваторов в этих условиях введём некоторый параметр λ_i , такой, что:

$$\frac{\lambda_1}{Q_1} = \frac{\lambda_2}{Q_2} \dots = \frac{\lambda_i}{Q_i} = U_i, \quad (9)$$

Или

$$\lambda_i = Q_i U_i, \quad (10)$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$ – конечный полезный эффект функционирования машины;

Q_1, Q_2, \dots, Q_i – производительность машины.

Как следует из формул 9 и 10, для определения λ_i необходимо определить производительность как функцию от U_i . На современном этапе наиболее исследованным и наиболее полно отражающим параметр условий эксплуатации U_i является коэффициентом удельного сопротивления копания K_f который, как известно [3, 11, 16], в свою очередь, зависит от качества подготовки забоя. Беляков И.Ю. величину удельного сопротивления копания взорванной горной массы для однокоровного экскаватора рекомендует определить [3, 4, 12, 13]:

– для полускальных пород при $f = 1,5 - 6$ по формуле:

$$K_f = 3,18 \left(\frac{6,47}{K_p} - 4,14 \right) \left(\frac{10,8}{h} + 0,38 \right) (0,6 + 0,11f) (0,41 + 0,02d_{cp}), \quad (11)$$

– для скальных пород $f > 6$

$$K_f = 4,13 \left(\frac{27,8}{K_p} - 39 + 13,8K_p \right) \left(\frac{3,0}{h} + 0,92 \right) (0,38 + 0,03d_{cp}), \quad (12)$$

где Q_i – производительность i -того экскаватора в условиях характе-

ризующихся удельной величиной K_F режимными и конструктивными параметрами.

Для сравнения экскаваторов между собой необходимо выразить их производительность как функцию K_F режимных и конструктивных параметров.

Согласно исследованиям Домбровского Н.Г. [5], Подэрни Р.Ю. [6, 7, 8, 11], Белякова Ю.И. [3, 4, 15], техническую производительность одноковшовых карьерных экскаваторов предлагаем определить по формуле:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{3600EK_{\text{Э}}K_{\text{ЭТ}}K_{\text{В}}K_{\text{П}}K_{\text{П}}K_{\text{С}}K_{\text{КЛ}}P(t)}{\frac{9,8 \cdot 10^4 K_{\text{Э}}K_{\text{П}}K_{\text{Ф}}E}{102N_{\text{П}}\eta_{\text{П}}} + 0,3223 \sqrt{\frac{I(1,37 + \eta_{\text{ПОВ}}^2)\beta^2}{N_{\text{ПОВ}}\eta_{\text{ПОВ}}}} + t'_p + t_o} \cdot \frac{t_p}{t_p + t_n}, \quad (13)$$

где $K_{\text{Эт}}$ – коэффициент реализации технической производительности в процессе эксплуатации, $K_{\text{Эт}} = K_3/K_m$;

K_3 – коэффициент реализации теоретической производительности в процессе эксплуатации, $K_3 = K_2/K_6$;

K_1 – коэффициент готовности внешних для этой машины условий;

K_m – коэффициент технической реализации теоретической производительности экскаватора, $K_m = K_2/K_4$;

K_2 – коэффициент готовности экскаватора, характеризующий одновременно безотказность (наработка на отказ T_0) и ремонтпригодность (среднее время восстановления T_6), $K_2 = T_0 / (T_0 + T_6)$;

K_4 – коэффициент использования по производительности, $K_4 = Q_{\text{тех}}/Q$, $T_{p,n}$ – общее время регламентированных перерывов в течение смены, ч;

$T_{п.з}$ – продолжительность подготовительно-заключительных операций, ч;

$T_{o,n}$ – время на отдых и личные надобности, ч;

$T_{всп}$ – время выполнения вспомогательных операций (устройство трассы, разработка забоя, зачистка призабойного пространства и т.д.);

T_6 – часть простоев при ведении взрывных работ, приходящаяся на одну смену, ч;

$K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий ожидание, неравномерность, т.е. случайный характер процесса подачи транспорта:

$$t'_{п} = \frac{60V_c}{Q_{\text{тех}}K_{\text{тр}}}$$

где η_o – коэффициент обеспечения забоя порожняком;

t'_n – время погрузки транспортного сосуда (автосамосвала, железнодорожного состава и т.д.), мин;

$$K_{тр} = \eta_o = \frac{t_{п}}{t_{п} + t_{об}}, \quad \text{мин} \quad (14)$$

V_c – ёмкость транспортного сосуда, м³;

$K_{нпр}$ – коэффициент неравномерности, учитывающий случайные задержки в процессе погрузки;

$t_{об}$ – время обмена транспортными машинами или сосудами в забое, мин;

K_n – уровень совершенства подготовленности забоя;

K_c – уровень технического состояния экскаватора;

K_u – уровень профессиональной подготовленности и деятельности машиниста экскаватора;

$K_{кл}$ – коэффициент, учитывающий климатические условия;

$P(t)$ – вероятность безотказной работы экскаватора;

K_F – коэффициент удельного сопротивления копанью, МН/м²;

N_n – мощность двигателя механизма подъёма, кВт;

$\eta_{п}$ – к.п.д. механизма подъёма;

I – момент инерции вращающихся частей экскаватора, $I = 9,8 \cdot 103 \cdot 0,07 m^3 \cdot m^2$;

$N_{пов}$ – мощность двигателя механизма поворота, кВт; $\eta_{пов}$ – к.п.д. механизма поворота;

β – угол поворота, рад;

$t_{p,k}$ – время разгрузки ковша, $t_{p,k} = t_{об}' + t_o$, с;

t'_p – время разгрузки ковша, в зависимости от свойства горной массы, с;

t_o – включение и срабатывание механизма открывания днища ковша экскаватора, с;

t_p – длительность непрерывной работы экскаватора с одного места установки, с;

t_n – длительность одной передвижки, с;

На основе проведенных исследований подготовленности рабочих мест для экскаваторов различной вместимости ковшей и данных хронометражных наблюдений, а также учета влияния кусковатости взорванной горной массы и средних размеров кусков породы на процесс экскавации для определения сменной эксплуатационной производительности рекомендуется следующая аналитическая зависимость:

$$Q_{\text{Э}} = \frac{3600ET_{\text{СМ}}K_{\text{ЭТ}}K_{\text{В}}K_{\text{П}}K_{\text{П}}K_{\text{С}}K_{\text{КЛ}}P(t)}{9,8 \cdot 10^4 \cdot 1,18 \exp\left(-6,5 \frac{d_{\text{ср.п}}^3}{E \sqrt{2}}\right) K_{\text{Ф}}E} + 0,3223 \sqrt{\frac{I(1,37 + \eta_{\text{ПОВ}}^2)\beta^2}{N_{\text{ПОВ}}\eta_{\text{ПОВ}}}} + t'_p + t_o} \times \frac{\exp\left(-6,5 \frac{d_{\text{ср.п}}^3}{E \sqrt{2}}\right)}{\left(\left(\frac{d_{\text{ср.п}}^2}{0,75E \sqrt{3}}\right) \exp\left(1 - \frac{d_{\text{ср.п}}^2}{0,56E \sqrt{3}}\right) + 1,35\right)} \cdot \frac{t_p}{t_p + t_n} \quad (15)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч;

\exp – основание натурального логарифма;

$d_{\text{ср.п}}$ – диаметр среднего куска всей взорванной горной массы, м.

Подставив значение $Q_{\text{Э}}$, вместо Q_i , получим технический функциональный критерий карьерного экскаватора, т.е. конечный полезный эффект его функционирования [9, 10, 12, 13]:

$$\lambda_{\text{Э}} = Q_{\text{Э}}K_{\text{Ф}}, \quad (16)$$

Следует отметить, что функциональный критерий – это возможность машины выполнять определенный объем работы в единицу времени в соответствии с основным её назначением. Функциональный критерий представляет собой конечный полезный эффект функционирования данной машины.

Функциональный критерий машины как конечный полезный эффект функционирования может быть представлен как теоретический λ , технический λ_m или эксплуатационный $\lambda_{\text{Э}}$ [14, 15, 16, 17, 18].

Теоретический критерий как конечный полезный эффект функционирования машин λ представляет собой максимальное значение интенсивности выполнения машиной своей функции при непрерывной работе с номинальными параметрами в расчётных условиях эксплуатации.

Технический λ_m характеризует наибольшую возможную, часовую производительность машины при непрерывной её работе с достигнутой надёжностью в расчётных условиях.

Эксплуатационный $\lambda_{\text{Э}}$ характеризует объем работы в единицу времени, который машины выполняют с учётом организационно-технических неполадок, а также надёжности взаимодействующих машин и условий эксплуатации.

Формула для подсчёта технического критерия функционирования выемочной машины экскаватора может быть представлена в следующем виде:

$$\lambda_{\text{ТТ}} = L_{\text{УН}} \omega V_{\text{Т}}, \quad \frac{H \cdot \text{м}}{\text{ч}}, \quad (17)$$

Рассмотрим функциональные критерии транспортных машин. Назначение любой транспортной техники перемещение определенного количества горной массы на определенное расстояние в единицу времени, что можно представить, как [14, 15, 16, 19]:

$$\lambda_{TT} = U_T V_T,$$

$$U_i = L \gamma_H \omega, \quad (18)$$

или

$$\lambda_{TЭ} = Q_{\text{мех}} K_F, \frac{MH \cdot M}{\omega} \quad (19)$$

где λ_{TT} – технический критерий, конечный полезный эффект функционирования транспортной машины, HM/ω ;

L – расстояние, на которое транспортируется груз, m ;

γ_H – насыпная плотность горной массы, m/M^3 ;

V_T – производительность транспортного средства, M^3/ω ;

ω – особенности транспортной трассы.

Производительность автосамосвала определяется по формуле:

$$V_A = \frac{3600 G K_F}{t_{II} + 2t_{ДВ} + t_P + t_M}, \quad (20)$$

где G – номинальная грузоподъемность, m ;

K_2 – коэффициент готовности автосамосвала;

t_P – время погрузки одной машины, c ;

$Tn = t_{ц} n_k t_{ц}$ – продолжительность одного цикла работы экскаватора, c ;

n_k – число ковшей, погружаемых в одну транспортную ёмкость;

$t_{ДВ}$ – время движения автосамосвала, c ;

t_P – время разгрузки автосамосвала, c ;

t_M – время маневров и ожидания при погрузке и разгрузке.

$$V_A = \left(\frac{3600 G K_F K_{кв.оп} K_{кл}}{9,8 \cdot 10^4 \cdot 1,18 \exp \left(-6,5 \frac{d_{cp-p}^3}{E/2} \right) K_F E} + 0,3223 \sqrt{\frac{\Gamma(1,37 + \eta_{ПОВ}^2) \beta^2}{N_{ПОВ} \eta_{ПОВ}}} \right)^{+t_P + t_o} \times \frac{G}{1,18 \exp \left(-6,5 \frac{d_{cp-p}^3}{E/2} \right) + \frac{2L}{v_{cp}} + t_M + t_P} \times \frac{E}{\left(\left(\frac{d_{cp-p}^2}{0,75 E^{1/3}} \right) \exp \left(1 - \frac{d_{cp-p}^2}{0,56 E^{2/3}} \right) + 1,35 \right)} \quad (21)$$

где $K_{кв.оп}$ – коэффициент учитывающий квалификацию оператора автосамосвала;

$K_{кл}$ – коэффициент учитывающий климатические условия;

v_{cp} – средняя скорость движения, принятая по единым нормам выработок (ЕНВ) в зависимости от длины транспортирования, m/c .

Рассмотрим особенности расчета конечного полезного эффекта функционирования оборудования первичной технологической переработки. Если система механизации является функционально полной, т. е. технологический процесс добычи полезных ископаемых включает функциональные процессы выемки (В), транспортирования (Т) и первичной технологической переработки (П), необходимо определить функциональный критерий, т. е. конечный полезный эффект, и для оборудования технологического процесса первичной переработки полезных ископаемых. Основное место в тех-

нологическом процессе механической обработки руд принадлежит дроблению.

Число стадий дробления на фабриках определяется начальной и конечной крупностью дробимого материала. Максимальная крупность кусков в исходной руде зависит от способа рыхления и системы горных работ. В качестве дробильного оборудования применяются валковые, роторные, конусные и щековые дробилки.

Для дробильного оборудования конечным полезным эффектом функционирования является интенсивность измельчения на необходимых фракции определенного количества горной массы с конкретными физико-механическими свойствами.

Формулу для расчета конечного полезного эффекта функционирования, например, щековых дробилок, можно представить в виде:

$$\lambda_{T.П} = V_{II} U_{II} = V_{II} \sigma_{сж} \frac{D_{\text{max}}}{d_{\text{max}}}, \quad (22)$$

где V_{II} – производительность дробильной машины, M^3/ω ; $\sigma_{сж}$ – предел прочности на сжатие, MH/M^2 ; D_{max} и d_{max} максимальный размер кусков соответственно до и после дробления, m .

Производительность щековой дробилки определяется по формуле:

$$V_{II} = V_D = K_{кр} K_{вль} K_{те} K_{ТВ} Q_{II} \frac{A}{A_{II}} \frac{\gamma_H}{2,65}, \quad (23)$$

где $V_D = V_D$ – производительность щековой дробилки;

$K_{кр}$, $K_{вль}$, $K_{те}$ – соответственно коэффициенты крупности, влажности и твердости дробимого материала;

Q_{II} – паспортная производительность дробилки при дроблении пород средней крепости;

A – ширина выпускной щели в фазе раскрытия, m ;

A_{II} – паспортная ширина выпускной щели в фазе раскрытия, m ;

γ_H – насыпная плотность дробимого материала, m/M^3 .

Предложенные критерии оценки функционирования горного и транспортного оборудования достаточно адекватно учитывают специфику работы оборудования горного предприятия и позволяет оперативно планировать их использование в постоянно меняющихся условиях эксплуатации.

Привлечение наиболее важных зависимостей, влияющих на производительность оборудования, может в значительной степени способствовать установлению режима их работы с учетом оптимального обеспечения транспортом, определению темпов работы экскаваторов, более дифференцированной оценке интенсивности труда и получаемых результатов. Кроме того, учет многофакторных условий, существенно влияющих на работу экскаватора, автосамосвала и дробильного оборудования позволяет повысить точность расчета производительности технологически связанного горного оборудования, а значит, способствовать максимальной реализации уровня качества функционирования.

Таким образом, функциональные критерии как полезный эффект функционирования горного оборудования позволяют количественно оценивать степень выполнения ими основных функций. Однако, эффективность выполнения технологическим оборудованием своих функций зависит от качества машин, входящих в систему горного оборудования.

Библиографический список:

1. Мельников Н.В., Реентович Э.И., Симкин Б.А. и др. Теория и практика открытых разработок – М.: Недра, 1978. – 636 с.
2. Анисратов Ю.И. Исследования технологических грузопотоков на карьерах со скальными породами: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. – М.: МГИ, 1970. – 42 с.
3. Беляков Ю.И. Совершенствование технологии выемочно-погрузочных работ на карьерах. – М.: Недра, 1977. – 295 с.
4. Беляков Ю.И. Экскаваторные работы: Справочник рабочего. – М.: Недра, 1992. – 288 с.
5. Домбровский Н.Г. Экскаваторы: общие вопросы теории, проектирования, исследования и применения. – М.: Машиностроение, 1969. – 318 с.
6. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: Учебник для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 544 с.
7. Подэрни Р.Ю. Анализ современного состояния рынка карьерной техники в мире. – М.: Горная промышленность, 2013. – № 4 (110). – С. 48-54.
8. Подэрни Р.Ю. Механическое оборудование карьеров. – М.: МГТУ, 2007. – 680 с.
9. Инамов У. К вопросу определения функционального критерия одноковшового экскаватора // Рациональное и комплексное использование недр. – Ташкент: ТашПИ, 1980. № 294. – С. 51-60.

10. Инамов У.Р. Методика расчёта производительности и функциональной работы карьерных экскаваторов // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2003. – № 2 (13). – С. 26-29.
11. Мислибаев И.Т., Махмудов А.М., Махмудов Ш.А. Пардаева Ш.С. Исследование и оценка технического состояния горного и транспортного оборудования глубоких карьеров // Науч.-техн. и произв. журнал «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2022. – № 1 (88). – С. 95-99. DOI:10.54073/GV.2022.1.88.0120.
12. Мислибаев И.Т., Махмудов А.М., Махмудов Ш.А. Исследование условий функционирования однокорпусных карьерных экскаваторов циклического действия на сложно-структурных глубоких карьерах // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2020. – № 1 (80). – С. 80-84.
13. Мислибаев И.Т., Махмудов А.М., Махмудов Ш.А. Муминов Р.О. Разработка системы управления технологичностью и оценка качества функционирования рабочих мест горного производства // Науч. – техн. и произв. журнал «Горный вестник Узбекистана» – Навои, 2022. – № 4 (91). – С. 11-15. DOI:10.54073/GV.2022.4.91.003.
14. Солод Г.И. Оценка качества горных машин. – М.: МГИ, 1978. – 72 с.
15. Солод Г.И., Радкевич Я.М. Управление качеством горных машин. Учебное пособие. – М.: МГИ, 1985. – 92 с.
16. Makhmudov Sh. A. Methodology for calculating the performance and functionality of quarry excavators // Научный журнал. Наука и инновационное развитие. – Ташкент, 1/2023. – С. 16-24. <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-1-3> <https://online.pubhtml5.com/oppia/gsdn/#p=34>.
17. Makhmudov Sh.A. Systematization of functional elements of the structure of complex mechanization at careers. Australian Journal of Science and Technology. 2020. Vol. 4. Issue 1. March, pp. 222-227.
18. Samwel Victor Manyele Investigation of Excavator Performance Factors in an Open-Pit Mine Using Loading Cycle Timen Engineering 09(07):599-624 January 2017 with 1,363 Reads/ DOI: 10.4236/eng.2017.97038.
19. Paterson L.B., Özdoğan M. Performance of the Bigger, Faster and Smarter New Generation Electric Mining Shovels / L.B. Paterson, M. Özdoğan. //17 international Mining Congress and Exhibition of Turkey – December 2012, pp. 237-242.

«GORNIY VESTNIK UZBEKISTANA», 2023, № 4 (95) pp. 107-111

CRITERIA FOR ASSESSING THE PERFORMANCE OF MINING AND TRANSPORT EQUIPMENT OF MINING ENTERPRISES

¹Makhmudov Sh.A., Associate Professor at the Department of Mining Electromechanics, PhD.

²Bobokulov A.N., Deputy Chief Mechanic.

¹Khudoiberdiev L.N., Doctoral Student at the Department of Mining Electromechanics.

¹Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan.

²Joint-stock company "Navoi Mining and Metallurgical Company". Navoi, Uzbekistan.

The article analyses evaluation methods of functioning of mining and transport equipment of mining enterprises. The formulas of leading scientists, which take into account the criteria for assessing the functioning of mining and transport equipment to review the research in this area. Dependences for determination of technical, operational productivity of excavators, dump trucks and crushing equipment taking into account specific mining-geological, mining-technical, climatic, organisational and other conditions of equipment operation are offered. It gives the opportunity for planning and rationing of excavation-loading machines, selection and provision of transport and establishment of rational mode of their functioning. Functional criteria of theoretical, technical and operational functioning of mining and transport equipment of mining enterprises are established. In this regard, it is of interest to determine the value of the criteria for evaluating the functioning of mining and transport equipment taking into account the factors outlined.

Keywords: excavator, dump truck, crusher, functioning, criterion, productivity, quality, coefficient.

Bibliographic list:

1. Theory and practice of open-pit mining // N.V. Melnikov, E.I. Reentovich, B.A. Simkin et al. – М.: Nedra, 1978. – 636 p.
2. Anistratov Yu. I. Research of technological cargo flows in quarries with rocks: abstract. diss. for the job application uch. step. doc. tech. Sci. – М.: MGI, 1970. – 42 p.
3. Belyakov Yu.I. Improving the technology of excavation and loading operations in quarries. – М.: Nedra, 1977. – 295 p.
4. Belyakov Yu.I. Excavator work: Worker's Handbook. – М.: Nedra, 1992. – 288 p.
5. Dombrovsky N.G. Excavators: general issues of theory, design, research and application. – М.: Mashinostroenie, 1969. – 318 p.
6. Poderni R.Yu. Mining machines and complexes for open-pit mining: Textbook for universities, 2nd ed., revised. and additional. – М.: Nedra, 1985. – 544 p.
7. Poderni R.Yu. Analysis of the current state of the quarry equipment market in the world. – М.: Gornaya promyshlennost', 2013. – No. 4 (110), pp. 48-54.
8. Poderni R.Yu. Mechanical equipment for quarries. – М.: MGGU, 2007. – 680 p.
9. Inamov U. On the issue of determining the functional criterion of a single-bucket excavator // Rational and complex use of subsoil. . – Tashkent: TashPI, 1980. – No. 294, pp. 51-60.
10. Inamov U.R. Methodology for calculating the productivity and functional work of quarry excavators // Gornyy vestnik Uzbekistana. – Navoi, 2003. – No. 2 (13), pp. 26-29.
11. Mislibaev I.T., Makhmudov A.M., Makhmudov Sh.A. Paradaeva Sh.S. Research and assessment of the technical condition of mining and transport equipment in deep quarries // Nauch.-tekhn. and production magazine "Gornyy vestnik Uzbekistana". – Navoi, 2022. – No. 1 (88), pp. 95-99. DOI:10.54073/GV.2022.1.88.0120.
12. Mislibaev I.T., Makhmudov A.M., Makhmudov Sh.A. Study of the operating conditions of single-bucket quarry excavators of cyclic action in complex structural deep quarries // Gornyy vestnik Uzbekistana. – Navoi, 2020. – No. 1 (80), pp. 80-84.
13. Mislibaev I.T., Makhmudov A.M., Makhmudov Sh.A. Muminov R.O. Development of a manufacturability management system and assessment of the quality of functioning of mining production workplaces // Scientific. – technical and production magazine "Gornyy vestnik Uzbekistana" – Navoi, 2022. – No. 4 (91). – pp. 11-15. DOI:10.54073/GV.2022.4.91.003.
14. Malt G.I. Assessing the quality of mining machines. – М.: MGI, 1978. – 72 p.
15. Solod G.I., Radkevich Ya.M. Quality management of mining machines. Tutorial. – М.: MGI, 1985. – 92 p.
16. Makhmudov Sh. A. Methodology for calculating the performance and functionality of quarry excavators // Scientific journal. Science and innovative development. – Tashkent, 1/2023. – P. 16-24. <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-1-3> <https://online.pubhtml5.com/oppia/gsdn/#p=34>.
17. Makhmudov Sh.A. Systematization of functional elements of the structure of complex mechanization at careers. Australian Journal of Science and Technology. 2020. Vol. 4. Issue 1. March, pp. 222-227.
18. Samwel Victor Manyele Investigation of Excavator Performance Factors in an Open-Pit Mine Using Loading Cycle Timen Engineering 09(07):599-624 January 2017 with 1,363 Reads/ DOI: 10.4236/eng.2017.97038.
19. Paterson L.B., Özdoğan M. Performance of the Bigger, Faster and Smarter New Generation Electric Mining Shovels / L.B. Paterson, M. Özdoğan. //17 international Mining Congress and Exhibition of Turkey – December 2012, pp. 237-242.

VERTIKAL O'QLI MIKRO GIDROELEKTR STANSIYALARIDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI TAHLILI



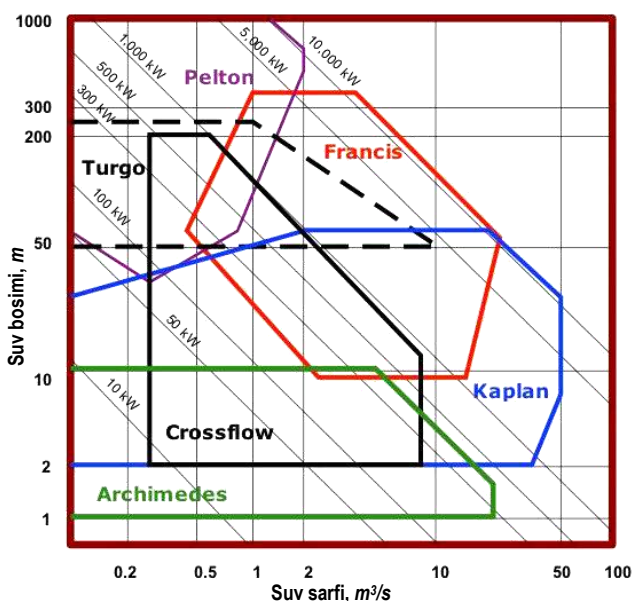
Qo'ziyev Z.E.,
Buxoro muhandislik-texnologiya instituti,
«Energoadit» kafedrası
katta o'qituvchisi

Maqolada Buxoro neftni qayta ishlash zavodida asosiy texnologik jarayonlarda sovutish tizimida qo'llanilayotgan nasos agregatlaridan chiquvchi suv oqimiga moslashtirilgan vertikal o'qli gidroenergetik qurilmadan foydalanish imkoniyatlari tadqiqoti keltirilgan. Zavoddagi nasos agregatlaridan chiquvchi suv oqimining sarfini o'zgarishi (nasos agregatlaridan chiquvchi suv sarfi qishki mavsumda 40 000 m³/sutka va yozgi mavsumda 60 000 m³/sutka) hisobiga 20...25 kVt oralig'ida quvvat ishlab chiqarishi mumkinligi aniqlangan. Dunyoda vertikal o'qli mikro gidroelektr stansiyalarni ishlab chiqish va past bosimli suv oqimlarida ishlash samaradorligini oshirish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlili keltirilgan. Bundan tashqari ushbu suv oqimlarida ishlashga mo'ljallangan foydali ish koeffitsienti 75% gacha oshirilgan vertikal o'qli gidroenergetik qurilma ishlab chiqish imkoniyati mavjudligi asoslandi.

Tayanch iboralar: nasos agregati, quvvur, vertikal o'qli gidroenergetik qurilma, suv sarfi, suv bosimi, suv tezligi, gidroturbina, suv g'ildiragi parraklari, suv oqimining quvvati, foydali ish koeffitsienti.

В статье представлено исследование возможностей использования вертикально-осевой гидрознергетической установки, адаптированной для потоков воды насосных агрегатов, используемых в системе охлаждения основного технологического процесса на Бухарском нефтеперерабатывающем заводе. Установлена возможность выработки мощности в диапазоне 20...25 кВт за счёт изменения расхода потока воды от насосных агрегатов на заводе (расход воды от насосных агрегатов в период зимнего сезона 40000 м³/сутки и 60 000 м³/сутки в летний сезон). Представлен анализ научных исследований, проведенных в мире по разработке микрогидроэлектростанций с вертикальной осью вращения и повышению эффективности работы в низконапорных потоках воды. Кроме того, обоснована возможность разработки гидрознергетической установки с вертикальной осью вращения с увеличенным КПД до 75% для работы на данных водотоках.

Ключевые слова: насосный агрегат, труба, гидрознергетическая установка с вертикальной осью, расход воды, напор воды, скорость воды, гидротурбина, лопасти рабочего колеса, мощность потока воды, коэффициент полезного действия.



1-rasm. Gidroturbinalar suv sarfining suv oqimi bosimiga bog'liqligi

So'nggi yillarda dunyoda davom etayotgan energetik inqiroz sharoitida energiya ta'minoti tizimlarining ishonchligini oshirish va energiya bilan uzluksiz ta'minlashning ahamiyati juda yuqori hisoblanmoqda.

Mintaqamizda ishlab chiqarish korxonalarida xususan, neftni qayta ishlash zavodlarida qayta tiklanadigan energiya manbalari qurilmalaridan foydalanib energiya tejamliligiga erishish etakchi o'rinlardan birini egallamoqda. Qayta tiklanadigan energiya manbalari asosida ishlovchi energetik qurilmalar, xususan, kichik quvvatli gidroelektr stansiyalarni ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Elektr iste'molchilarni elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlashda boshqa qayta tiklanadigan energiya manbalariga nisbatan barqarorligi yuqori bo'lgan GES larni takomillashtirish va ishlab chiqish bo'yicha ilmiy-amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda [1].

Suv oqimining energiyasi dastlab gidroelektr stansiyalarning gidroturbinalariga uzatilganligi uchun ularning turlarini o'rganish va suv oqimiga mos holda uni to'g'ri tanlash juda muhim hisoblanadi. Hozirda gidroelektr stansiyalarda asosan turbinalarning 1-rasmda keltirilgan Arximed, o'zaro kesishuvchi oqimli (crossflow), Kaplan, Frensis, Pelton va Tyurgo kabi turlari keng ko'lamda ishlatiladi. Arximed gidroturbini 14,5 m³/s gacha bo'lgan suv sarfi va 1...10 m oralig'dagi bosimda ishlash qobiliyatiga ega bo'lib, past bosimda ishlashga qaramay juda past samaradorligi sababli qo'llanish imkoniyatlarini sezilarli darajada kamaytiradi. O'zaro kesishuvchi oqimli (crossflow) turbinalarda yuqori va

pastki parraklarga yo'naltiruvchi apparatlar orqali oqim ta'sir qilib, 0,3...9 m^3/s suv sarfi va 2...200 m bosimda ishlatiladi. Kaplan turbinalarining parraklari buriluvchan va yuqori tezlikli bo'lib, 5...50 m^3/s suv sarfi va 2...80 m bosimda foydalaniladi. Frensis turbinalarida suv g'ildiragidagi parraklar kirish va chiqish qismlaridagi xalqalar oralig'iga ma'lum burchakda egilgan holatda mahkamlangan va ularning soni Kaplan turbinasiga nisbatan ko'p bo'ladi. Ular 0,5...40 m^3/s suv sarfi va 10...300 m bosim oralig'ida qo'llaniladi. Pelton turbinasi esa aktiv gidroturbina hisoblanib, 2 m^3/s gacha suv sarfi va 50...1200 m oralig'dagi yuqori bosimlarda ishlatiladi. Tyurgo turbinasi qiya oqimli aktiv turbina bo'lib, suv g'ildiragi tashqi va ichki halqalarga mahkamlanadi. U 10 m^3/s sarf va 50...250 m bosimda foydalaniladi [2].

Shuningdek, zamonaviy vertikal o'qli mikro gidroelektr stansiyalarda ba'zan 1 m/s gacha bo'lgan tezliklarda ishlaydigan turli shakldagi Dar'e va Savonius kabi vertikal o'qli gidroturbinalar qo'llanilmoqda (2-rasm).

Hozirgi kunga kelib Dar'e tipli gidroturbinaning uch turidan foydalanilmoqda, bular:

Aylana shaklidagi (2-rasm, a) Dar'e turbinasi. Ularning o'lchami juda katta bo'lib, deyarli asosiy o'qning uzunligi bilan taqqoslanishi mumkin. Turbina, asosan, uchta kuchli barqaror yarim doira lentalaridan iborat bo'ladi.

H-simon shakldagi Dar'e turbinasi (2-rasm, b). Turbinadagi parraklar tekis shaklga ega va gorizontal tayanchlarga nisbatan to'g'ri burchak ostida joylashgan bo'lib, ular qurilmaning pastki qismida joylashgan. Ushbu turbinaning afzalliklari aylanish tezligi yuqori va samarador ishlashidir. H-simon shakldagi rotorni yig'ish va ta'mirlash oson, klassik Dar'e suv turbinasidan ko'ra ishonchliroq, arzonroq va shuning uchun keng tarqalgan.

"Olmaxon g'ildiragi" shaklidagi Dar'e turbinasi (2-rasm, d). Ushbu turbinaning parraklari "olmaxon g'ildiragi" shaklida yasalgan bo'lib, ushbu parraklar aylanish o'qining pastki qismida joylashgan. Qanotlarning shakli tufayli rotorning aylanishi yanada tekisroq sodir bo'ladi.

Uch turdagi Dar'e tipli gidroturbinalarining har biri o'zining kamchiliklariga ega. Dar'e klassik shamol turbinasi samaradorligi nisbatan past. H-simon va "Olmaxon g'ildiragi" shaklidagi gidroturbinaning asosiy kamchiligi suv oqimining bosimi juda past bo'lgan hollarda ishlatib bo'lmaydi.

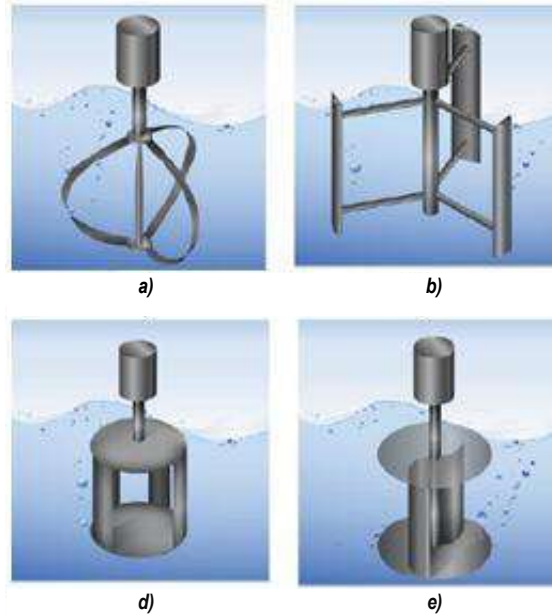
Savonius rotorli turbina 1920 yil boshlarida Finlandiya dengiz muhandisi S. Savonius tomonidan kashf qilingan. Dastlab, Savonius turbinalaridan suv va havo yordamida suzish, shamollatish, suvni tortish uchun taklif etgan. Hozirgi kunda Savonius gidroturbinalaridan elektr energiyasini hosil qilish amalga oshirilmoqda (2-rasm, e).

Vertikal o'qli Savonius gidroturbinasining afzalliklari past bosimli suv oqimlari bilan ishlash qobiliyati va uning yo'nalishiga bog'liq bo'lmasligi, gidroturbina texnik xizmat ko'rsatish va tuzilishining soddaligidir. Savonius turbinasining kamchiligi: boshqa turdagi gidroturbinalardan samaradorligi past.

Jahonda va Respublikamiz hududlarida ishlab chiqarilayotgan va foydalanilayotgan vertikal o'qli mikro gidroenergetik qurilmalari ustida olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini tahlil qilib chiqamiz:

S. Kim, "Quvurlarning turli qismlarida ketma-ket o'rnatiladigan gidrogenerator va quvurning ichki qismida aylanuvchi suv g'ildiragiga ega gidroturbina bo'lgan gidroenergetik qurilma" ga 2022 yilda olgan patentida [3] vertikal o'rnatilgan quvurlardagi suv oqimlaridan foydalanib elektr energiyasini olish imkoniyatiga ega bo'lgan propeller tipidagi gidroturbinali gidroenergetik qurilmasini taqdim qildi.

Ushbu gidroenergetik qurilmaning ishlash prinsipi quyidagicha: qurilmada parraklari Propeller tipli suv g'ildiragi o'rnatilgan aylanish imkoniga ega bo'lgan valga podshipniklar orqali quvurga birkiriluvchi qo'zg'almas moslamalar mahkamlangan bo'lib, ushbu val zanjirli uzatmalar orqali mexanik energiyani elektr generatorning rotoriga uzatib beradi. Gidroenergetik qurilmaning kamchiliklari: quvurdagi suv oqimini parraklarga yo'naltiruvchi apparatning mavjud emasligi, past bosimli suv oqimida ishlash samaradorligi va suv oqimi sarfi o'zgarib elektr generator ishlab chiqaradigan elektr energiyasi ishonchliligi pastligidir.



2-rasm. Vertikal o'qli gidroturbinalarining turlari: a) Dar'e rotorli (aylana shakldagi); b) Dar'e rotorli (H-simon shakldagi); d) Dar'e rotorli ("olmaxon g'ildiragi" shakldagi); e) Savonius rotorli

J. Yun-Man, "Mikro gidroenergetik qurilma" ga olgan patentida [4] past bosimli suv oqimlaridan foydalanib elektr energiyasini olish uchun yo'naltiruvchi apparat va savonius tipli gidroturbina ega bo'lgan vertikal o'qli gidroenergetik qurilmasini ishlab chiqdi.

Ushbu ma'lum gidroenergetik qurilma S. Kim taklif qilgan qurilmadan turbinadagi suv parraklarining turi, joylashuvi va qurilmadagi mavjud generatori bilan farqlanadi. Gidroenergetik qurilmaning aylanuvchi suv g'ildiragi generatorning rotoriga to'g'ridan-to'g'ri bog'lanadi. Bu gidroenergetik qurilmaning kamchiliklari: suv g'ildiragi parraklarining suv bilan ta'sirlashishda qarshilik kuchlari yuqoriligi, past bosimli suv oqimlarda ishlash samaradorligi va o'zgaruvchan suv sarflarida elektr generator ishlab chiqaradigan elektr energiyasi ishonchliligi pastligi sanaladi. Qurilma konstruksiyasida yo'naltiruvchi apparatlarni takomillashtirish orqali qurilmaning foydali ish koeffitsientini oshirishimiz mumkin.

D. Borkovskiy o'z tadqiqot ishida mikro gidroenergetik qurilmalarning optimal o'lchamlarini aniqlash uslubiyotini ishlab chiqqan. Tadqiqotda, gidroenergetik qurilmada propeller tipidagi gidroturbina va elektr generator sifatida magnitoelektrik sinxron generatordan foydalanilgan. Tadqiqotning natijalariga asosan, gidroenergetik qurilmalarda suv g'ildiragidagi parraklarning burchaklarini o'zgartirish orqali qurilmaning past bosimli suv oqimlarida ishlash samaradorligini bir necha baravarga oshirish imkoniyati mavjud ekanligi aniqlangan [5].

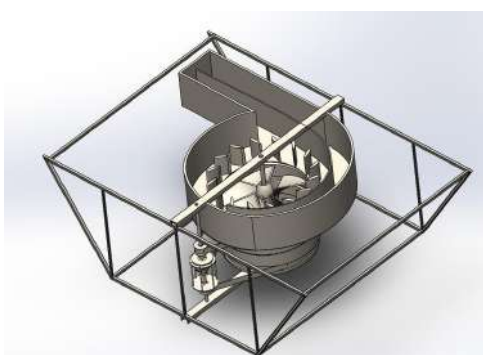
V.M. Ivanov va boshqalar tadqiqot ishlarida gorizontal va vertikal suv oqimlarida foydalanish mumkin bo'lgan mikro gidroenergetik qurilmalarda yo'naltiruvchi apparat va gidroturbinalarni qo'llash imkoniyatlarini baholagan.

Suv oqimining bosimi 5...10 m va suv sarfi 75...85 l/s bo'lganda 5...10 kVt quvvatli gidroenergetik qurilmalarining konstruktiv o'lchamlarini aniqlash ifodalari keltirilgan va tahlil qilingan [6].

O.O. Bozarov o'z dissertatsiyasida qishloq xo'jaligi elektr ta'minoti uchun reaktiv gidroagregatli mikro GES qurilmasini yaratgan. Bu qurilmaning texnik parametrlari quyidagicha: suv oqimining bosimi 2 m , suv sarfi 200 l/s va quvvati 2,35 kVt [7]. Bu qurilmaning kamchiligi talab qilinadigan suv oqimi bosimining yuqoriligi va elektr generator sifatida energetik ko'rsatkichlari past bo'lgan asinxron generatordan foydalanilganligidir.



3-rasm. Mikro gidroelektr stansiyasi o'rnatiladigan suv oqimlari joylashgan hudud



4-rasm. Nasos agregatlaridan chiquvchi suv oqimlariga moslashtirilgan mikro gidroenergetik qurilmaning tashqi ko'rinishi

A.B. Mamadjanov dissertatsiyasida gravitatsion girdobli mikro gidroelektr stansiyasini ishlab chiqqan. Bu stansiyada silindsimon havza ichidagi suv oqimining bosimi 1,7 m va suv sarfi 1,466 m³/s bo'lganda teskari konusli parraklar orqali qurilmaning quvvati 17,6 kVt va foydali ish koeffitsienti 85% gacha oshirilgan [8]. Yuqori bosimdagi suv oqimi zarurligi sababli gravitatsion girdobli mikro gidroelektr stansiyaning qo'llanilishi cheklangan.

Yuqorida keltirilgan gidroenergetik qurilmalar konstruksiyalarining murakkabligi, tannaxirining qimmatligi, past bosimli suv oqimlarida ishlash samaradorligi va uzluksiz elektr energiyasini olish imkoniyatining pastligi Buxoro neftni qayta ishlash zavodida ushbu gidroenergetik qurilmalardan foydalanishni cheklaydi. Ushbu suv oqimlarida samarador ishlovchi vertikal o'qli gidroenergetik qurilmalarni ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, Buxoro neftni qayta ishlash zavodida ham iste'molchilarni uzluksiz energiya bilan ta'minlashda jahonda va mintaqamizda ishlab chiqilgan mikro gidroenergetik qurilmalardan foydalanish imkoniyatlari tahlillarini ko'rib chiqamiz. 3-rasmda mikro gidroelektr stansiyasi o'rnatiladigan suv oqimlari joylashgan hudud keltirilgan. Bunda suv oqimlarida yil davomida foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyati mavjud.

Zavodda neftni qayta ishlash jarayonida texnologik uskunalarni sovutish tizimida foydalaniladigan nasos agregatlaridan chiquvchi suv oqimlarining asosiy ko'rsatkichlari aniqlash uslubiyotini keltirib o'tamiz.

Dastlab, quvurdan chiquvchi suv sarfi miqdorini aniqlaymiz.

$$Q = v \cdot S \quad (1)$$

bu erda v – nasos agregatlaridan chiquvchi suv oqimining tezligi, m/s;
 S – suv oqimining ko'ndalang kesim yuzasi, m².

Suv oqimining tezligini bosimigi bog'liqlik quyidagicha ifodalanadi:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (2)$$

bu erda g – erkin tushish tezlanishi, m/s²;

H – suv oqimining bosimi, m.

Nasos agregatlaridan chiquvchi suv oqimining quvvati formulasi [9]:

$$P = \rho \cdot Q \cdot \left[g \cdot H + \frac{v_{kir}^2 - v_{chiq}^2}{2} \right] \quad (3)$$

bu erda ρ – suvning zichligi, kg/m³;

v_{kir} – aylanayotgan suv parraklarida oqimning kirish tezligi, m/s;

v_{chiq} – aylanayotgan suv parraklarida oqimning chiqish tezligi, m/s.

Agar quvurdan chiquvchi suv oqimining sarfi va bosimini tezligiga bog'liqlik hisobga olinsa, u holda ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$P = \rho \cdot Q \cdot \left[\frac{Q^2}{2 \cdot S^2} + \frac{v_{kir}^2 - v_{chiq}^2}{2} \right] \quad (4)$$

Zavodda bu jarayonda qo'llanilayotgan nasos agregatlarining soni 3 ta, quvvati 22 kVt, ish unumdorligi 830 m³/soat va quvurning diametri 1000 mm ekanligini hisobga olib, zavodning yuklamasini o'zgarishi (nasos agregatlaridan chiquvchi suv sarfi qishki mavsumda 40 000 m³/sutka va yozgi mavsumda 60 000 m³/sutka) hisobiga 20...25 kVt oraliqida quvvat ishlab chiqirish imkoniyati mavjudligi aniqlandi.

Gidroenergetik qurilmalarning tahlili asosida nasos agregatlaridan chiquvchi suv oqimlariga moslashtirilgan mikro gidroenergetik qurilma ishlab chiqildi. Suv oqimi quvur orqali vertikal o'qli gidroenergetik qurilmaga uzatiladi.

Suv oqimi aylanma harakatlanuvchi maxsus havzaga suv oqimini yo'naltiruvchi apparat o'rnatilgan bo'lib, birinchi suv g'ildiragiga suv oqimini bir tekisda uzatilishi natijasida u soat strelkasi yo'nalishi bo'ylab aylana boshlaydi.

Birinchi suv g'ildiragi ostida va ikkinchi suv g'ildiragi ustida suv oqimini bir tekis yo'naltiruvchi qo'zg'almas apparat o'rnatilgan bo'lib, u ikkinchi suv g'ildiragiga suv oqimini bir tekisda uzatib berishi natijasida ikkinchi suv g'ildiragi soat strelkasiga teskari yo'nalishida barqaror aylanadi.

Birinchi suv g'ildiragi metal disk va vtulkalar orqali elektr generatorming yakoriga va ikkinchi suv g'ildiragi esa flans birikma orqali uning induktorlariga tasmali uzatmalar orqali mexanik harakatni uzatadi. Elektr generatordan uch fazali sinusoidal o'zgaruvchan elektr energiyasi cho'tka va kollektorlar orqali olinadi. Bunda uning yakori va induktorlari bir-biriga nisbatan teskari aylanishi natijasida kichik aylanish tezliklarida yuqori elektromagnit quvvat olinishi natijasida qurilmaning samaradorligi oshiriladi. 4-rasmida ushbu qurilmaning tashqi ko'rinishi keltirilgan.

Propeller tipli suv g'ildiragining foydali ish koeffitsientining suv oqimining bosimi, sarfi o'zgarishi va suv oqimini yo'naltiruvchi kabi kattaliklarga bog'liqlik quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi [10]:

$$\eta(\lambda_T, Q) = Q \cdot \left[\frac{3,33}{2} \cdot \left(\frac{90}{\lambda_T} + Q + 0,78 \right) \cdot \exp\left(\frac{-50}{\lambda_T} \right) \right] \quad (5)$$

bu erda

$$\lambda_T = \left[\frac{1}{\lambda + 0,089} - 0,0035 \right]^{-1}$$

va

$$\lambda = \frac{R \cdot A \cdot \omega}{Q} \quad \text{– parraklarning tez yuruvchanlik koeffitsienti;}$$

Q – suv oqimining sarfi, m³/s;

R – suv g'ildiragining tashqi radiusi, m;

A – suv g'ildiragi parraklarining yuzasi, m²;

ω – suv g'ildiragining burchak tezligi, rad/s.

(5) tenglamaga asosan, taklif qilinayotgan vertikal o'qli gidroenergetik qurilma parraklariga suv oqimining kirish burchagi va yo'naltiruvchi apparatdan suv oqimining chiqish burchagi optimal qiymatlarida gidroturbinaning maksimal foydali ish koeffitsienti 75 % ni tashkil qilganligi aniqlandi.



Buxoro neftni qayta ishlash zavodida asosiy texnologik jarayonlarda sovutish tizimida qo'llanilayotgan nasos agregatlaridan chiquvchi suv sarfi o'zgarishi (nasos agregatlaridan chiquvchi suv sarfi qishki mavsumda 40 000 m³/sutka va yozgi mavsumda 60 000 m³/sutka) hisobiga 20...25 kVt oralig'ida quvvat ishlab chiqarish imkoniyati mavjudligi aniqlandi.

Dunyoda vertikal o'qli mikro gidroelektr stansiyasini ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlil qilindi.

Taklif etilayotgan quvvati 25 kVt bo'lgan gidroenergetik qurilmani Buxoro neftni qayti ishlash korxonasiga joriy etish orqali yiliga 219 MVt-soat elektr energiyasi ishlab chiqish imkoniyati mavjudligi asoslandi.

Bibliografik ro'yxat:

1. Ardizzon G., Cavazzini G., Pavesi G. A new generation of small hydro and pumped hydro power plants: Advances and future challenges // *Renew. sustain. energy rev.* – Vol. 31, 2014, pp. 746–761.
2. [http://www.i15.p.lodz.pl/strony/EIC/res/Description of technology hydro power.](http://www.i15.p.lodz.pl/strony/EIC/res/Description%20of%20technology%20hydro%20power)
3. [https://patents.google.com/patent/US20220074381A1.](https://patents.google.com/patent/US20220074381A1)
4. [https://patents.google.com/patent/KR101325261B1.](https://patents.google.com/patent/KR101325261B1)
5. Borkowski D. Analytical model of small hydropower plant working at variable speed // *IEEE Transactions on energy conversion.* – Vol 10, 2018, pp. 1-9.
6. Ivanov V.M., Ivanova T.Y., Jdanov E.P., Kleyn G.O., Yurenkov V.N. Yangi original konstruksiyadagi o'qli gidroturbinaning oqim yo'lini hisoblash usubiyoti // *Polzunov xabarmomasi*, 2009. №4. 253-258 betlar.
7. Bozarov O.O. Qishloq xo'jaligi iste'molchilari uchun reaktiv gidroagregatli mikro-GES qurilmasini yaratish // PhD dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2020. – 52 bet.
8. Mamadjanov A.B. Gravitatsion girdobli mikro gidroelektr stansiyaning energiya samaradorligini oshirish // PhD dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2023. – 52 bet.
9. Uzoqov G.N., Xo'jaqulov S.M., Uzoqova Y.G'. Muqobil energiyadan foydalanish asoslari: Oliy o'quv yurtlari uchun o'quv qo'llanma. – Toshkent: «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2017 y. – 159 bet.
10. Borkowski D, Majdak M. Small hydropower plants with variable speed operation—an optimal operation curve determination // *Energies.* – Vol. 13, 2020, pp. 1-20.

Hurmatli Quvondiq Sanaqulovich!

Sizni hamda mamlakatimizda yer osti boyliklari zahiralari geologik qidirish, qazib olish va qayta ishlashdan tayyor mahsulot olishgacha bo'lgan ishlab chiqarish jarayonlarini to'liq amalga oshirayotgan yagona sanoat klasteri hisoblangan "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" Aktsiyadorlik Jamiyati ishchi-xizmatchilarini kombinat tashkil etilganligining 65 yilligi bilan shaxsan o'zim va ko'p ming sonli O'zbekiston kasaba uyushmalari Federatsiyasi nomidan samimiy muborakbod etaman.

So'nggi yillarda Mohtaram Prezidentimiz Shavkat Miromonovich Mirziyoevning kon-metallurgiya sanoatini rivojlantirish ishlariga katta e'tibor qaratilishi natijasida kombinat tizimidagi korxonalarining texnik va texnologik modernatsiya qilinishi hamda yangi qayta ishlash quvvatlarining qurilishi kombinatning mahsulot ishlab chiqarishida muhim ahamiyat kasb etdi.

Mamlakatimiz metallurgiya sohasini rivojlantirish, yangi konlarni izlab topish va o'zlashtirish hamda rivojlantirish yo'lida yangidan yangi istifolli investitsion loyihalarni amalga oshirishda kombinatda mehnat qilayotgan 60 ming nafardan ortik, konchi-metallurglarning munosib hissalari borligini mamnuniyat bilan qayd etaman.

Kombinat ishchi-xizmatchilarining fidokorona mehnatlari tufayli, metallurgiya sohasi nafaqat mamlakatimiz, balki dunyo miqyosida ham o'zining mustahkam o'rniga ega bulib, yurtimizning faxriga aylangan. Kombinatda ishlab chiqarilayotgan oltin quymalari jahon qimmatbaho metallar bo'yicha birjalarida O'zbekiston brendiga aylangani yuqoridagi fikrimizning isbotidir.

Mana shunday yutuqlarga erishishda jamiyat rahbariyati va kasaba uyushma kengashining o'zaro manfaatli hamkorligi asosida xodimlarning ijtimoiy-iqtisodiy manfaatlari va huquqlarini himoya qilish, ular uchun munosib mehnat sharoitlarini yaratish, mehnatini muhofazalash, salomatliklarini mustahkamlash yo'nalishlarida olib borayotgan tizimli ishlari ham haqli ravishda har qanday e'tirofga loyiq.

Dunyo hamjamiyati tomonidan Yangi O'zbekiston deb e'tirof etilgan jonajon yurtimizda amalga oshirilayotgan keng ko'lamlil isloxtlarda faol ishtirok etib kelayotgan kombinatning barcha fidoyi insonlariga, mehnatkash va jonkuyar konchi-metallurglariga mustahkam sog'lik-salomatlik, elga xizmat qilishdek ezgu hamda xayrli ishlarida omad va ulkan muvaffaqiyatlar tilayman.

**Hurmat va ehtirom bilan,
O'zbekiston kasaba uyushmalari
Federatsiyasi raisi, Senator
Kudratilla Rafiqov**

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РЕГИОНОВ СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ



Разыков З.А.,
профессор кафедры
«Экология»
Горно-металлургического института
Таджикистана,
д.т.н., академик международной
инженерной Академии



Ходжибаев Д.Д.,
заведующий кафедрой
«Экология»
Горно-металлургического института
Таджикистана,
к.т.н.



Ходжиев С.К.,
заведующий кафедрой
«Научно-естественные науки»
Горно-металлургического института
Таджикистана,
к.т.н.



Каландарбеков И.И.,
декан
Инженерно-технического факультета
БНТУ-ТТУ, Таджикского технического
университета им. академика М. Осими,
к.т.н.

Maqolada Sug'd viloyatining ayrim hududlarida suv sifatini o'rganish natijalari keltirilgan. Tojikiston Respublikasi gigienik me'yorlari talablariga muvofiqligi bo'yicha ichimlik suvining gidrokimyoviy va sanitariya-bakteriologik ko'rsatkichlarini o'rganish natijalari keltirilgan. Tahlillar natijalariga ko'ra GIS yordamida tematik xaritalar tuzildi.

Tayanch iboralar: suv sifati, suvning qattiqligi, gidrokimyoy, sanitariya va bakteriologik ko'rsatkichlar.

В данной статье приведены результаты исследования качества воды определенных районов Согдийской области. Представлены результаты исследований гидрохимических и санитарно-бактериологических показателей питьевой воды на соответствие требованиям гигиенических нормативов Республики Таджикистан. По результатам анализов составлены тематические карты с применением ГИС.

Ключевые слова: качество воды, жёсткость воды, гидрохимия, санитарно-бактериологические показатели.

В соответствии с планом мероприятий исследовательского проекта «Сообщество специалистов по исследованиям и практике в области водоснабжения санитарии и гигиены в Центральной Азии» (COP4WASH Central Asia), реализуемым Международным Секретариатом по Воде совместно с Университетом прикладных искусств северо-западной Швейцарии, в рамках инициативы «Blue Peace Central Asia» Швейцарского Агентства по Развитию и Сотрудничеству, проведено исследование качества воды в некоторых районах Согдийской области. Целью работы являлось развитие возможности анализа воды по микробиологическим и гидрохимическим показателям в лабораторных условиях университета. Для выполнения данной задачи, возникла необходимость адаптировать существующие методы и оценить наиболее подходящий из них с учётом проблем, связанных с доступностью реагентов. Одним из важных этапов проекта являлось обучение сотрудников и студентов университета и разработка доступных систем мониторинга.

Практическая значимость данного исследования состояла в том, что впервые была проведена работа по определению качества питьевой воды в целевых регионах Согдийской области. В частности, были исследованы следующие параметры:

- температура воды;
- pH;
- электропроводность;
- растворенный кислород (DO) ;
- мутность;
- жёсткость (Ca и Mg);
- общее количество растворенных твёрдых веществ (TDS);
- бактерии группы кишечных палочек.

Часть параметров: температура воды, pH, электропроводность, растворенный кислород (DO) и мутность определялись на месте с использованием прибора CyberScan PCD650, производства Eutech (Сингапур). Остальные параметры определялись по результатам

анализов проб воды в лаборатории Горно-металлургического института Таджикистана с использованием сертифицированных методов анализа.

Жёсткость (комбинированный параметр для солей Ca и Mg) строго регулируется и контролируется в странах Центральной Азии. Полагается, что повышенная жёсткость вызывает некоторые заболевания.

Питьевая вода при любом типе водоисточника, способе обработки и конструктивных особенностях водопроводной сети должна прежде всего отвечать ряду требований: быть безопасной в эпидемиологическом отношении, безвредной по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства [1].

В Швейцарии и других европейских странах жёсткость воды не регулируется, так как считается, что она не вызывает никаких рисков для здоровья.

Примерно ¼ часть Швейцарии использует питьевую воду, жёсткость которой превышает максимальное предельное значение в Республике Таджикистан.

Общественная приемлемость степени жёсткости воды может значительно варьироваться от одного сообщества к другому. Порог вкуса для иона кальция находится в пределах 100-300 мг/л в зависимости от ассоциированного аниона, а порог вкуса для магния, вероятно, ниже, чем для кальция [2].

Российские нормативные документы (СанПиН 1.2.3685-21 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде питьевой системы централизованного, в том числе горячего, и нецентрализованного водоснабжения, воде подземных и поверхностных водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, воде плавательных бассейнов, аквапарков), для питьевой воды регламентируют: кальций – норматив не установлен; магний – не более 50 мг/л; жёсткость – не более 7°Ж [3].

Таблица 1
Данные по среднему, максимальному и минимальному значениям параметров воды по 32 точкам, джамоата Гулакандоз Джаббор Расуловского района Согдийской области

Значение	Концентрация, мг/л		Жёсткость, мг-экв/л	pH	Conduct, мкСм	TDS мг/л	Темп, °С
	Ca	Mg					
Среднее значение	136,4	72,4	12,8	7,7	1419,2	1027,7	67,8
Максимальное значение	204,0	115,2	17,7	8,1	2102,0	1873,0	1891,0
Минимальное значение	76,0	26,4	7,6	7,4	999,0	666,8	14,4

Результаты исследования приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Жёсткость воды представляет собой свойство природной воды, зависящее от наличия в ней главным образом растворённых солей кальция и магния [4].

Жёсткость, обусловленную присутствием солей кальция, называют кальциевой, зависящую от содержания магния – магниевой. Суммарное содержание этих солей в воде называют общей жесткостью.

Общая жесткость подразделяется на карбонатную, обусловленную концентрацией гидрокарбонатов (и карбонатов при pH 8,3) солей кальция и магния, некарбонатную – концентрацию в воде кальциевых и магниевых солей сильных кислот.

Поскольку при кипячении воды гидрокарбонаты переходят в карбонаты, которые выпадают в осадок, карбонатную жёсткость иногда называют временной или устранимой жесткостью. Остающаяся после кипячения жёсткость называется постоянной [4].

Общая жесткость колеблется от единиц до десятков, иногда сотен мг-экв/л, причём карбонатная жёсткость составляет до 70-

80% от общей жёсткости. Обычно преобладает (до 70%) жёсткость, обусловленная ионами кальция; однако в отдельных случаях магниевая жёсткость может достигать 50-60%.

Жёсткость морской воды и воды океанов обычно выше (десятки и даже несколько сотен мг-экв/л), причем часто магниевая жесткость превосходит кальциевую.

Жёсткость поверхностных вод подвержена заметным сезонным колебаниям, достигая обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период паводка. Жёсткость подземных вод более постоянна.

Необходимо отметить, что низкое содержание Ca и Mg в питьевой воде вызывает повышенный риск для здоровья. Питьевая вода, подаваемая населению, должна соответствовать предельным значениям стандартов питьевой воды соответствующей страны. Во всех случаях при этом устанавливаются предельно допустимые концентрации различных загрязнителей как биологической, так и химической природы. Однако исследования, проведенные за

Результаты анализа качества воды /район Дж. Расулов / джамоат Гулакандоз (жесткость воды, мг/л)

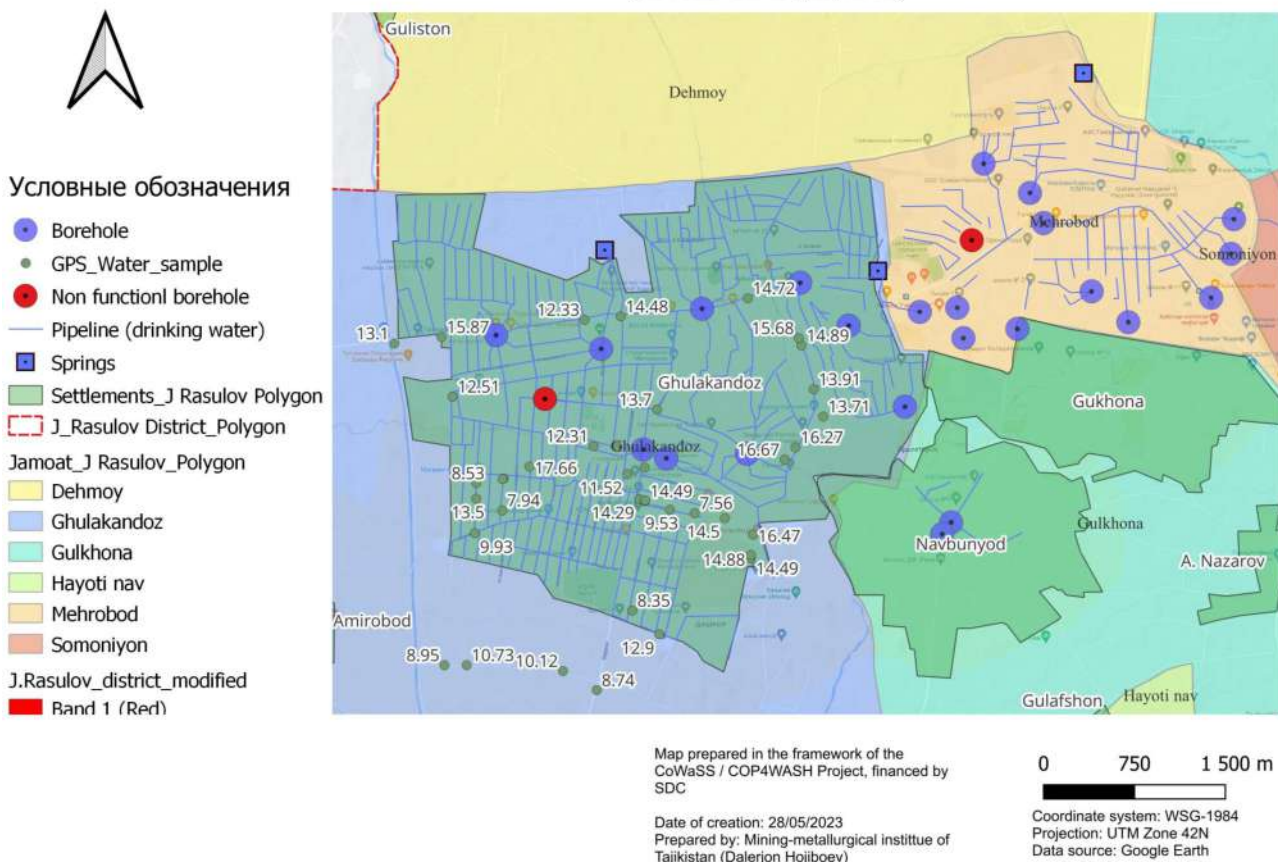


Рис. 1. Карта мест отбора проб и данные по жесткости воды, мг/л

последние 50-70 лет, подтвердили, что содержание Ca и Mg в питьевой воде оказывает существенное влияние на здоровье человека [5]. Например, в отдельных странах в соответствии с Постановлением Правительства рекомендуемое содержание кальция и магния в питьевой воде составляет >30 мг/л и >10 мг/л соответственно, а жёсткость воды составляет от 1,1 до 5,0 ммоль/л [6].

При низком содержании Ca и Mg значительно возрастает заболеваемость/смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, а также от онкологических заболеваний, сахарного диабета, болезней органов пищеварения, органов дыхания и других болезней. Кроме того, ожидаемая продолжительность жизни людей, получающих питьевую воду с низким содержанием кальция (менее 30 мг/л) и магния (менее 10 мг/л), как правило, на 5 лет ниже, чем у людей, получающих питьевую воду с высоким содержанием Ca (> 50 мг/л) и Mg (>25 мг/л). [5]

Результаты проведённого исследования позволяют сделать ряд важных выводов относительно качества воды в сельской местности и его влияния на жизнедеятельность населения. В ходе анализа было установлено, что содержание кальция и магния в воде существенно варьируется в зависимости от глубины скважин, что может оказать значительное влияние на жёсткость воды и, следовательно, на её пригодность для употребления.

Степень пригодности воды из разных источников отличается для различных хозяйственных целей. Качество воды не всегда удовлетворяет требованиям потребителей воды, в некоторых случаях их использование возможно только после соответствующей водоподготовки [1].

Жёсткость воды, как один из ключевых показателей её качества, также оказалась субъективной и меняющейся величиной. В данном контексте важно учитывать нормативы жёсткости воды,

установленные в разных странах, чтобы обеспечить население качественной и безопасной питьевой водой. Проведённое исследование подтверждает необходимость периодического мониторинга качества воды и соответствие её показателей нормам, действующим на территории данного населенного пункта.

Необходимо также отметить, что в Руководстве Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по качеству питьевой воды отмечается, что с точки зрения здоровья человека, не установлены конкретные нормативные значения для жёсткости питьевой воды. Это можно найти во вспомогательных документах под отдельным названием. В данном контексте, можно подчеркнуть, что жёсткость воды может варьировать в различных регионах, и её влияние на здоровье зависит от множества факторов, включая местные условия и потребности населения.

Таким образом, рекомендации по жёсткости воды для питья не могут быть однозначно установлены и требуют анализа конкретной ситуации в каждом случае [2].

Для получения наиболее качественного и полного результата, считаем необходимым провести дополнительные исследования в разные сезоны и желательно в течение нескольких лет, так как качество воды может меняться в зависимости от времени года. Это позволит более точно оценить долгосрочные тенденции изменения качества воды и разработать научно обоснованные стратегии для обеспечения стабильного водоснабжения населения.

Кроме того, важно выявить закономерности изменения качества воды в зависимости от глубины скважин, чтобы в будущем разработать оптимальные схемы водоснабжения, учитывая ресурсную составляющую и экономическую эффективность, что позволит обеспечить население высококачественной водой и снизить потенциальные риски для здоровья.

Библиографический список:

1. Никаноров А.М. Гидрохимия // А.М. Никаноров. – Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.
2. World Health Organization and others. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda / World Health Organization and others. – WHO: World Health Organization, 2022. – 614 p.
3. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
4. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши // А.Д. Семенов. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
5. Rapant S. Enrichment of drinking water with Ca and Mg by a fluidized bed recarbonization reactor: a case study of Devičie, Slovak Republic // S. Rapant, V. Cvečková, P. Čermák // Journal of Water and Health. – 2022. – Т. 20. – № 4, pp. 630-640.
6. Rapant S., Cvečková V., Fajčíková K. [and etc.] Hard water, more elastic arteries: A case study from Krupina District, Slovakia // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2019. – Т. 16. – № 9, pp. 15-21.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, СОТРУДНИКИ НАВОЙСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА!

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 встают 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.

Шадрин М.А.
генеральный директор
АО «ВНИМИ»

ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕТА ЗАТРАТ, РАСЧЕТУ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ И БЮДЖЕТИРОВАНИЯ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ



Тарасов И.В.,
старший менеджер
группы технологического консультирования
KPMG в Центральной Азии и Кавказе



Аталикова Р.И.,
менеджер
группы технологического консультирования
KPMG в Центральной Азии и Кавказе

KPMG O'zbekistondagi yirik to'rtlik kompaniyasi bo'lib, audit, soliq va konsalting xizmatlarini ko'rsatuvchi xalqaro firmalar tarmog'idir.

KPMG missiyasi o'z mijozlari, xodimlari va xalqaro kapital bozorlari manfaati uchun professional bilimlarni real iqtisodiy foydaga aylantirishdan iborat.

Tayanch iboralar: *rejalар, vazifalar, biznesni rivojlantirish, texnologiyalar, integratsiya, resurslar, imkoniyatlar, raqamli transformatsiya.*

KPMG в Узбекистане – компания «Большой четверки», международная сеть фирм, предоставляющих аудиторские, налоговые и консультационные услуги.

Целью своей деятельности KPMG видит превращение профессиональных знаний в реальную экономическую выгоду в интересах своих клиентов, сотрудников и международных рынков капитала.

Ключевые слова: *планы, задачи, развитие бизнеса, технологии, интеграция, ресурсы, возможности, цифровая трансформация.*

Инвесторы и руководители предприятий выдвигают все более высокие требования к точности, скорости и детальности управленческой отчетности. Особый интерес представляет углубленный анализ производственной себестоимости предприятий горнодобывающей отрасли, поскольку он позволяет оценить экономическую эффективность основных процессов добычи, обогащения, переработки. Кроме того, растет потребность в повышении точности планирования и план-факт анализа, что является предпосылкой для совершенствования контроля за расходованием средств, высвобождения бюджетов на проекты развития и обеспечения планомерности операций.

В статье рассмотрены основные тренды, типовые проблемы и возможные решения, касающиеся процессов расчета себестоимости, бюджетирования и планирования в компаниях горнодобывающей и металлургической отрасли.

I. Тренды развития процессов планирования и анализа затрат.

В международной практике в фокусе внимания горнодобывающих и металлургических компаний находятся следующие ключевые направления:

Увеличение скорости: лучшие компании по отрасли (25%) готовят бюджет за 25 дней, отстающие компании по отрасли (25%) – в 2,2 раза дольше;

Оптимизация трудозатрат: у лучших компаний по отрасли (25%) сотрудники контроллинга тратят более 70% времени на поддержку принятия решений бизнеса, у отстающих компаний по отрасли (25%) – 20% времени;

Точность данных: у лучших компаний по отрасли (25%) погрешность прогнозов выручки составляет 1-2%, в то время как у отстающих компаний по отрасли (25%) – 10% и более;

Внедрение современных технологий: у лучших компаний по отрасли (25%) тщательно продумывается набор и структура регулярной отчетности, а бизнесу предоставляются удобные инструменты для самостоятельной работы с аналитикой, позволяя сократить число регулярных отчетов до 50%. У отстающих компаний по отрасли (25%) число регулярных отчетов значительно выше.

Ключевым трендом среди горнодобывающих и металлургических компаний Центральной Азии сегодня однозначно является развитие методологии анализа затрат и планирования. С последующей автоматизацией разработанных методологий на базе информационных систем.

II. Основные вызовы финансовых функций горнодобывающих и металлургических компаний.

Основными вызовами для горнодобывающих и металлургических компаний являются:

Пробелы в методологии не позволяют формировать себестоимость и оценивать маржинальность по видам продукции, по производственным переделам, по видам деятельности и по иным видам детализации. Часто обозначенные проблемы связаны с отсутствием механизма распределения затрат между центрами затрат основного и вспомогательного производства и неиспользованием механизма процессного учета затрат (activity-based costing).

Неоптимальный бюджетный процесс, характеризующийся, в первую очередь, разрозненностью форм бюджетного планирования, разнородностью наименований бюджетных показателей и аналитик, низкой связанностью бюджетных показателей и показателей планирования в натуральном выражении, нехваткой процедур по проверке обоснованности запрашиваемых бюджетов, отсутствием активного контроля за расходованием бюджетных лимитов.

Отсутствие единого источника данных для формирования достоверной управленческой отчетности, формирование отчетности вручную, что приводит как к трудоемкости сведения информации от разных подразделений, так и к риску влияния человеческого фактора.

Недостаток методических инструментов для оценки плановых и фактических эффектов от инвестиционных проектов и от инициатив по повышению операционной эффективности.

В результате при реализации дорогостоящих проектов развития затрудняется задача по мониторингу реальной экономической отдаче от этих проектов.

III. Подход к разработке методологии планирования и анализа затрат.

Подход к калькулированию себестоимости целесообразно выстраивать в следующей логике:

1. Выделение объектов калькулирования себестоимости. Наиболее распространен подход к расчету себестоимости на такие объекты, как: продукция, работы, услуги, виды деятельности, проекты, мероприятия.

2. Выделение объектов учета. В частности, определение прямых затрат, которые будут относиться непосредственно на объекты калькулирования. Выделение МВЗ (мест возникновения затрат), что включает в себя сбор и систематизацию данных по используемым в компании Центрам финансовой ответственности и технологическим переделам, формирование унифицированного для всех компаний Группы перечня центров затрат, определение видов работ МВЗ для отражения в отчетности.

3. Определение структуры затрат – выделение статей затрат, определение степени гранулярности статей, составление группировок и иерархий статей затрат.

4. Разработка схем распределения – подготовка норм для целей расчета нормативной себестоимости по каждому из видов затрат, по центрам затрат. В случае накладных затрат, носящих производственный характер, определяются методы и базы распределения накладных затрат на себестоимость готовых продуктов.

5. Описание форматов основных отчетов по калькуляции: по продуктам, по центрам затрат, общепроизводственного, а также отчета доходов и расходов.

На рис. 1 приведена структура типовых объектов контроллинга, используемая при разработке методологии учета затрат и калькулирования себестоимости, а также при настройке автоматизированной информационной системы для контроля затрат.

В подходе к организации процессов планирования и бюджетирования в горно-металлургических предприятиях ключевым фактором является достаточно близкая интеграция процессов бюджетирования финансовых показателей и планирования производственных показателей.

В частности, речь идет об интеграции процессов подготовки годовой производственной программы и процессов формирования годового бюджета, как приведено на рис. 2. В таком случае, удастся добиться явной прослеживаемости между плановыми показателями производства и между запрашиваемыми бюджетами.

Повышение скорости прохождения бюджетной кампании достигается за счет упорядочивания бюджетных показателей, стандартизации форм бюджетного планирования и четкого распределения финансовой ответственности.

Причем, существенного ускорения можно добиться без дорогостоящей автоматизации, первые эффекты могут быть видны уже на уровне организационных изменений и оптимизации Excel форматов.

Точность бюджетирования, в свою очередь, во многом зависит от корректности выбранного метода планирования.

На практике наиболее часто используются следующие методы: Планирование «от истории», то есть перенос исторических показателей предыдущего периода на будущие периоды с применением определённого индекса-дефлятора.

Нормативно-драйверный метод, при котором плановые показатели рассчитываются по стандартному нормативу.

Планирование «с нуля» – концепция планирования, при которой предыдущий период учитывается мало или не учитывается, чтобы избежать предубеждений при планировании.

Договорный метод – оценки на плановый период получают от контрагентов-поставщиков товаров и услуг, либо исходя из сумм уже заключенных контрактов.

Аналоговый метод – бюджетирование по похожим процессам, либо компаниям, либо проектам.



Рис. 1. Структура типовых объектов контроллинга

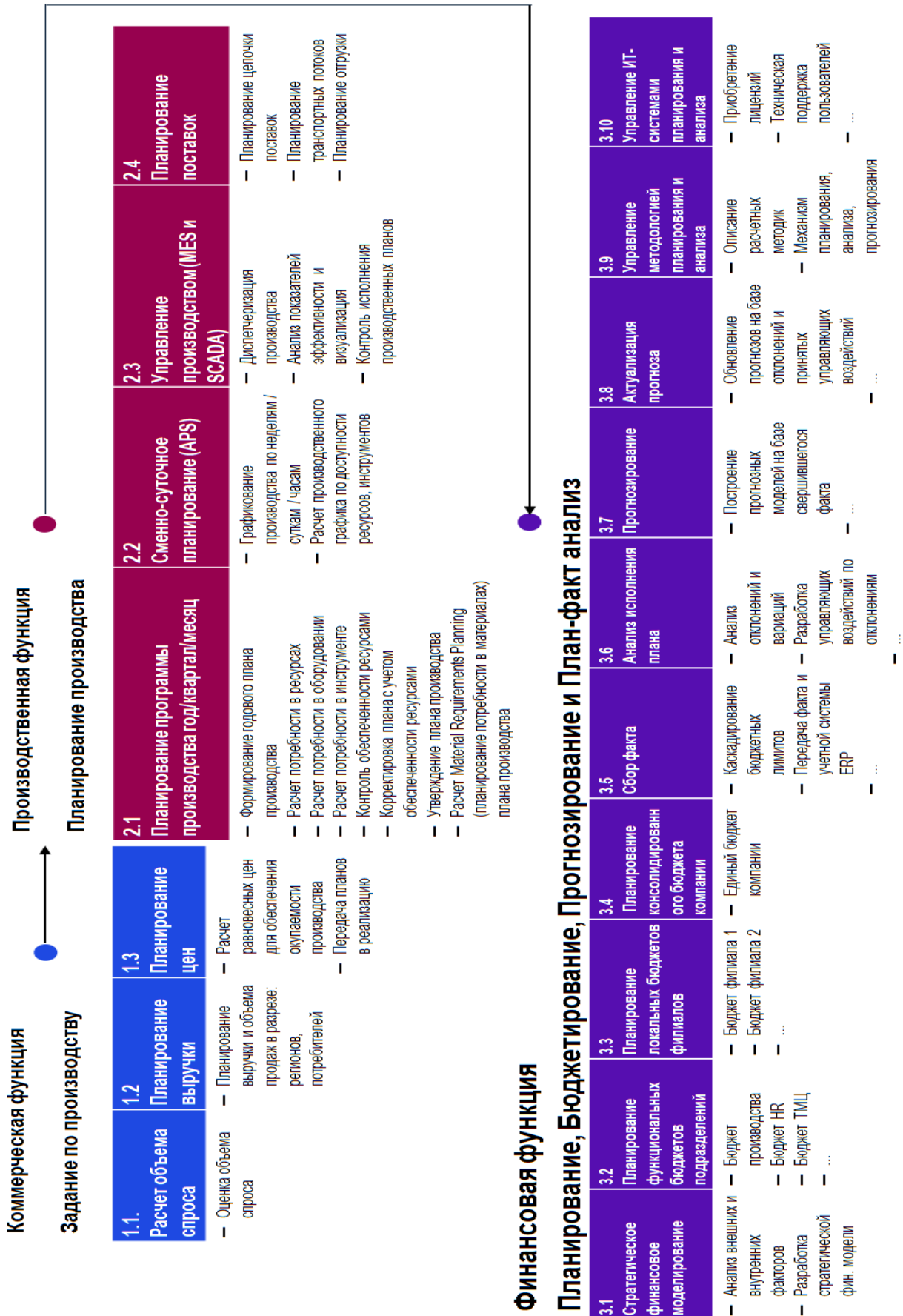


Рис. 2. Подход КРМГ к интегрированному планированию и бюджетированию

Программный метод – ситуация, при которой бюджетные значения определяются в соответствии с программным документом, например стратегией, указом, регламентом. Выбор метода обычно зависит от специфики конкретно взятого показателя или бизнес-процесса.

Потенциальные эффекты от автоматизации учета затрат и расчета себестоимости продукции.

Благодаря автоматизации учета затрат и расчета себестоимости продукции в горнодобывающих и металлургических компаниях возможно добиться следующих эффектов:

1. Сократить трудозатраты на ручное сведение информации в пользу аналитики для поддержки бизнес-решений;
2. Сократить время на принятие решений руководством по результатам анализа количественных метрик;
3. Проводить анализ на требуемом уровне детализации;
4. Создать общую базу метрик и установить «единый источник правды» для всех метрик и отчетов.

В качестве примера лучшей практики автоматизации процессов планирования рассмотрим кейс крупнейшего международного производителя стали, который автоматизировал бизнес-процессы, чтобы получить преимущество на высококонкурентном рынке стали.

Описание проблемы: основным отличием производителя перед другими участниками рынка являлась низкая стоимость, поэтому для достижения конкурентного преимущества компания должна

была обеспечить эффективность и экономию затрат по всем аспектам производства и процессов.

Описание решения: компания внедрила программное решение, которое позволило собрать все данные, создать аналитическую систему для установления «единой точки правды» и добиться следующих эффектов:

1. Автоматизировать повторяющиеся задачи и минимизировать объем ручной работы;
2. Выявить и устранить дублирующие счета внутри системы;
3. Сократить сроки реагирования на запросы до 50% за счет возможности обрабатывать большие объемы данных в реальном времени без дополнительных затрат;
4. Сократить длительность цикла планирования продаж и времени на формирование оперативного прогноза (с повышением его точности);
5. Возможность оценить качество прогноза в нужном разрезе вплоть до конкретной единицы учета запасов, сравнивать с прогнозом за прошлые периоды, формировать сценарное планирование;
6. Внедренная аналитическая система позволила формировать дашборды, которые позволяют увидеть, где возникают неточные данные, и создать более эффективные бизнес-правила для повышения качества данных;
7. Лучшая осведомленность руководства позволила принимать более взвешенные решения.

Hurmatli Navoiy kon-metallurgiya kombinatining jonkuyar jamoasi!

Bugun siz azizlar faoliyat yuritayotgan «Navoiy kon metallurgiya kombinati» tashrif etilganligiga 65 yil to'ldi. Ushbu qutlug' sana munosabati bilan mamlakatimiz va jahondagi oltin qazib olish sohasi yetakchilaridan, uzoq yillik eng yirik hamkorlarimizdan biri bo'lgan «Navoiy kon metallurgiya kombinati» aksiyadorlik jamiyati mehnat jamoasini samimiy muborakbod etaman.

Sir emaski O'zbekistonda qimmatbaho rangli metallurgiya deganda, birinci o'rinda «Navoiy kon metallurgiya kombinati» aksiyadorlik jamiyati ko'z oldimizda gavdalanadi. Bu konlarni ochiq va yerosti usulida qazish, boyitish va oltinni saralab olish korhonalari, metallurgiya zavodlari, yirik energetika va transport tizimlari, rivojlangan infratuzilma hamda ijtimoiy obyektlarni birlashtirgan noyob sanoat majmuasidir.

Bugungu kunda kombinat ilg aksiyadorlik jamiyatior texnologiyalar va xomashyo tarkibidagi rangli metallarni ishlab chiqaruvchi zamonaviy korhona hisoblanadi. Uning ishlab chiqarichni yildan yilga oshib borayotganligi O aksiyadorlik jamiyatizbekiston iqtisodiyotiga ulkan hissa bo aksiyadorlik jamiyatilib qo aksiyadorlik jamiyatishilmoqda.

Kombinat deganda eng avvalo zavodning ahil jamoasi, metallurg, konchi, geology, kimyogar, quruvchi, elektrik, chilangan va boshqa mutaxassislardan iborat professorlar tasavvurimizda namoyon bo aksiyadorlik jamiyatiladi. Ko aksiyadorlik jamiyatip yillar davomida ushbu mehnat jamoasi muhim yutuqlar va muvaffaqiyatlarni qo aksiyadorlik jamiyatilga kiritib kelmoqda.

Hurmatli kombinning faol xodimlari!

65 yil tarix uchun qisqa muddat bo'lsada, shu qisqa muddat ichida dunyoning yetakchi kon-metallurgiya korxonolari safida bo'lish oson ish emas. Kelgusida bundanda yuqori marralarni zabt etishni tilagan holda, siz azizlarni yana bir bor «Navoiyazot» aksiyadorlik jamiyati jamoasi nomidan 65 yillik yubiley bilan tabriklayman. Hamisha kasbingizdan obro', baraka toping, doim sog', omon bo'ling.

***Samimiy ehtirom bilan,
«Navoiyazot» aksiyadorlik
Jamiyati boshqaruv raisi
F.X. Samadov***

НКМК ХОДИМЛАРИ ТОМОНИДАН ЧОП ETILGAN ADABIYOTLAR ИЗДАННАЯ ЛИТЕРАТУРА СПЕЦИАЛИСТОВ АО «НГМК»



История создания и развития урановой отрасли Узбекистана

Под общей редакцией академика, доктора физико-математических наук, профессора Б.С. Юлдашева

Составители: Джулибеков Н.К., Идрисова Л.К., Раупов Х.Р., Руднев С.В., Рахматов И.К., Санакулов К., Снитка Н.П., Шарафутдинов У.З., Хасанов Ж.Т., Эргашева Н.М.

ISBN 978-9943-7281-0-3

© "SAHNHOF", 2023 г.

Долгое время отрасль была одной из самых закрытых, и даже о мирных достижениях атомной науки не принято было говорить. Большинство людей не задумываются о том, что многие доступные нам сегодня технологии и решения – от диагностического медицинского оборудования до охранных систем – разработаны и сделаны на предприятиях и в научно-исследовательских лабораториях страны. Если анализировать этапы развития ядерной науки и техники, определившие создание и развитие ядерного оружия и затем – ядерной энергетики, то надо вернуться в начало XX века.

В книге освещаются вопросы по истории ядерной физики, уранового производства в Узбекистане на базе анализа многочисленных литературных материалов и архивных документов, большинство из них, как и иллюстрации, публикуется впервые. Подробно описаны организация и производство работ на местах, биографии руководителей, специалистов и работников, развитие технологии в целом. Книга о том, какую роль играет сила личности в любом деле. Воссоздается целостная и конкретная картина становления и развития крупнейшего предприятия, постепенного внедрения новых форм управления и системы общественных организаций, рождения новых производств и форм труда, шефских и иных связей предприятия со многими районами страны и с иностранными предприятиями, духовного и культурного роста людей.



Новейшая история Навоийского горно-металлургического комбината

Ответственный редактор: Кахрамон Раджабов, доктор исторических наук, профессор

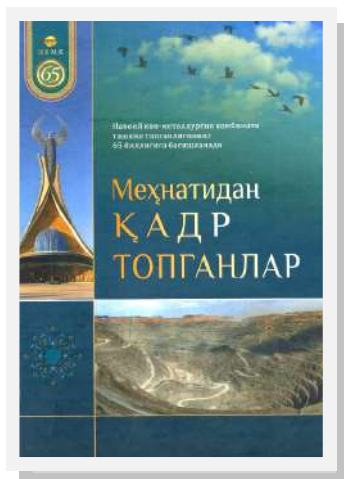
Авторы: Кувандик Санакулов, Холмамат Раупов, Низомиддин Садриддинов

ISBN 978-9910-9927-2-8

© "SAHNHOF", 2023 г.

Беспрецедентные реформы и изменения, происходящие в Узбекистане в последние годы, вдохновили наш народ на покорение ещё больших высот, придали сил и мужества, чтобы показать всему миру наши возможности и потенциал, доказать, что независимый Узбекистан занимает достойное место в мировом сообществе. И самоотверженный труд нашего народа во всех сферах деятельности будет вписан золотыми буквами в историю Нового Узбекистана. Трудовой коллектив Навоийского горно-металлургического комбината вносит значительный вклад в развитие горно-металлургической промышленности страны. В этой книге подробно изложено описание крупных проектов, реализованных на комбинате за последние годы, введенных в эксплуатацию новых гидрометаллургических заводов, особое внимание уделено широкому внедрению инновационных разработок в производство, достижениям в области подготовки кадров, изменениям в социальной сфере. Книга предназначена для специалистов в горно-металлургической отрасли, студентов высших учебных заведений и широкого круга читателей, изучающих историю Узбекистана.

НКМК ХОДИМЛАРИ ТОМОНИДАН ЧОП ETILGAN ADABIYOTLAR ИЗДАННАЯ ЛИТЕРАТУРА СПЕЦИАЛИСТОВ АО «НГМК»



Meʼnatidan qadr topganlar

Ғоя муаллифи: Кувондиқ Санақулов, “НКМК” АЖ Бошқарув раиси-Бош директори

Муаллиф: Низомиддин Садриддинов

ISBN 978-9943-9910-9927-5-9

© “SAHHOF”, 2023.

Навоий кон-металлургия комбинати ташкил топганлигига 65 йил тўлаяпти. Тарихан қисқа шу даврда комбинатнинг салоҳиятли раҳбарлари, етук мутахассислари, минглаб фидойи ишчи-хизматчиларининг жасоратли меҳнати туфайли Қизилқум минтақасида улкан бунёдкорлик ишлари амалга оширилди, асрларга татигулик ўзгаришлар рўй берди. Бугунги кунда Навоий кон-металлургия комбинати жаҳоннинг олтин ишлаб чиқарувчи энг йирик компаниялари ўнталигида ўзининг мустақкам ва муносиб ўрнига эга бўлиб келаяпти.

Комбинат иқтисодий ва ижтимоий соҳаларда эришаётган ютуқлари билан Ўзбекистон довруғини оламга ёймоқда. Навоий кон-металлургия комбинати, айниқса сўнгги етти йилда ўз тараққиётининг янги, янада юксак босқичига қадам қўйди. Янги конлар ва янги заводларнинг фойдаланишга топширилаётганлиги мустақил республикаимиз иқтисодиётини ривожлантириш, халқимиз турмуш фаровонлигини ошириш имконини бераяпти.

Ушбу китобдан комбинат раҳбару етук мутахассислари, меҳнат фахрийлари, шижоатли ёшларининг фаолияти, бугунги кунда корхонада рўй бераётган янгилинишлар ҳақидаги публицистик мақолалар ўрин олган. Улар ўқувчилар эътиборини тортади ҳамда китобхонларнинг улкан корхона истиқболлари ҳақидаги тасаввурларини янги маълумотлар билан бойитишга хизмат қилади, деган умиддамиз.



NKMK: Taraqqiyotning yangi bosqichida

Loyiha rahbari: Quvondiq Sanaqulov

Ishchi guruh: Nurmat Jo'libekov, Isroil Rahmatov, Xolmamat Raupov, Nizomiddin Sadriddinov,

Abdumajid Jo'rayev, Azamat Zaripov

ISBN 978-9910-9927-3-5

© “SAHHOF”, 2023.

Ushbu kitob-albom Navoiy kon-metallurgiya kombinatining 65 yilligiga bag'ishlangan bo'lib, unda kombinatning tarixi, mustaqillik yillarida, ayniqsa, keyingi yillarda erishilgan yutuqlar, ishga tushirilgan yangi korxonalar, konchilarning fidokorona mehnati, fan, ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyasi hamda madaniyat, sport va ijtimoiy sohalarda amalga oshirilayotgan ishlar haqida hikoya qiluvchi fotosuratlar o'rin olgan.



**Поздравляем Акционерное общество
“Навоийский горно-металлургический
комбинат” с 65-летием!**





DM75

Станки серии DM75 для бурения взрывных скважин от «Epiroc» - демонстрируют высокую производительность при бурении пород любой категории