

ISSN 2091-5527
№ 2/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

SORBSIYA USULI ORQALI SANOAT SHAROITIDA RENIYDAN AP-00 AMMONIY PERRENAT OLIISH TEXNOLOGIYASI

Sherbutayeva D.D., Azizova X.M.

azizovaxolida@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada sanoat xom-ashyolaridan reniy ajratib olish va uni yuqori sof AP-00 markali *ammoniy perrenat* (NH_4ReO_4) ko‘rinishida olish texnologiyasi ko‘rib chiqiladi. Reniy odatda mis va molibden rudalarini qayta ishlash jarayonida yon mahsulot sifatida olinadi, uni eritmaga o‘tkazish uchun dastlab ruda konsentratlari qovurilib, uchuvchi reniy(VII) oksidlari shaklida gazga ajraladi. Perrenat kislotasi ko‘rinishidagi reniy ushbu gazlarni yuvish eritmasida to‘planadi. Eritmadan reniyni samarali ajratish va konsentratsiyalash uchun ion almashinuvchi sorbsiya usuli qo‘llanilib, ReO_4^- ionlari maxsus anionit qatronida tanlab ushlab qolinadi. Keyinchalik sorbentda to‘plangan reniy ammiakli eritma bilan desorbsiya qilinadi va natijada ammoniy perrenatning boy eritmasi hosil qilinadi. Ushbu eritmadan reniyning NH_4ReO_4 tuzi kristallarini cho‘ktirish uchun pH va harorat rejimi tartibga solinadi va bug‘latish orqali dastlabki *homaki* (texnik) ammoniy perrenat kristallari olinadi. Olingan xom mahsulotni bir necha bosqichda qayta kristallantirish hamda qo‘shimcha tozalash usullari yordamida tarkibidagi aralashmalar (xususan, kaliy va boshqalar) minimumga yetkaziladi. Natijada GOST 31411-2009 standarti talablariga javob beruvchi, reniy massaviy ulushi ~69,3% bo‘lgan, AP-00 navli yuqori sof ammoniy perrenat olinadi. Mazkur maqolada jarayon bosqichlari – reniyli xom-ashyoni qayta ishlashdan tortib, sorbsiya-desorbsiya, kimyoviy eritmadan sof mahsulotning kristallanishigacha bo‘lgan barcha bosqichlar – ilmiy manbalar ma‘lumotlari asosida tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar. Reniy, molibden konsentrati, sorbsiya va desorbsiya, ion almashinuv, ammoniy perrenat, qayta kristallantirish, GOST 31411-2009, AP-00 yuqori nav.

Kirish. Reniy (Re) – o‘ta noyob va yuqori haroratlarda barqaror metall bo‘lib, aviatsiya-kosmik sanoatda superqotishmalar tarkibida, neft-kimyoh sohasida katalizatorlar tarkibida va elektron qurilmalarda keng qo‘llaniladi. Reniy tabiiy holatda mustaqil rudalarda uchramaydi; u asosan mis va molibden rudalarining tarkibiy qismi sifatida uchraydi va ularni pirometallurgik qayta ishlash jarayonida yon mahsulot sifatida ajralib chiqadi. Masalan, molibdenit (MoS_2) konsentratlarini kuydirishda reniy (IV) sulfid ReS_2 oksidlanib, uchuvchan Re_2O_7 shaklida ajraladi. Bunday reniy oksidlari sanoat gazlarini yuvish (absorbsiyalash) jarayonida tutib qolinadi va natijada sulfat kislotali eritmada perrenat kislotasi HReO_4 hosil bo‘ladi. Reniy miqdori bunday yuvindi eritmalarda nisbatan kichik (odatda bir necha 10 mg/l atrofida) bo‘lib, eritma ko‘p miqdorda boshqa komponentlarni ham o‘z ichiga oladi (masalan, Mo, Cu, Fe, S, As, W kabi elementlarning ionlari). Shu bois, reniyni eritmadan bevosita kimyoviy cho‘ktirish yoki kristallantirish orqali ajratishda qiyinchiliklar tug‘iladi – past konsentratsiya va begona ionlarning xalaqit berishi yuqori sof mahsulot olinishiga to‘sqinlik qiladi.

Hozirgi vaqtda sanoatda reniy ajratib olishning eng samarali usuli – **ion almashinuv sorbsiyasi** va undan keyingi kimyoviy qayta ishlash texnologiyasidir. Ushbu usul bo‘yicha, reniy o‘z ichiga olgan yuvindi eritma yoki texnologik suyuqlik maxsus ionit – anion almashinuvchi qatron orqali o‘tkaziladi. Eritmadagi reniy oksianioni ReO_4^- (perrenat) sorbent tarkibidagi musbat zaryadli markazlarga elektrostatik tortilish orqali yutiladi va qatronida to‘planadi. Natijada, katta hajmdagi suyultirilgan eritmadan reniy ionlari kichik hajmdagi

qattiq sorbentda konsentratsiyalanadi – bu reniyni keyingi bosqichlarda kichikroq hajmdagi eritmaga o‘tkazish imkonini beradi. Ion almashinuv usuli mis va molibden ishlab chiqarish zavodlarining chiqindi suyuqliklaridan reniyni 95–97% gacha darajada ajratib olishga erishadi. Reniy bilan to‘yingan sorbent keyin alohida reaktorda *desorbsiya* qilinadi – ya‘ni, reniyni qaytarib yuvish jarayoni amalga oshiriladi. Buning uchun odatda maxsus desorbent eritma, masalan, ammiakning suvdagi eritmasi (NH_4OH) qo‘llaniladi. Ammiak eritmasi qatron bo‘shliqlariga kirib, undagi ReO_4^- ionlarini siqib chiqaradi va o‘zi qatronning funksional markazlarini to‘ldiradi; natijada ReO_4^- ionlari NH_4^+ kationi bilan birikib eritmaga o‘tadi. Mazkur bosqichda ham reniyning yuqori darajada ($\approx 99\%$) elutsiya qilinishiga erishiladi. Desorbsiya natijasida hosil bo‘lgan eritma tarkibida asosan ammoniy perrenat (NH_4ReO_4) bo‘lib, u bilan birga oz miqdorda erkin ammiak va bir qator birga desorbsiya bo‘lgan aralashma ionlar (masalan, sorbentda ushlanib qolgan sulfat, xlorid yoki nitrat anionlar, shuningdek, ba‘zi metall kationlari) ham bo‘lishi mumkin.

Asosiy natijalar va tahlil. *Reniy ajratib olish texnologik bosqichlari (umumiy ko‘rinish).* Sanoat sharoitida reniyli xom-ashyolardan ammoniy perrenat olish bir necha ketma-ket bosqichlardan iborat murakkab jarayondir:

1. **Reniyli konsentratni kuydirish:** Reniy saqlovchi rudali shixta granulyasiyalanib (peletlanib), maxsus pechda yuqori haroratda kuydiriladi. Natijada tarkibidagi reniy uchuvchi Re_2O_7 oksidi shaklida chiqib, qattiq qoldiq (kuyindi)dan ajraladi.

2. Gazlarni yuvish (absorbsiyalash):

Kuydirish natijasida hosil bo'lgan reniyli oqova gazlar absorberlarda yuviladi va gaz fazadagi Re_2O_7 suvli eritmada HReO_4 (perrenat kislotasi) ko'rinishida to'planadi. Shu tariqa reniy qattiq fazadan suyuq fazaga o'tkaziladi.

3. **Sorbsiya (ion almashinuv):** Olingan reniyli eritma ion-almashinuvchi anionit qatron orqali o'tkaziladi. Sorbsiya natijasida ReO_4^- ionlari qatron tomonidan tanlab yutilib, eritmadan chiqarib olinadi va konsentratsiyalanadi.

4. **Desorbsiya va bug'latish:** Reniy bilan to'yingan qatron ammiakli eritma bilan desorbsiya qilinadi – ReO_4^- ionlari qatronni tark etib, NH_4^+ ishtirokida eritmaga o'tadi, ya'ni ammoniy perrenatning dastlabki eritmasi hosil bo'ladi. Ushbu eritma keyinroq zichlashtirish uchun vakuumli yoki atmosfera bosimida bug'latilib, NH_4ReO_4 ning to'yinish darajasi oshiriladi. Natijada eritmadan xom ammoniy perrenat kristallari birlamchi cho'kmalanadi.

5. **Qayta kristallantirish va tozalash:** Birlamchi cho'kma – *homaki ammoniy perrenat* (texnik nav mahsulot) tarkibida bir qator aralashma ionlar bo'ladi. Uni eritib, qayta kristallantirish (zarur bo'lsa, bir necha marta) orqali aralashmalar miqdori pasaytiriladi. Qo'shimcha ravishda, eritmaga turli kimyoviy reagentlar qo'shib yoki membrana usullar bilan aralashmalar ajratiladi. Takroriy kristallantirish natijasida yuqori sof *AP-00* navli ammoniy perrenat olinadi.

6. **Yuvish va quritish:** Yakuniy kristallar aralashma qoldig'idan xoli qilish uchun sovuq distillangan suv bilan yuviladi hamda past haroratda quritilib, tayyor mahsulot – oq kristall kukun holdagi ammoniy perrenat olish bilan jarayon yakunlanadi.

Yuqorida keltirilgan har bir bosqichni batafsil ko'rib chiqadigan bo'lsak:

Reniylil xom-ashyodan eritma olish (kuydirish va absorbsiyalash). Reniy sanoatda odatda molibden konsentratlari tarkibida uchraydi va ularni qayta ishlash jarayonida ajratib olinadi. Masalan, Olmaliq KMK (O'zbekiston) mis-molibden ishlab chiqarish jarayonida molibdenit konsentratini kalsinatsiya qilish bosqichida reniy(VII) oksidi hosil bo'ladigan sharoit yaratiladi. Buning uchun konsentrat boshqa moddalar (masalan, koks, ohak va b.) bilan aralashtirilib granulalarga aylantiriladi va 500–700 °C atrofida havoda kuydiriladi. Reniy sulfidlari oksidlanib, Re_2O_7 ga aylanadi; Re_2O_7 ning qaynash harorati ~360 °C bo'lgani sababli u gazga o'tadi va gaz oqimi bilan pechdan chiqariladi. Kuydirishdan chiqqan gazlar tarkibida, shuningdek, oltingugurt dioksidi (SO_2), suv bug'i, chang va boshqa yoqilg'i mahsulotlari bo'ladi. Ushbu gazlar absorber apparatlarda yuvib tozalanadi – odatda 5–15% li sulfat kislotasi eritmasi bilan chayqatiladi. Natijada Re_2O_7 suvda parchalanib perrenat kislotasi HReO_4

hosil qiladi va H_2SO_4 kislotali eritmasida eriydi. Gazlarni yuvishdan olingan “yuvindi” eritma tarkibida reniy konsentratsiyasi nisbatan past bo'ladi (masalan, Balxash mis zavodi tajribasida atigi 6–10 mg/l Re). Biroq eritmaning umumiy hajmi katta bo'lgani bois unda jami reniy miqdori sezilarli bo'lishi mumkin. Eritmada bundan tashqari ko'plab begona ionlar: yuqori konsentratsiyadagi sulfat-ion (H_2SO_4 qoldig'i), eritmaning temir, mis, molibden, arsenik, qo'rg'oshin va boshqa metallar bilan ifloslanishi kuzatiladi. Shuning uchun bu bosqichda reniyni iloji boricha to'liq ajratib olib, imkon qadar kichikroq hajmdagi va kamroq aralashmali eritmaga o'tkazish zarur bo'ladi. Bu vazifa keyingi sorbsiya bosqichida hal etiladi.

Sorbsiya va reniyning konsentratsiyalangan eritmasini olish. Reniyli yuvindi eritma tarkibidagi ReO_4^- ionlarini tutib qolish uchun maxsus anion-almashinuvchi qatronlar (sorbentlar) ishlatiladi. Masalan, kuchsiz asosli polimer anionit *Purolite A170* o'zining aminoguruhleri yordamida kation sifatida kislotali eritmadagi ReO_4^- anionlarini samarali tortib oladi. Sorbsiya jarayonining parametrlari – eritma pH muhitining optimal oralig'i, kontakt vaqti va qatronning statik/dinamik sig'imi – tajriba orqali tanlanadi. Adabiyotlarda keltirilishicha, sulfat kislotali muhitda (pH~1) *A170* kabi sorbentlar reniyni boshqa birikmalar fonida yaxshi selektivlikda yutadi. Misol uchun, 1 m³ *Purolite A170* qatroni 6–10 mg/l Re bo'lgan 3600 m³ eritmadan ~20,8 kg reniyni o'zida to'plashi mumkinligi qayd etilgan. Bu bosqichda reniyni eritmadan ushlab qolish darajasi 95–97% gacha yetadi.

Sorbsiya yakunida reniy deyarli to'liq qattiq bosqichga o'tgach, sorbentni qayta ishlash – desorbsiya amali bajariladi. Desorbsiya uchun turli tarkibli eritmalar sinab ko'rilgan bo'lib, ularning vazifasi qatronni ReO_4^- dan “yuvish”dir. Eng ko'p qo'llaniladigani – **ammiakning suvdagi eritmasi** ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), ya'ni ammonyak. Ammiak eritmasi ishqoriy muhitga ega bo'lib, sorbentning funksional markazlarini neytrallaydi va ReO_4^- ning ajralishiga turtki beradi. Ammiak eritmasi tarkibida NH_4^+ kationlari bo'lgani uchun, desorbsiya qilingan reniy eritmada darhol NH_4ReO_4 tuzini hosil qiladi. Desorbsiya jarayonini qatron kolonkasiga 2–3 marta qatron hajmiga teng miqdorda ammiak eritmasini o'tkazish bilan amalga oshirish mumkin; bunda qatron yuzasida adsorbsiya bo'lgan reniyning ~99% eritmaga ko'chadi. Ammiak konsentratsiyasi va harorat desorbsiya samaradorligiga ta'sir qiluvchi muhim omillardir: masalan, 2–6% li NH_3 eritmasi 20–40 °C da ko'p hollarda yetarli bo'ladi.

Desorbsiya natijasida olinadigan **ammoniy perrenatning dastlabki eritmasi** odatda rangi va tarkibi bo'yicha “texnik” hisoblanadi. Eritma shaffof bo'lsa-da, tarkibida ortiqcha ammiak, sorbentdan chiqqan ba'zi organik moddalar va birga desorbsiya

bo'lgan ionlar (masalan, reniy bilan birga qatron tomonidan kam miqdorda yutilgan MoO_4^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- va boshqalar) bo'lishi mumkin. Keyingi maqsad – shu eritmadan sof ammoniy perrenat tuzini qattiq holda ajratib olish.

Ammoniy perrenatni eritmadan cho'ktirish: reagentlar, pH va harorat. Reniyning NH_4ReO_4 ko'rinishida eritmada bo'lishi – uni qattiq tuz holiga o'tkazishni ancha soddalashtiradi, chunki ko'pchilik begona metallar (masalan, Fe, Cu, Pb va b.) ammiakli muhitda gidroksid ko'rinishida cho'kib qoladi yoki sorbentda qoladi. Biroq, bir qator begona komponentlar (ayniqsa, ruda tarkibidan kelgan kaliy, natriy va molibden) ammoniy perrenatga o'xshash eruvchanlik xossasiga ega bo'lib, NH_4ReO_4 bilan birga eritmada qolaveradi. Ammoniy perrenatning suvdagi eruvchanligi haroratga bog'liq: masalan, 20 °C da 100 g suvda taxminan 34 g NH_4ReO_4 eriy oladi, 60 °C da ~70 g, 100 °C da esa 120 g dan ortiq eriydi. Shu bois, eritmani bug'latib konsratsiyalash yoki sovitib to'yintirish orqali NH_4ReO_4 ni kristall tarzda cho'ktirib olish mumkin. Amaliyotda ko'pincha eritma hajmi kamayguncha qaynaguncha bug'latiladi, so'ngra sekin sovitiladi – shu jarayonda ortiqcha tuz kristallari cho'kmaga tushadi. Kristallanishdan avval eritma muhitini optimal pH ga keltirish muhim: tajribalar ko'ra ~6,5–7,0 atrofidagi neytral muhitda NH_4ReO_4 kristallanishi samaraliroq kechadi. Bu holatda begona ionlarning ko'pi (masalan, MoO_4^{2-} , WO_4^{2-}) eritmada qoladi va NH_4ReO_4 kristall panjarasiga kamroq kiradi. Agar eritma ortiqcha ishqoriy (pH>9) bo'lib qolsa, NH_4ReO_4 ning eruvchanligi oshib ketishi va kristall chiqimi kamayishi mumkin; aksincha juda kislotali muhitda (pH<1) reniyning bir qismi HReO_4 ko'rinishida qolib, kristall holga o'tmaydi. Shu sababli, desorbsiya olingan eritmada ortiqcha ammiak bo'lsa, uni ± 6.5–7 pH gacha neytrallash lozim (masalan, bug'latish jarayonida ortiqcha NH_3 uchib ketadi yoki zarurat bo'lsa, sekin-asta kislotali eritma qo'shib pH tuzatiladi).

Kristallantirish jarayonida eritmaga ayrim maxsus reagentlarni qo'shish texnologik samara beradi. Masalan, platina-reniy katalizatorlarini qayta ishlash amaliyotida eritmaga *natriy sulfit* (Na_2SO_3) qo'shish taklif qilingan: ~90–95 °C da Na_2SO_3 begona metallar – platina, mis, temir ionlarini sulfito-komplekslarga aylantirib, ularni noorganik cho'kma holida ajratadi. Sulfit qo'shilgach, eritma aralashtirilib, hosil bo'lgan qattiq cho'kma filtrlanadi. Reniy esa NH_4ReO_4 tarkibida eritmada qoladi, chunki perrenat-ion sulfit bilan cho'kmaga tushmaydi. Shuningdek, agar eritmada **kaliy** mavjud bo'lsa, ma'lum miqdorda KReO_4 ham birgalikda cho'kishi mumkin – KReO_4 ning eruvchanligi (20 °C da ~15 g/100g suv) NH_4ReO_4 nikiga yaqin. Natijada NH_4ReO_4 kristallarida K^+ ionlari aralashma sifatida qolishi xavfi bor. Shu bois, yuqori sof mahsulot

olishda kaliy miqdorini kamaytirish alohida e'tibor talab qiladi.

Yuqori sof AP-00 ammoniy perrenat olish: qayta kristallantirish va tozalash. Desorbsiya qilingan eritmadan bug'latish yo'li bilan ajratib olingan birlamchi *homaki ammoniy perrenat* odatda **texnik navli** mahsulot hisoblanadi. Uning tarkibidagi reniy ulushi taxminan 68,5–69% ni, qolgani esa suv va aralashmalar hissasini tashkil etadi. Masalan, pilot miqyosdagi tajribada dastlabki kristallanish natijasida olingan texnik NH_4ReO_4 da reniy 68,85% bo'lgan, kaliy aralashmasi esa 0,0033% (33 ppm) ni tashkil etgan. Garchi bu kichik ko'rinsa-da, AP-00 nav standart bo'yicha kaliy miqdori 0,001% dan oshmasligi lozim, ya'ni 10 ppm atrofida. Shuningdek, boshqa begona metallar (Mo, Cu, Fe, Al va b.) ham texnik mahsulotda iz miqdorda qoladi. Shu sababli, ammoniy perrenatni takroran eritib, qayta kristallantirish orqali ularni imkon qadar kamaytirish zarur. Bir martalik qayta kristallantirish odatda mahsulotni AP-0 (yaxshi) navgacha tozalashi mumkin xolos; eng yuqori AP-00 navini esa faqat ko'p bosqichli qayta kristallantirish yoki qo'shimcha kimyoviy-membranali tozalash usullari bilan olish mumkinligi ilmiy adabiyotlarda ta'kidlangan.

Amaliy jihatdan, qayta kristallantirish jarayonida **fraksiyalash** usulidan foydalaniladi: masalan, eritmadan kristallarning ma'lum bir qismi ajralgach, kaliy kabi aralashma ionlarining katta qismi hali eritmada qoladi (chunki birinchi navbatda NH_4ReO_4 sof holda kristallga o'tishga intiladi). Keyin ana shu *ana eritma* (analit) ajratib tashlanadi va kristallar yana toza suvda eritilib, ikkinchi marta kristallantirishga tushiriladi. Bunda har bir bosqichda aralashmalar konsratsiyasi pasayib boradi. Ilmiy manbalarda keltirilganidek, texnik perrenatni tozalashda bevosita va fraksiyali (bosqichma-bosqich) qayta kristallantirish yordamida AP-0 (69,1% Re) navli mahsulotga erishilgan, biroq kaliy miqdori AP-00 talabidan biroz yuqori qolgan. Kaliy kabi aralashmalarni butkul cheklash maqsadida qo'shimcha usullar tatbiq qilinadi – masalan, ion almashinuv yoki elektrodializ yordamida eritmadan ortiqcha kationlarni olib tashlash. Xususan, Xitoylik tadqiqotchilar eritmani 8,5 pH gacha ammiak bilan ishqorlab, so'ng *kation-almashinuvchi qatron* orqali o'tkazib, undagi barcha metallar kationlarini (shu jumladan K^+ , Na^+ , NH_4^+) yutdirganlar. Natijada, faqat perrenat kislotasi (HReO_4) qolgan toza eritma olinadi. Keyinchalik ushbu eritma alohida reaktorda sof ammiak bilan neytrallab, sof NH_4ReO_4 ni birdaniga cho'ktirib olganlar; hosil bo'lgan mayda kristallarni 3 °C dagi muzdek suv bilan yuvib, 60–80 °C da issiq havoda quritish orqali 4N (99,99%) tozalikdagi yakuniy mahsulotga erishilgan. Bunday zamonaviy usullar AP-00 talablarini to'liq qanoatlantiruvchi ammoniy perrenat olishga imkon beradi. Balxash pilot zavodida esa texnik NH_4ReO_4 ni bir necha

marta qayta kristallantirish va elektrodializ orqali tozalab, GOST 31411-2009 standartiga mos sof ammoniy perrenat (AP-00) olinganligi haqida xabar berilgan.



1-rasm. AP-00 markali ammoniy perrenat oq kristall ko'rinishidagi kukun shakli

AP-00 nav mahsulot sifat ko'rsatkichlari. Ammoniy perrenat mahsuloti sifatiga davlat standarti GOST 31411-2009 bo'yicha qat'iy talablar qo'yilgan. Unga muvofiq, mahsulot quyidagi navlarga bo'linadi: **AR-1** (eng past sifat), **AR-0** (yaxshi sifat) va **AR-00** (eng yuqori sifat; ba'zan **AP-00** deb ham yoziladi). AP-00 navli ammoniy perrenatda reniyning massaviy ulushi kamida 69,2–69,3% bo'lib, bu deyarli teorik maksimumga yaqin qiymatdir. Qolgan ~30,7% esa ammoniy va kislorod ulushi hamda namlik va iz aralashmalar hissasiga to'g'ri keladi. Standartga ko'ra AR-00 navda har bir begona metalning massaviy ulushi 0,001% dan oshmasligi lozim (faqat oltingugurt uchun $\leq 0,002\%$). Masalan, kaliy $\leq 0,001\%$, molibden $\leq 0,0005\%$, temir $\leq 0,0005\%$, kremniy $\leq 0,001\%$ kabi cheklovlar belgilangan. Solishtirish uchun, pastroq AR-1 navda kaliy miqdori 0,01% gacha, kremniy 0,002% gacha ruxsat etiladi. Demak, AP-00 navini olish jarayonida ayniqsa kaliy, natriy, oltingugurt, molibden kabi aralashmalarni minimallashtirishga erishilmog'i lozim. Yakuniy mahsulot – oq kristall kukun holdagi NH_4ReO_4 – quruq holda, zich yopiladigan polietilen paketlarda saqlanadi. Mahsulot gigroskopik emas, lekin nam muhitda oz miqdorda suvni shimishi va

biroz erib qolishi mumkin. AP-00 ammoniy perrenati asosan reniy metalli kukuni va ingotlarini ishlab chiqarishda xomashyo sifatida, shuningdek, katalizatorlar tayyorlashda ishlatiladi. Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan ushbu yuqori sof mahsulotni olish uchun qo'llaniladigan bosqichma-bosqich texnologiya doimiy takomillashtirib borilmoqda, bunda sorbsiya, ekstraksiya, membranali ajratish kabi zamonaviy usullar uyg'unligi eng yaxshi natija berishi kuzatilmoqda.

Xulosa o'rnida. Reniy tutgan xom-ashyolardan AP-00 navli ammoniy perrenat olish ko'p bosqichli va murakkab gidrometallurgik jarayondir. Ushbu jarayonning muvaffaqiyati har bir bosqichning to'g'ri amalga oshirilishiga bog'liq: reniyni gaz fazasidan to'liq eritmaga o'tkazish, sorbsiya orqali uni tanlab konsentratsiyalash, ammiakli muhitda yuqori sifatli NH_4ReO_4 eritmasini olish va uni bosqichma-bosqich qayta kristallantirish orqali tozalash talab etiladi.

AP-00 navli mahsulotni olish uchun asosiy e'tibor kaliy, molibden, temir kabi aralashmalarni zarur darajada kamaytirishga qaratilishi kerak. Ammoniy perrenatning fizik-kimyoviy xossalarni inobatga olgan holda pH, harorat va eritma konsentratsiyasini optimallashtirish, ortiqcha reagentlarni to'g'ri tanlab qo'llash bu jarayonda muhim rol o'ynaydi. Kristallantirish texnologiyasini mukammallashtirish, sorbsiya-desorbsiya tizimini takomillashtirish orqali reniyni yo'qotmasdan, yuqori sof, sanoat talablariga to'liq javob beruvchi AP-00 ammoniy perrenat olish imkoniyati mavjud. Ushbu tadqiqotlar O'zbekiston sharoitida (xususan, OKMK yoki boshqa mis-molibden boyitish korxonalarida) rheniyni qayta ishlash va undan eksportbop yuqori qiymatli mahsulot tayyorlash uchun zamonaviy, ekologik va iqtisodiy jihatdan maqbul texnologik asos bo'la oladi. Shu sababli, AP-00 ammoniy perrenat olish texnologiyasini ilmiy asoslash va milliy ishlab chiqarishga joriy etish bo'yicha amaliy tadqiqotlar dolzarb hisoblanadi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. **GOST 31411–2009.** Ammonium perrhenate. Technical specifications. – Moscow: Standartinform, 2009. – 8 b.
2. Rukhin, L.Z., Sadykov, V.A. *Extraction and purification of rhenium from industrial molybdenum solutions.* // Journal of Applied Chemistry of the USSR. – 1985. – Vol. 58, No. 1. – P. 125–130.
3. **Purolite Ltd.** Product Data Sheet: *Purolite A170, A1721* – Strong base anion exchange resin. www.purolite.com
4. Trofimenko, A.V., Romanov, V.P. *Industrial rhenium recovery: technological solutions and future trends.* // Metallurgiya i Obogashchenie Rud. – 2014. – №4. – B. 50–56.
5. Chen, X. et al. *Recovery and purification of rhenium from ammonium perrhenate solution by ion exchange.* // Hydrometallurgy. – 2016. – Vol. 162. – P. 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2016.03.002>
6. Семенов, Г.И., Якимов, А.И. *Извлечение и очистка рения из газовых выбросов при обжиге молибденового концентрата.* // Цветная металлургия. – 2003. – №6. – С. 42–46.
7. Плешков, В.Г. *Рений: свойства, получение, применение.* – М.: Металлургия, 1972. – 248 с.
8. Долгов, Л.В., Конопляников, А.Г. *Технология получения высокоочищенного перрената аммония.* // Химическая промышленность. – 2010. – №8. – С. 33–37.
9. Felix, G., Wang, Y., Zuo, Z. *Selective sorption of ReO_4^- anions using functionalized ion-exchange resins.* // Separation and Purification Technology. – 2020. – Vol. 238. – P. 116456. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.116456>
10. Азизова Х.М., Усмонкулов О.Н., Каттаев Н.Т., Бабаев Т.М., Акбаров Х.И., Хасанов А.С., Якубов М.М. *OKMK шароитида молибден ишлаб чиқариш эритмасидан ренийни ажратиш: халақит берувчи ионларни селектив тозалаш ва сорбциявий ёндашув* // Композицион материаллар. – Тошкент, 2025. – № 1. – С. 185-189.

6. Проблемные обзоры

Абед Н.С., Негматов С.С., Улмасов Т.У., Негматов Ж.Н., Туляганова В.С., Рузиева Б.Ю., Хаминов Б.Т., Бозорбоев Ш.А., Шамсиева С.С. Современное состояние и анализ акустических композиционных полимерных материалов, применяемых в различных отраслях промышленности	160
Эминов А.М., Хокимов А.Э., Кадирова З.Р., Худайназаров Ф.С., Турдикулов И.Э. Перспективы применение нефтяных шламов в производстве керамических строительных материалов	164
Улмасов Т.У., Абед Н.С., Негматов С.С., Негматов Ж.Н., Хаминов Б.Т., Туляганова В.С., Рузиева Б.Ю., Бозорбоев Ш.А., Шамсиева С.С. Актуальность создания акустических композиционных материалов с применением нанодисперсных модификаторов	168
Юлдашов Д.Я., Юсупбеков А.Х., Зубков Д.Г., Шамсиева С.С. Особенности состава тонкодисперсных шунгитовых порошков	171
Safarov A.R., Bozorov A.N., Ibragimov A.V. Bir o'lchamli Zn(II) koordinatsion polimerida azot molekularining adsorbsiyalanish jarayonini o'rganish	173
Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Мирзарахимова З.Б. Способы переработки изношенных шин	176
Кадиров С.У., Дадаходжаев А.Т. Производство железоксидного пигмента из отработанных среднетемпературных катализаторов	179
Inomova D.X., Yunusxodjayeva X.M. Insonning tana tuzilishi xususiyatlarini inobatga olib kiyimning konstruktiv-kompozitsion yechimini takomillashtirish	181
Pardayev O.T., Kenjayev N.N., Abdurakhmonov E.B. Kaolin gilidan olingan y-tipli zeolitning rentgen difraksion tahlili	185
Максудходжаева М.С. Комплексное использование промпродуктов переработки клинкера техногенного сырья цинкового производства	188
Sherbutayeva D.D., Azizova X.M. Sorbsiya usuli orqali sanoat sharoitida renydan AP-00 ammoniy perrenat olish texnologiyasi	191
Yunusxodjayeva N.D., Mirtolipova N.X., Yunusxodjayeva X.M. Ayollar ustki kiyimlarida transformatsiya elementlarini qo'llanilishi va iqlimga mos konstruktiv-dekorativ yechimlarini ishlab chiqish	195
Kenjayev N.N., Pardayev O.T., Abdurakhmonov E.B. Skanerli elektron mikroskopiya (SEM) kaolin gilidan sintez qilingan y zeolitning tahlili	198
Садикова Н.К., Амонов М.Р. Изучение очистки сточных вод нефтеперерабатывающих производств комбинированным способом	201
Abdulahobova S.A., Mirtalipova N.X., Kamilova H.H. Ekstremal sovuq iqlim uchun mo'ljallangan maxsus kiyim paketini takomillashtirish	205
Panjiyev O., Negmatov S., Abed N., Talipov N. Rheological and mechanical properties of microsilica composite grouting materials for soil wall stabilization in oil well casing	209
Абед Н.С., Негматов С.С., Абдукахаров А.А., Туляганова В.С., Касымов Ш.Б., Джабаров Б.Т., Мурадов И.И., Эргашев Н.Э., Хайдаров И.Ю., Курбанов У.М., Бозорбоев Ш.А. Выбор полимеров и органоминеральных наполнителей и методика получения композиционных материалов с высокими электрофизическими и триботехническими свойствами	212
Negmatov S., Panjiyev O., Talipov N., Abed N. Investigation of the physico-mechanical properties of cement-microsilica compositions based on inorganic ingredients for soil wall stabilization in gas wells	215

7. Вести из лаборатории

Абед Н.С., Улмасов Т.У., Негматов С.С., Негматов Ж.Н., Туляганова В.С., Рузиева Б.Ю., Бозорбоев Ш.А., Шамсиева С.С. Изучение и анализ органоминеральных компонентов, применяемых для улучшения акустических характеристик волокнисто-пористых композитов	219
Абед Н.С., Негматов С.С., Касымов Ш.Б., Туляганова В.С., Мурадов И.И., Джаббаров Б.Т., Эргашев Н.Э., Шамсиева С.С., Хайдаров И.Ю., Курбанов У.М., Бозорбоев Ш.А., Абдукахаров А.А. Перспективы создания композиционных полимерных материалов и покрытий с электропроводящими структурами и высокими триботехническими и механическими характеристиками	222
Xolmirzayev N.B., Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Toshmatova Sh.T., Nurdinov Z.B., Nazarova N.T. Po'lat qotishmalaridan quymalar olishda nometall qo'shimchalarni kamaytirish ustida olib borilgan tadqiqotlar tahlili	224
Muxtorov S.A. Mahalliy va ikkilamchi xom-ashyolardan, issiqlikka chidamli, yuqori xromli cho'yanlar olishning amaliy istiqbollari	226
Yakubov M.M., Jumayeva X.Y., Yakubov O.M., Maksudxo'jayeva M.S., Suzeva S.N. "Yoshlik 1" karyerini mis porfir rudasini flotatsiya qilish jarayoni uchun tog'jinlarini hosil qiluvchi minerallarning selektiv yig'uvchi reagentini va depressorini tanlash	228