

*Muzaffarova M.A., talaba*

*Aripov A.R., PhD.*

*Zayfullayev F.I., asisstant*

*Qurbonov M.N., asisstant*

*Ilmiy rahbar: Axtamov F.E., PhD.*

*«Metallurgiya» kafedrası*

*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti*

## **RANGLI VA NODIR METALLARNI RUX KEKLARI TARKIBIDAN**

### **AJRATIB OLISH**

*Annotatsiya Maqolada rux minerallari va rudalarining konlari olish mumkin bo'lgan turli xil materiallar haqida ma'lumotlar keltirilgan bo'lib, rux kekiga suv bug'i ishtirokida termik ishlov berilganda ro'y berishi mumkin bo'lgan reaksiyalarning termodinamik ko'rsatkichlari o'rganilgan. Shuningdek qo'rg'oshin va qimmatbaho metallarni ajratib olish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqot natijalari keltirilgan.*

*Kalit so'zlar: rux, kek, mineral, maydalash, temir, pirometallurgik, kuydirish, harorat, cho'kma, metal, temir.*

## **SEPARATION OF NON-FERROUS AND RARE METALS FROM ZINC CAKES**

*Abstract The article provides information on various materials from which zinc minerals and ore deposits can be obtained, and thermodynamic parameters of reactions that can occur during heat treatment of zinc cake with water vapor are studied. The results of the research on the separation of lead and precious metals are also presented.*

*Key words: zinc, cake, mineral, grinding, iron, pyrometallurgical, calcination, temperature, deposition, metal, iron.*

Tabiatda tarkibida rux bo'lgan 66 ta minerallar aniqlangan, biroq uning sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan minerallari bu sulfidli rudalarda sfalerit, oksidli

rudalarda esa smitsonit va kalamindir. Rux minerallarining qisqacha tasnifi 1-jadvalda keltirilgan.

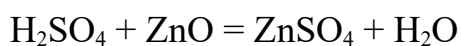
**1-jadval.** Rux minerallarining qisqacha tasnifi

Minerali	Formulasi	Ruxning miqdori, %	Zichligi, g/sm <sup>3</sup>	Qattiqligi
Sfalerit	ZnS	67,1	3,5 – 4,2	3 – 4
Smitsonit	ZnCO <sub>3</sub>	59,5	3,5 – 3,8	2,5
Kalamin	2ZnO·SiO <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	53	3,4 – 3,5	4 – 5
Sinkit	ZnO	80,3	5,7	4
Villemit	2ZnO·SiO <sub>2</sub>	59,1	4,1	5 – 6
Franklinit	(Zn,Mn) O·Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		5 – 5,2	6

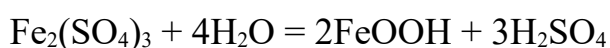
Rux kekini gidrometallurgik qayta ishlash hozirgi paytda keng tarqalayotgan jarayondir. Bu usullardan asosan getit va yarozit jarayonlar qo‘llanilmoqda. Getit jarayoni. Ushbu jarayon hozirgi kunda Belgiyaning Balen shahridagi rux ishlab chiqarish zavodida qo‘llaniladi. Bunda dastlab rux keki qayta ishlangan elektrolit bilan 6-8 soat davomida, 95°C haroratda tanlab eritiladi. Jarayon erkin sulfat kislotasining qoldiq miqdori 50 g/l lguncha davom etiladi. Olingan qo‘rg‘oshin-kumush keki tarkibida 25 % Pb va 3-4 % Zn bo‘ladi, so‘ngra kek qo‘rg‘oshin ishlab chiqarishga yuboriladi. Pb-Ag kekining ajralib chiqishi umumiy rux kekinining 1/3 qismini tashkil etadi.

Kekni tanlab eritish natijasida hosil bo‘lgan eritmada temirning bir qismi (30 g/l) Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> shaklda uchraydi. Vaqtidan oldin temir (III) gidrolizini oldini olish maqsadida temir rux sulfidi bilan tiklanadi: Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + ZnS = ZnSO<sub>4</sub> + 2FeSO<sub>4</sub> + S

Tiklanish reaksiyasi 97°C haroratda 3-4 soat davomida olib boriladi. Jarayon mahsuloti - sulfidli kek tarkibida 20% Zn va 50% S mavjud bo'lib, u dastlabki konsentrat bilan birga kuydirishga yuboriladi. 20 g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 20 - 30 g/l ekvivalentli temir va 1 g/l uch valentli temirga ega bo'lgan eritma neytrallashga yuboriladi. Neytralizator sifatida rux kuyindisi qo'llanadi:



Eritmada H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>ning miqdori 3 g/l gacha pasaytiriladi. Bunda Fe (III) cho'kmaga o'tadi. Neytrallashdan so'ng quyultirilgan mahsulot tanlab eritishga qaytariladi, eritmadan esa getit cho'ktiriladi. Jarayon 90-95°C haroratda 6 soat davomida o'tkaziladi. Bunda eritmani qo'shimcha neytrallab, pH=1,5-2,5 gacha pasaytiriladi va Fe (II) havodagi kislorod bilan oksidlantiriladi. Temirning oksidlanishi Cu (II) ishtirokida tezroq o'tadi. Oksidlangan temir gidrolizga uchraydi va qiyin eriydigan getit (-FeOOH) hosil qiladi:



Cho'kma deyarli yaxshi filtrlanadi. 50 % Fe va 3-4% Zn mavjud bo'lgan getit keki chiqindi (otval)ga tashaladi, eritma esa neytral tanlab eritishga yuboriladi. Getitni cho'ktirish jarayonida eritma mishyak, surma, germaniy kabi yo'ldosh elementlardan tozalanadi. Getitli cho'kma tarkibida 50% ga yaqin temir bo'ladi. Bu texnologiyaning asosiy kamchiligi jarayonning ko'p bosqichliligi va aylanma materiallarning ko'pligidir. Yarozit jarayoni hozirda Norvegiyaning Oddo shahridagi rux ishlab chiqarish zavodida qo'llaniladi. Bu yerda Zn keki 150-200 g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasida 80-90°C da 4-6 soat davomida qayta ishlanadi. Qoldiq (asosan PbSO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub> va temir oksidlari) oltin va kumushga boy bo'lib, eritmadan ajratib olinadi va qo'rg'oshin zavodiga yuboriladi. Eritmada rux, kadmiy, mis va boshqa sulfat kislotada eriydigan moddalar bor. Eritmada H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning qoldiq miqdori 40-60 g/l bo'lgani uchun uni 10 g/l gacha pasaytirish maqsadida m rux kuyindisi bilan neytrallanadi. Pulpa (bo'tana)ning qattiq fazasini eritmadan quyushtirgichda ajratib olinadi. Quyultirilgan pulpa kekni tanlab eritish bosqichiga yuboriladi. Eritma esa

temirdan tozalashga yuboriladi. Temirdan tozalash 85-95°C da olib boriladi. Temirni yarozi shaklda o'tkazish ruxni zavod bo'yicha yuqori darajada (95-96 %) ajratib olishga imkon yaratadi. Qo'rg'oshin va qimmatbaho metallarning 94-97% i qo'rg'oshin - kumush kekiga o'tadi. Jarayonning kamchiliklari: eritmani qizdirish va sovitish uchun qo'shimcha jihozlar ishlatilishi, yarozi tning cho'kish vaqtinnig ko'pligi. Gematit jarayoni. Rux kekini Yaponiyaning "Akita zink" firmasining "Induzima" zavodi sharoitida qayta ishlash. Bu korxonada rux kekini gematit jarayonida qayta ishlash yo'lga qo'yilgan. Gematit texnologiyasida rux keklarini avtoklavda 110-180°C haroratda va 150-180 g/l konsentratsiyali sulfat kislota ishtirokida tanlab eritishga asoslangan. Tanlab eritish jarayoni sulfat kislota konsentratsiyasi 40-50 g/l bo'lgunga qadar davom etadi. Bu sharoitda esa rux, mis, noyob metallar va temir deyarli to'liq eritmaga o'tadi. Temirning katta qismi yo'qotilishi mumkin. Temir gidrolizlanib gematit holida cho'kadi. Bu usul sanoatda faqatgina ikki korxonada qo'llaniladi: Yaponiyaning "Akita zink" firmasining "Induzima" zavodida va Germaniyaning "Dattel" zavodida. Induzima zavodida kekni qayta ishlash uchun Kanadaning "Sherrit Gordon" firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan va "Dova mayning" firmasi tomonidan takomillashtirilgan avtoklavdan foydalaniladi. Dastlab kek qayta ishlangan elektrolit bilan repulpsiyalanadi, keyin sulfat kislota qo'shib kislota konsentratsiyasi rostlanadi va to'rt kamerali avtoklavga yuboriladi. Keklarni avtoklav usulida qayta ishlash jarayonida mis va temir eritmaga o'tadi, qo'rg'oshin esa kekda (cho'kmada) qoladi. Kek ajratib olingandan keyin eritma maxsus bakka yig'iladi. Eritmadan vakuum filtrda filtrlanib, mis keki ajratib olinadi va "Dova mayning" firmasining Kosaka zavodiga yuboriladi. Eritmadan mis keki ajratib olinganidan so'ng ohaktosh bilan neytrallanib, galliyga boy gips va oddiy gips olinadi. Olingan bu cho'kmalar Kosaka zavodida qayta ishlanadi. Eritma 200°C gacha qizdiriladi temirni oksidlash va cho'ktirish maqsadida unga kislorod yuboriladi. Bu operatsiya titan qoplamali avtoklavlarda o'tkaziladi. 59% dan

ortiq temir va 3% oltingugurt tarkibli choʻkma (temirning III oksidi) eritmadan ajratib olinadi va zavoddagi kuydirish uskunasiga yuboriladi. Rux keklarini avtoklavda tanlab eritishdan hosil boʻlgan gematitli choʻkma - kekda temir miqdori 67 % gacha boʻladi (1-jadval). 70 g/l Zn va 60 g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ga ega boʻlgan yakuniy eritma asosiy ishlab chiqarish -boshlangʻich rux keklarini repulpsiyalashga yuboriladi. Rux keklarini tanlab eritishdan olingan qoʻrgʻoshin keki qimmatbaho metallarni saralab olish uchun qayta ishlanadi. Ushbu usulda rangli metallarni ajratib olish darajasi quyidagicha: Zn 95-96 %; Cu 93-94 %; Cd 93-94 %. Gematit jarayonini yarozi va getit jarayoni bilan solishtirganda, yuqori temir tarkibli mahsulot (60 % Fe) olinadi va poʻlat eritish zavodlariga yuboriladi. Jarayonning kamchiligi murakkab va yuqori qiymatli dastgoh-avtoklavning qoʻllanilishidir. Rux kekini tanlab eritish uchun foydalaniladigan erituvchini tanlashda juda koʻp omillar hisobga olindi, jumladan: boshlangʻich mahsulotning kimyoviy va fizikaviy tabiati, erituvchining narxi, erituvchining dastgohga korrozion taʼsiri, tanlab eritilayotgan mahsulotga nisbatan erituvchining tanlovchanlik harakati. Erituvchi sifatida sulfat kislotasining qoʻllanilishi texnologik va iqtisodiy samarador hisoblanadi, shu bilan birga hosil boʻladigan rux sulfatini rux zavodining asosiy sikliga kiritish mumkin. Hozirgi kunda "Olmaliq KMK" AJ Rux zavodida ishlab chiqarilayotgan rux keki pirometallurgiya usuli bilan vels pechida velslash jarayoni orqali qayta ishlanadi. Bu usulning kamchiliklari sifatida jarayonda katta miqdorda tannarxi yuqori boʻlgan koksning ishlatilishi, klinker bilan oltin, kumush, mis, qoʻrgʻoshin va boshqa metallarning yoʻqolishi, uchirmalarni ushlab olishning murakkabligi, olingan mahsulot tarkibida zararli qoʻshimchalar: xlor, fluor, uglerod miqdorini kamaytirish uchun qoʻshimcha jarayonning qoʻllanilishi, shuningdek, atrof muhitga katta miqdordagi chiqindi gazlarni chiqarib atmosferani ifloslantirishini koʻrishimiz mumkin.

Maʼlumki suv tabiatda eng yaxshi erituvchi hisoblanadi. Suvning bu xususiyatidan gidrometallurgik jarayonlarda keng foydalaniladi. Ammo suvning

bug' (par) holatidagi xossalari hozirgacha o'rganilmagan. Bunday uylab qaralsa biz bug' dunyosida yashayapmiz. Yilning istalgan vaqtida havoda suv bug'i bo'ladi va u har qanday kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etadi deb ishonch bilan aytish mumkin. So'nggi yillarda O'zbekistonda professor S.A. Abduraxmonov rahbarligida turli metallarning sulfidli minerallarini suv bug'i ishtirokida oksidlanish mexanizmi va kinetikasi bo'yicha ancha materiallar to'plandi. Jumladan, rux keklarini qayta ishlashni past haroratda (600-700 °C) suv bug'i ishtirokida termik ishlov berish usuli eksperimental tadqiqotlar va termodinamik hisoblashlar orqali asoslandi.

Rux boyitmasi qaynar qatlamli pechda kudirilib, kuyindi tarkibidagi ruxni eritmaga o'tkazish maqsadida sulfat kislotaning suvli eritmasi bilan tanlab eritiladi. Kuyindini tanlab eritish vaqtida uning tarkibidagi Cu, Cd, Fe, As kabi metallarning ham qisman eritmaga o'tishi kuzatiladi. Ruxning eritmaga o'tish darajasi 85-90%, kekning chiqishi 20-25% bo'ladi.

Rux keki kuyindini tanlab eritishdan qolgan qattiq qoldiq bo'lib uning tarkibi quyidagicha, %: Zn-18-23; Pb-4,8-11,7; Cu-0,25-1,28; Cd-0,08-0,2; Ag-170-425g/t; Fe-23-32; Au-1-2g/t; Sum.- 4,7-10. Hozirgi kunda Olmaliq kon-metallurgiya kombinati, rux konxonasida kek tarkibida qolgan ruxni ajratib olish maqsadida 1000-1100°C haroratda 35-55% koks qo'shilib vel'slash jarayoni amalga oshirilmoqda. Bunda ruxli uchirma va tarkibida ko'pgina metallar bo'lgan klinker hosil bo'ladi. Vel'slash jarayoni kamchiliklariga qimmatbaho va tahchil bo'lgan koks sarfining yuqoriligi, jarayonning yuqori haroratda kechishi, klinkerni qayta ishlashning samarali texnologiyasi yo'qligi sababli boshqa qimmatbaho metallar (Au, Ag, Pb, Cu va boshqalar) ni ajratib olinmasligi kiradi. Yuqoridagilardan kelib chiqib rux keki tarkibidagi rangli metallar bilan birga nodir metallarni ham ajratib olishga imkon beradigan texnologiyani ishlab chiqish dolzarb muammo bo'lib hisoblanadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, rux kekiga suv bug'i ishtirokida termik ishlov berilganda ro'y berishi mumkin bo'lgan reaksiyalarning termodinamik

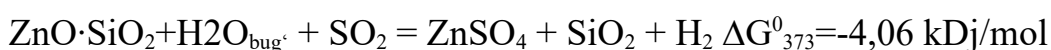
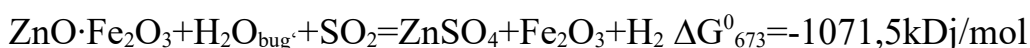
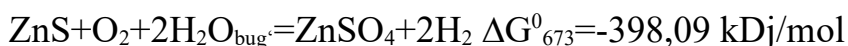
ko'rsatkichlari o'rganildi. Reaksiyalarning izobar-izotermik potentsiallari L.P. Vladimirov usuli bo'yicha hisoblandi. Rux kekiga suv bug'i ishtirokida termik ishlov berilganda ko'pgina reaksiyalar ro'y berishi mumkinligi sababli ularni quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin:

1. Sulfidli minerallarning (sfalerit, pirit, galenit va b.) oksidlanishi.
2. Ferrit va silikatlarining suv bug'i bilan ta'sirlashuvi.

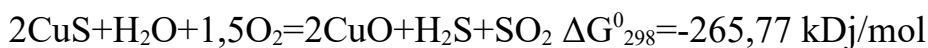
Elementar oltingugurt rux kekida erkin holatda va organik birikmalar bilan birikkan holatda uchraydi. Bundan tashqari u beqaror sulfidli birikmalarning termik parchalanishi hisobiga ham hosil bo'ladi. Aniqlandiki, elementar oltingugurtning uchish harorati 150-200°C, arsenopirit va piritning parchalanishi 450-500°C haroratda ro'y beradi. Pirit, arsenopirit va xal'kopiritning to'liq parchalanishi ~700°C haroratda ro'y beradi. Bunda gaz fazasida sulfid angidrid va boshqa uchuvchan oksidlar bo'ladi. Hosil bo'lgan oltingugurt suv bug'i bilan reaksiyaga kirishadi.



Rux sulfidi, ferriti va silikati sulfid angidridi ishtirokida suv bug'i bilan reaksiyaga kirishadi.



Mis sulfidi suv bug'i bilan termik ishlov berish jarayonida kislorod ishtirokida quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanadi:



Rux kekalarini turli xil gidrometallurgik usullarda qayta ishlash texnologiyalari o'rganildi. Mavjud texnologiyalarni o'zaro tahlilidan so'ng, xulosa o'rnida shunday qilib, termodinamik hisoblashlar va olib borilgan tadqiqotlar quyidagilarni ko'rsatdi:

1. Rux keki tarkibidagi elementar oltingugurt va sulfidlarning parchalanishidan hosil bo'lgan oltingugurt suv bug'i bilan reaksiyaga kirishib



oltingugurt (IV) oksidi hosil qiladi va keyinchalik oltingugurt (IV) oksidi sulfidli minerallar bilan ta'sirlashadi.

2. Termodinamik hisoblashlar shuni ko'rsatdiki rux keklariga suv bug'i ishtirokida termik ishlov berish jarayonida rux sulfidi (ZnS) rux sulfatiga ( $ZnSO_4$ ), rux ferriti ( $ZnO \cdot Fe_2O_3$ )  $ZnSO_4$  va  $Fe_2O_3$  ga, rux silikati ( $ZnO \cdot SiO_2$ )  $ZnSO_4$  va  $SiO_2$  holatiga o'tadi.

3. Suv bug'i ishtirokida termik ishlov berish natijasida olingan kuyindini sulfat kislota eritmasi bilan tanlab eritish natijasida rangli metallar (asosan Zn, Cu) eritmaga o'tadi, so'ngra erimay qolgan kek tarkibidan nodir metallar (Au, Ag) ni gidrometallurgik usulda ajratib olish imkoniyati paydo bo'ladi.

#### **Использованные источники:**

1. Application of sand mold casting modelling for casting pump volute AR Aripov, BR Vokhidov, AA Asrorov, FI Sayfullaev and MN Kurbonov - Journal of Physics: Conference Series, 2024
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ PRO-CAST AP Арипов, ФИ Сайфуллаев, МН Курбонов - Universum: технические науки, 2024
3. TURLI XOM ASHYOLARDAN METALLASHGAN TEMIR OLIISH TADQIQOTLARI AE Nurimov, MN Qurbonov, AR Aripov, II Majidova - Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2023
4. MURAKKAB OLTIN TARKIBLI RUDA VA KONSENTRATLARNING MAYDALANISH VA SIANLANISH QOBILYATINI YAXSHILASH UCHUN MIKROTO 'LQINLI ENERGIYADAN FOYDALANISH AR Aripov, OU Fuzaylov, FI Sayfullayev, MN Qurbonov - Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2023
5. Изучение вещественного состава и разработка технологии переработки золотосодержащей пробы руды одного из месторождений Республики Узбекистан X Ахмедов, ОГ Хайитов, ЖМ Бекпулатов - Халқаро илмий-техник анжуман–Тошкент, ТошДТУ, 2018
6. Исследование повышения степени извлечения аффинированного палладиевого порошка из сбросовых растворов AC Хасанов, БР Вохидов, AP Арипов, AA Асроров... - Литьё и металлургия, 2020



7. Ўзбекистон шароитида ванадий ва палладий ажратиб олишнинг технологик жараёнини тадқиқ қилиш АС Хасанов, БР Воҳидов, АР Арипов... - Композицион материаллар Илмий-техникавий ва амалий журнали, 2019
8. Разработка технологии обогащения вермикулитовых руд караузьякского месторождения АР Арипов, ФЭ Ахтамов, АА Саидахмедов, БР Воҳидов - ГОРНЫЙ Журнал Казахстана, 2022
9. Обогащение вермикулитовых руд Караузьякского месторождения республики Каракалпакистан АР Арипов, ДБ Холикулов, РК Гусейнов, ФЭ Ахтамов, - Universum: технические науки, 2021
10. Extraction of metals by using ozone from residue solutions of metallurgical production DB Kholikulov, AR Aripov, NB Khujakulov, AB Buronov - International conference on «Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects» Navoi, 2019
11. Современное состояние теории и практики подготовки шлаков медного производства ТТ Сирожов, АР Арипов, ШИК Уткирова - Academy, 2020
12. A research on the extraction of REE from a flotation concentrate NA Doniyarov, IA Tagayev, AA Asrorov, IN Murodov - International Journal of Advanced Research in Science, 2019
13. Research of technological processes of vanadium distribution in Uzbekistan BR Vokhidov, AR Aripov, SN Turobov, GF Mamaraimov - INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE, 2019
14. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕБИНБУЛАК АР Арипов, СЗ Намазов, ГФ Мамараймов - INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE, 2019
15. SIJAK KONI VANADIY TARKIBLI RUDALARNI KUYDIRISH JARAYONINING OPTIMAL PARAMETRLARINI O'RGANISH AS Hasanov, AR Aripov - International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 2023
16. VERMIKULITDAN TURLI MAHSULOTLAR OLIISH UCHUN DASTLABKI BOYITISH JARAYONLARI BR Voxidov, AR Aripov, FI Sayfullayev, AM Ikromov - Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2023

17. ОБОГАЩЕНИЕ ВЕРМИКУЛИТОВЫХ РУД ОЭ Тошев, ФЭ Ахтамов, АР Арипов, АБ Азимова - СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ИННОВАЦИИ В НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ, 2021
18. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ РУД СИДЖАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗБЕКИСТАНА АС Хасанов, БР Вохидов, ГФ Мамараимов, Фаррухжон Ибодович Сайфуллаев - Universum: технические науки, 2023