

**Ўзбекистон Республикаси Олий ва Урта махсус
таълим вазирлиги**

Навоий давлат Кончилик Институти

«Металлургия ва бойитиш» кафедраси

«Нодир металллар металлургияси»

фанидан маъруза матнлари туплами

Муаллиф: доц. М. Аскарлов

Режа буйича ажратилган соат 70 соат

Навоий 2006
1 қисм. 7-семестр
Маъруза №1

Мукаддима

Олтин жуда кадим замонлардан бери одамзод томонидан ишлатилиб келинадиган металллардандир. Олтин одамлар ибтидоий булиб яшаган пайтларда ҳам маълум булиб, уни дарё ва кул сувларидан ювиб олар эдилар. Унинг куешдек товланиб, иссиғу совукда турли туман аралашма ва эритмаларда узгармай, эримай ва уз хусусиятини заррача узгартирмай, кола олиши, унинг кадри кийматини ошириб юборади (1). Унинг ер қобигидаги миқдори 0,000001% холос. ($10^{-5}\%$). Каттик ернинг бир километр чуқурликкача борадиган ташки пустлоғида кам деганда 5000 000 000 (5 млрд) т. олтин бор (3). Олтиннинг солиштирма оғирлиғи: 19,258 ва 20,72 г/см³. т/м³.

Эриш температураси 1063 градус

Кайнаш температураси 2200 ва 2598⁰С. Олтин бошқа металлларга караганда юмшоқ шу сабабдан ундан 1/250 000 дюйм 1/1000 мм Зар коғоз (фольга) яшаш мумкин. 1гр олтинни салкам 3 км узунликка чузиш мумкин (167 ярд.масофага)[1].

Нодир металллар гуруҳига олтин билан бир каторда палладий, иридий, осмий, радий ва рутенийлар киради. Олтиннинг энг яқин хусусиятини узида жамлаган, аммо хавода узок турса оксидланиб, қорайиб қоладиган, айрим кислоталарда эрийдиган қумуш ишлаб чиқариш ва халқ хужалиғида ишлатилиши жиҳатидан олтиндан кейинги уринда туради. Олтин узининг узгармас ва нодир хусусиятлари билан давлатлараро пул муомиласи урнида, валюта сифатида кенг ишлатилади. Бундан ташқари у давлатларнинг жаҳон банкларидаги бойлик жамғармалари сифатида ундан фойдаланиб бойлик орттириб даромад келтирувчи вазифани ҳам бажаради.

Давлатлараро товар айрбошлашда олтин бирдан бир ишончли муомала воситасидир.

Фан ва саноатда олтин (ювелир) заргарлик, тиш протезлаш, мицинада, космик лабораторияда ва станция қурилмаларида қотишма-металл сифатида, утга ва кислотага чидамли асбоб усқуналарда ишлатилади.

Қумуш саноатда катализаторлар сифатида, қумуш қоплама, халқ хужалиғида идиш-оёқ тайёрлашда ишлатилади. Қумуш қотишма ва қавшарлаш метали сифатида ҳам қулланилади. Қумуш идишларда сақланган сув узок пайтгача айнимайди. Сабаби у бошқа идишлардан қура оксидланишга бардошлироқдир. У бор жойда микроблар тез яйраб кета олмайди. Платина ва платиноидлардан энг сезгир, утга чидамли, асбоб-усқуна, лаборатория жиҳозлари хозирлашда ишлатилади. Платина ва

палладий нефть саноатида катализатор сифатида кенг ишлатилади. Шу боисдан нодир металлларни купрок ишлаб чиқариш зарурдир. Бунинг учун рудалар таркибида мураккаб шароитда бўлган нодир металл элементларини, фан ва техниканинг энг илгор, фаол, самарали ютуқларидан фойдаланиш зарур бўлади.

Мавзуни кенг ёритиш учун нодир металлларни таснифлаш котишмаларнинг кенг истимол қилиниши ҳақида янги адабиётлардан фойдаланилади. Президент И.А. Каримов асарларидан намуналар келтирилади

Олтин ишлаб чиқариш тарихидан

Олтин узининг ташки физик хусусиятлари-ялтироклиги, товланувчанлиги куркамлиги билан жуда қадим замонлардаёқ одамни узига жалб қилган. Унинг тугма ҳолда учраган доналарида бу хусусиятлар кузга ута ташланиб турган. Тарихий манбаларда олтин ишлаб чиқаришни эрамиздан аввалги IV-V асрларда бошланган деган маълумотлар бор. Тарихдан маълумки энг қадимги замонларда олтин Мисрда, Вавилонда, Грецияда, Румда қазиб, юшиб олинган. У замонларда олтин асосан териб, оддий асбоблар, идишларда юшиб олинадди. Бу оғир меҳнатни куллар бажарар эдилар. Эрамиздан аввалги I-II асрлардагина содда ва оддий асбоб-ускуналар, техника асослари жорий қилина бошланди. Булар тош кели-руда майдалагичлар, ёргучоклар эди. Одамлар бу даврга келиб кумлардан, майдаланган рудадан олтинни юшиб олишда оддий нов, тарнов,(шлюз), тери жунлари ишлатила бошланди. Кейинроқ эса уни симоб ёрдамида руда таркибидан ажратиб олиш йуллари кашф қилинди. Буни илмий тилда амальгамация дейилади. Аввало Румда, Мисрда кейинроқ эса бошқа мамлакатларда олтинни эритиш, ҳатто тозалаш (купеляция), яъни олтин таркибидаги нокерак моддаларни буглантириб-хайдаб тозалаш усуллари ҳам пайдо бўлди. Бу даврга келиб олтинни куплаб қазиб ва юшиб оладиган давлатлар сони купайди. Бундай давлат ва минтақаларга Миср, Нубия, Испания, Венгрия, Руминия, Болгария, Галиция, Кичик Осиё, Кавказ, Хитой, Америка ва айтиш мумкинки, улар қаторида Урта Осиё ҳам бор эди. Илк урта асрларда техника ва технология ҳали жуда содда, оддий ва қулбола эди. Аммо Алхимиянинг ривожланиши, ҳамда Алхимикларнинг ҳатти-харакатлари туфайли олтин ва қумушнинг химик хусусиятларини урганишга жуда катта ҳисса қушилди. Эрамиз бошларига оид, археологик қазилма топилмаларидаги олтин, қумуш, бронза, мис буюмларининг топилиши бизнинг улқамизда металлургия тарихининг бой илдизлари борлигидан далолат беради.

Илмий адабиётларда X-XV асрдаги олтин ва қумуш ишлаб чиқариш техника ва технологияси ҳақида маълумот берилмайди. Ҳолбуки бу даврга келиб, IX асрдан бошлаб фан-техника ривожланиши Урта Осиёга, жумладан қадимги⁴ Ўзбекистон музофотида қучган эди. Бу даврга келиб, жаҳон фанига юксак ҳисса қўшган Ал-Фарғоний, Ал-Ҳоразмий, Ал-Беруний, Ал-Форобий, Абу-Али Ибн Сино каби етук фан арбоблари етишиб чиқди.

Ҳар бирининг аниқ фанлар ҳақида унлаб рисолалари пайдо бўлди. Ал-Фарғонийнинг «Микёси-Нил» қурилмаси ва унинг ёзишмалари сув билан ишлайдиган гравитация усули тарихидан намунадир. Ал-Берунийнинг минераллар, рудалар ва металллар ҳақидаги улқан-«Минералогия» асари металлургиямизнинг ёзма манбаларининг жамламасидир. Бу даврга келиб Бухоро, Самарқанд, Қизилқум, Шош-Илок музофотида унлаб олтин ва қумуш қонлари топилди ва қазиб, ундан олтин, қумуш, мис металлари эритиб

олина бошланди. Бу даврдаги узига яраша катта конлар конимансур, Лошкарарак, Кизил олма, Лангар, Зирабулок, Кизилкум конларидир. Олтин хомашёси майдаланиб, флюслар кушилиб, шихта тайёрланиб муставкат (тигель) каби, сопол ва чинни-форфор идишларда, манкал ва олов-яллигли печьларда эритиларди. Бу хол то Чингизхоннинг истилосигача давом этди. Бу даврда шлюзлар(тарновларда) идиш-оёкларда олтин ювиб олши, симоб ёрдамида – амальгама йули билан олтин олиш юксак даражада, уз даврига нисбатан ривож топди. Америка кашф этилгач, XVI асрдан бошлаб жахонда олтин олиш тез ушиб борди. XVI асрларда олтин тош майдалаш ёргучок тегирмонлари ихтиро килинди (толгей). 1681 йилдан то 1760 йилгача Бразилияда катта-катта сочма олтин конлари топилди. Уралда, Сибирда, Калифорнияда, Австралияда олтин конларининг очилиши, олтин ишлаб чиқариш микдорини ошириб юборди. Тугма олтин конлари рудаларини майдалаш учун – тошкелили ёргучоклар қурилди. Амальгамация фабрикалари ишга туша бошлади. Мустахам сульфидли олтин рудалари, металлургия заводларида аввал сульфид холида эритиб олиниб, кейин олтин ва қумушга ажратилиб ишланди. Жанубий Африка 1890 йилларда топилган Рэнда ва Трансвал олтин конлари, олтин ишлаб чиқариш салмогини янада ошириб юборди. 1880 йилларда Хиндистон, 1890 йилларда Аляскадаги олтин конлари очилди.

Сочма олтин конларининг қамайиши, тугма (коренной) олтин конларидаги мураккаб таркибли олтин захирасини ажратиб олишнинг янги технологиясини яратишни талаб қилар эди. Бу даврга келиб Россияда Багратион(1843й), Америкада Эльснер(1846й) ва Фарадей(1856) й илмий изланишларидан келиб чиқиб, кислород ёрдамида, синил ишқорларида олтиннинг эришини баён қилдилар. Орадан сал кам 50 йил утибгина дунёда биринчи марта 1890 йилда олтинни синил ишқорларида танлаб эритиш йули билан олтин ажратиб олиш фабрикаси қурилди. Бу технологияга асосланган қурилма Россияда 1897-98 й.да Кучкорли ва Березовскда ишга тушди. Хозирги кунда олтин ишлаб чиқариш бўйича Жанубий Африкадаги-Трансваалда йилига 900 т.га яқин олтин эритилади. Канада 2-нчи уринда бўлиб йилига 100т. олтин эритиб олади.

Олтин, айтиб утқанимиздек, Урта Осиёда, жумладан хозирги Ўзбекистон музофотида X-XII асрларда жуда қуп олтин конлари ишга туширилди. Бу конлар асосан Бухоро, Самарканд, Фаргона ва Шош-Илок вилоятларида эди. Бу жойлардаги олтинлар асосан тарновларда, мол териси ёпилган новларда, махсус тоғора, галвир-элакларда ювиларди. Соф тугма олтин ва олтин бойитмалари махсус муставкатларда эритиларди. Бундай муставкатлар археология қидирув ишлари пайтида Ахсикет шаҳар харобаларидан қуплаб топилди. Ар-Розийнинг ёзиб қолдиришича муставкат асосан гил-лойдан, мустахам, утга чидамли оловбардош материалдан тайёрланган. Мустакат(тигель)нинг бўйи 25-30см, диаметри 8-10 см. бўлиб, у печь ичига 4-5 тадан қуйиб эритилган. Ичидаги хаво ва газ чиқиб кетиши

учун муставкат огзида чойнак калпогига ухшаш, уртаси дунгрок, диаметри 1 см. келадиган тешикча булган. Муставкат ичидаги шихтани асосан хомашё, бур, навшадил, кварц, ташкил этган. Купинча рудадаги энг майда зарра олтинлар симоб ердамида (амальгамация), чатиштириб олиш йули билан ажратилган. Бунинг маъноси шундаки олтин симобга юкади. Симоб узига юккан олтин заррасини илаштириб олади, олтин илашгансимоб сув билан рудадан ажратиб олинган. Рудадан тез ва енгил ажратиб олинган олтинли симоб, алохида эритилган. Тахминан 600⁰С градусда симоб бугланиб ва уни махсус сувли совутгич найчаларда тутиб, яна симоби тупланиб, технологияда кайта ишлатилган. Идиш тагида колган олтин ва кумуш бир-биридан ажратиб олиб, алохида эритилган. Рус олими М.В.Ломоносов (1711-1765) олтинни хлор ёрдамида ажратиб олдишни таклиф килди. XIX асрда синил ишкор эритмасида олтин ва кумуш эриши

асосидаги технология ишлаб чикаришга кенг жорий килина борди. Бу жараёни назарий томондан П.Р.Багратион 1843 йил исботлаб берган эди. У кислород ёрдамида олтин ва кумушнинг эриши тезлашиб, у узларидан пастрок турган металллар ёрдамида кайтарилиши мумкинлиги хам исботланди. П.П. Аносов кумлардаги олтинни чуянда эритиб, ажратиб олишни таклиф килди. В.Я.Мостович ва унинг шогирдлари олтинни ажратиб олишда гравитация, комбинация усулларидан фойдаланиш каби усулларни жорий этди. Кейинрок олин ва кумуш ажратиб олишда гидрометаллургия жараёни купрок кул келиб, бу борда экстракция ва сорбцияли технология тобора кенгрок ишлатила бошланди. Хозир эса бу технологиясиз олтин ажратиб олишни тасаввур килиш кийин. Бу ҳақда кейинрок, батафсил тухталамиз.

Бу мавзунинг чуқур урганишни истаган талабалар Абу Райхон Бериунининг «Минерология» М.1963, китобини, Ю.Ф. Буряковнинг Горное дело и металлургия средневекового Илака. М. Недрa 1974й фойдаланишлари мумкин

Назорат учун саволлар

1. Ўзбекистон ҳудудида қачондан бошлаб қонлар ишга туширилиб металл эритилган?
2. Қдимги дунё тарихчиларидан Плато ва Страбонлар Урта Осиё халқларининг металллардан фойдаланиши ҳақида нима деган эдилар?
3. Амир темур давридаги қончилик ишлари ҳақида нималарни биласиз?

Маъруза №2 Олтин кумуш ва улар бирикмаларининг физик-кимёвий хоссалари.

Олтин- олтин ранг, сарик, енгил болгаланувчан, юмшок металл, томонлари марказлашган куб шакл кристаллик панжарага эга, $a = 4,0704 \text{ \AA}$, кумуш ҳам юмшок металл булиб, факат рангги «кумушсимон» ок, $a = 4,0772 \text{ \AA}$. Уларнинг физик кимёвий хусусиятларининг ута якинлигидан, бир-биридан чексиз эрий оладиган котишмалар каторини ҳосил қилиш мумкин. Қуйидаги 1-нчи жадвалда олтин ва кумушнинг хусусиятлари кўрсатилган.

Жадвал-1.

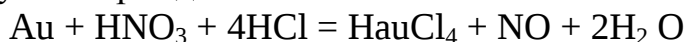
Олтин ва кумушнинг асосий физик хоссалари.

	Хоссалари	Олтин	кумуш
1	2	3	4
1.	Атом массаси	196,967	107,870
2.	Зичлиги, 2/см	19,3	10,5
3.	Атом радиуси $A \dots$	1,44	1,44
4.	Ионли радиуси, $A \dots$	1,37 $A_{и}$	1,13 $A_{г}$
5.	Эриш температураси $^{\circ}C$	1063	960,5
6.	Қайнаш температураси $^{\circ}C$	2947	2212
7.	Эриш иссиқлик сигими, кол/г	15,5	25,1
8.	Бугланиш иссиқлик сигими кол/г	415	565
9.	Солиштира иссиқлик сигими кол/г х град...	0,0306	0,0565
10.	Иссиқлик утқизиш сигими О дан 100 С гача кол/см.град.сек.)	0,744	0,998
11.	Солиштира электр утқизиши 20 С да ом/сек...	2,25х 10	1,59х10
12.	Мустаҳкамлик, қаршилик модули кг/мм ² ...	7900	7648
13.	Мустаҳкамлик чегараси кг/мм ²	14	10
14.	Қаттиқлиги (Брюнелча) кг/мм ²	18	25
15.	Қаттиқлик (Моосча) кг/мм ²	2,5	2,7

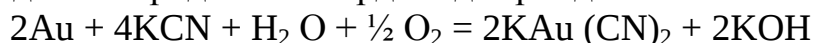
Олтин ва унинг хусусиятлари

Кимёвий фаол бўлмаган элемент. Электронга нисбатан олганда энг нодир металдир. Хатто юкори температураларда ҳам кислород, азот, водород ва углерод билан кимёвий реакцияга киришмайди. Кимёвий бирикмаларда у бир ва уч валентлидир. Аммо унинг бирикмалари унча қучли бўлмай, тезда металл ҳолига қайтарилла олади. Сузли суюқ эритмаларда, масалан: $A_{и} = A_{и} + e$; электрон потенциаллари $\phi = 1,686$ ва $A_{и} = A_{и} + 3e$ реакцияси учун, электрон потенциаллари; $\phi = 1,506$. Шунинг учун олтин ишқорларда, кислоталарда (азот, сульфат, хлор, органик) эримайди. Бирок олтин кислоталар аралашмаси: хлор билан азот, сульфат билан марганецли, сульфат билан азотларда эрийди.

«Шох ароги» деб аталувчи, бир хисса азот ва 3 хисса хлор кислотаси аралашмаси, сульфат ва марганец кислотаси, сульфат ва азот кислотаси аралашмаларида эрий олиши мумкин. «Шох ароги» эритмасида олтин куйидаги реакция буйича эрийди:



Бу эритма секин –аста буглантирилса олтин хлор водороди сарик кристаллари чуқмаси ҳосил бўлади: $\text{HauCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Шунингдек, олтин Na ва K синил тузларида кислород ва ҳаво ёрдамида эрийди:



Олтин оксидлари Au_2O ва Au_2O_3 куйидаги гидрооксидларни киздириш йули билан олинади: AuOH ва $\text{Au}(\text{OH})_2$

AuO яъни олтин икки оксиди кулранг бинафша тусли порошок 200 С да элементар моддаларга парчаланиб кетади. Олтиннинг кислородли бирикмалари бекарордир. Улар тез парчаланиб кетадилар. Олтиннинг бир валентли тузлари ҳам бекарор, улар ҳам тез парчаланаяди.



Улар аммиак билан комплекс ҳосил қиладилар: $(\text{AuCl}, \text{NH}_2; \text{AuCl}[2\text{NH}_3])$ ва ҳ.к.) олтин синал комплекс тузлари бекарор ва улар сувда яхши эрийдилар: $[\text{Au}(\text{CN})]$;

140-150 С да хлорли ҳавода киздирилган олтин, олтин хлориди ҳосил қилади. AuCl_3 ва 180-190 С да AuCl ҳосил қилади.

Олтин моногалогенади турлича товланувчи сарик тусга бўялади.

Олтин монофториди AuF факат буг ҳолида мавжуд. Олтин трагалогенади AuS - сувда эрийди. Олтин фтори AuF_3 - зангори рангда, 500 С да парчаланаяди. Олтин хлор тузлари AuCl – нина шаклидаги кристаллар бўлиб кизил рангга эгадир. Эриш температураси 288 С.

Олтин бром тузи AuBr - тук кунгир рангли, сувда эримайди. Калий бромли эритмада олтин бром тузи ҳосил бўлади:



Олтин йод AuI_3 – тузи тук яшил, сувда эримайди. Оддий температурада олтин йод бирикмаси AuI_3 ҳосил бўлади. Олтин синил комплекс тузлари $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$; $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$; $\text{Ca}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ сувда яхши эрийдилар. Улар катта амалий аҳамиятга эгадирлар.

Тиомочевина эритмасида олтин эриб тиокорбонид олтин тузи ҳосил қилади. Аммо бу реакциянинг бориши учун оксидловчи бўлиши шарт. Шунда у $\text{AuCl} \cdot 2\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ – ҳосил қилади.

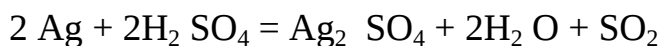
Кумушнинг хусусиятлари

Кумуш кимёвий бирикмаларда бир валентли, аммо унинг 2 ва 3 валентли бўла олиш ҳоллари ҳам учрайди.

Уй шароитида, намли ҳавода кумуш метали сиртида юпка 12А, калинликдаги кислород пардаси ҳосил бўлади. Ҳарорат оша бориши билан, кислород пардаси ҳам калинлашади. Ҳарорат 400° С га етганда кислород

кумушда Ag_2O сифатида эрийди. Босим 414 ат булганда $\text{Ag}-\text{O}_2$ системасида 507 С да эвтектика холати кузатилади (эвтектика шу бирикмада икки элементнинг бир-бирида эрий олиш қобилятидир), (масалан $\text{Ag}-\text{O}_2$ –51%). Эрийган кумуш узига қисчлород ютади, совуганда у газ сифатида ажралиб чиқади. Кумуш оксидланади: Ag_2O , AgO , Ag_2O_3 лар маълум. Азот ва водород билан кумуш узаро реакцияга киришмайди. Аммо ацетон ёки спиртларда Ag_2O ва AgN ҳосил бўлади. Юқори ҳароратда С кумуш билан кумуш карбиди Ag_2C_2 , фосфор билан Ag_3P , Ag_2P_3 ва Ag_2P_2 ҳосил қилади.

Азот кислотасида ва концентранган сульфат кислотасида кумуш яхши эрийди.

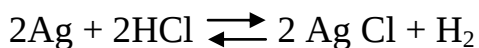


Кумуш сульфати ок тусли ромбик шаклидаги кристаллар бўлади. Азот кислотаси кумушни уй ҳароратида эрита олади:



Кумуш нитрат AgNO_3 – ромб шаклидаги рангсиз кристаллардир.

Юқори ҳароратда кумуш ва HCl уртасида мувозанатли реакция юз беради:



фтор билан кумушнинг қуйидаги бирикмалари мавжуд: AgF_2 , Ag_2F , AgF кумуш бирикмаларида кумуш хлорид AgCl - амалий аҳамиятга эгадир. У ок кристаллик модда, одатда кумуш хлорид кумуш азот тузлари таъсирида чуқмага AgCl сифатида утиради. Кумуш хлорид тузи фотоматериаллар тайёрлашда кенг қулланилади. Кумуш хлорид космак нурланишларда детекторлар сифатида ишлатилади. У медицинада ҳам ишлатилади. Кумуш бром бирикмалари кумуш йод ҳам фотоматериаллар тайёрлашда ишлатилади. Кумуш сульфид- Ag_2S - табиатда аргентит минерали сифатида учрайди. Олтин каби кумуш ҳам синил кислота тузлари билан комплекс бирикмалари ҳосил қилади. Бу эса кумушни рудалар таркибидан эритиб ажратиш олишда жуда қул келади.

Назорат учун саволлар

1. олтин ва кумушнинг физик ва кимёвий хоссалар ҳақида яна нималарни қушимча қила оласиз
2. Кумушнинг барча кислоталар билан реакцияга кириши тенгламаларини ёза оласизми?

Маъруза №3 Олтин ва кумуш котишмалари

Хозирги кунда олтин ва кумушнинг жуда куп котишмалари мавжуд. Улар яхши урганилган. Бу котишмалар катта амалий ахамиятга эга.

Олтин котишмалари.

1. Олтин кумуш билан 1нчи турдаги узлуксиз каттик эритмалар каторини мавжуд килувчи котишмалар хосил килади. $Au-Ag$ каттик эритмаси сарик-яшил ранг касб этади. Моддалар 50% дан аралашганда котишма ранги оч сарик тусга киради. Олтин ва кумуш котишмаси «юмшок» ва яхши болгаланиш хусусиятига эга. Олтин ва палладий котишмаси хам кумуш-олтин котишмаси каби чексиз эритма каторини ташкил этади. Шу боисдан хам Pd (палладий) тиш-протез техникасида ишлатилади.

Олтин мис котишмаси 2- тур холат диаграммасига хос, узлуксиз эритма каторини хосил килади. Бу эритмада эрий олиш минимуми 884 С да 18% Si га тенг. $Au-Si$ котишмаси кизил-сарик тусга киради. Тиш-протез техникасида кенг ишлатилади. $Au-Si$ котишмаси Au га караганда каттик ва мустахкамдир. Мис одатда олтин ва кумуш пулларига каттиклик бериш ва ишлатилганда емирилиб кетишдан асраш учун лигатура сифатида кушилади.

Олтин билан кургошин котишмаси, «веркблей» яъни олтин- кургошин аралашма эритмаларидан олтинни купеляция (кургошинни буглантириб хайдаш)йули билан рафинация (тозалаш) учун амалий ахамиятга эга.

Олтин кургошин котишмаси 2 та кимёвий бирикмалар Au_2Pb ва $AuPb_2$. $Au-Pb$ котишма 15% Pb да эвтетик котишма хосил килади. Кургошин олтин кристаллари орасида эримай котади ва шу боисдан бу котишма мурт булади. Тахминан 700-800 С да PbO сифатида бу котишма таркибидан кургошин учиб ажралади.

1. Амалий пирометаллургия жараёнида кургошин эриган холда олтинни узида «ютиб» туплай оладиган коллекторга айланади.

кургошин эриган холда олтинни 14,8% Au гача туплай олади. Олтин-кургошин котишмаси.

Олтин сурма донограмма системаси 25% Pb да эвтектика хосил этиб, 460 С да эрийди. Олтин таркибидаги сурма, олтинга ёмон хислат беради, котишма сифатини бузади. Сурмали олтин паст навли хисобланади. Олтин ва калай $AuSn_2$ ва $AuSn_4$ бирикмаларини хосил килиб 250 ва 309 °С да эрийди. Олтин-рух бирикмаси катта ахамиятга эга. Бу котишманинг Au_3Zn , $AuZn$, $AuZn_3$ кимёвий бирикмалари мавжуд. Олтин ва симоб котишмаси катта фазавий ва амалий ахамиятга эга. Бу бирикма асосида олтинни амальгамалаш йули билан рудалар таркибидан ажратиб олиш кашф этилган. Олтин-симобнинг учта $AuHg_2$, Au_2Hg , Au_3Hg бирикмаси мавжуд. Симоб 16,7% булса эвтектика беради. олтин ва симоб бирикмаси 310 С да ажраб кетади.

Кумуш котишмалари.

Купгина металллар суюк ҳолатда кумушда эрий олади. Аи ва Ра кумушда бутунлай эрий олади. Со, Fe, St, V, W, Та кумушда эримайди. Куйидаги металллар: Bi, Cu, Ge, Ni, Pb, Na, Те эстетик бирикмалар ҳосил қилади. Кейинги элементлар: Al, As, Sb, Ba, Cd, Ca, Sn, Ga, Be, Hg, P, Pr, Se, St, S, Те, Та, Tz, Zn, Zr кумуш билан интерметалл бирикмалар ҳосил қилади. Бошқа металллар кумушга, олтингугуртга қарши мустаҳкам бўлишини ва каттиклигини таъминлаш учун кушилади. Кумуш ва мис котишмалари заргарлик буюмлари, тиш-протез ишлари, чет элда танга пуллар зарб қилишда ишлатилади. Кумуш палладий билан юмшоқ котишма ҳосил қилади ва оксидланмайди. У Pd билан каттик эритма ҳосил қилади. Кумуш Pd билан Ag_3Pt , AgPt , AgPt_3 интерметалли котишмалар ҳосил қилади. Ag-Pt котишмалари заргарлик буюмлари тайёрлашда ишлатилади. Учлик котишмалар Ag-Cu-Pt, Ag-Pd-Pt, Ag-Au-Pt кимёвий мустаҳкамлаш ва тиш-протез ишларида қулланилади.

Кумуш -симоб бирикмаси худди олтин-симоб бирикмаси каби амальгама йули билан кумушни хом-ашёлар таркибидан ажратиб олишда қул келади.

Назорат учун саволлар

1. Зеб-зийнат ишларида олтин ва кумушнинг қайси котишмалари ишлатилади?
2. Валюта нима?
3. Тиш протезида қандай котишмалар ишлатилади?
4. Техника ва аник улчов ишларида қандай котишмалар ишлатилади.

Маъруза №4 Олтин ва кумушининг руда таркибида катнашиши.

Олтин руда конлари хақида қисқача маълумотлар

Олтин ер қобилигида жуда кам $5 \times 10^{-5} \% (\approx 5 \text{ м/т})$ миқдорда мавжуд. У симобга қараганда 200 марта кам.

Айрим казилмаларга қура олтин, конлар ҳосил бўлишининг сунги босқичида гидротермал эритмалардан ажралиб, турли моддалар таркибида, оралигида турли зарралар ҳолида қотган эмиш..

Масалан, шу сабабдан олтин, кварц, турли сульфидлар, купинча пирит ва арсенопирит таркибида жамланган. Олтин қотабориб бошқа бирикма ва минераллар устидагина эмас, балки ички таркибида ҳам қотган.

Айрим ҳолларда олтин майда «дисперс» зарралар шаклида ажралиб келган.

Айрим қулай ҳолларда олтин зарралар бирикиб, йирик донатор- тугма олтин, соф олтин конларини, минералларини ҳосил қилган. Айрим шароитларга қура гидротермал эритмалардан кварцли олтин кон рудалари вужудга келган. Бундай рудаларда кварц халакит берувчи жинс шаклда иштирок этади. Айрим ҳолда олтин сульфидлар билан адашган ҳолда учрайди. Одатда яхлит сульфидли олтин рудалари ҳам учрайди, уз навбатида бундай рудалар рангли металл рудаларини ташкил этадилар. Тугма олтин конлари шу тарика вужудга келгач, табиий шароитга қура улар, эрозия, емирилиш, ҳамда дарё сувлари, шамол-туфонлар таъсирида парчаланиш, майда зарра ва кумлар шаклида бошқа жойга «кучиб» тупланадилар ва сочма олтин конларини вужудга келтирадилар.

Тугма олтин конлари Ўзбекистоннинг Зарафшон ва Учқудукда – Мурунтоғ, Даугиз тоғ, Амантай тоғ, Маржонбулоқ, Тошкент вилоятидаги Ковулди, Кизил олма, Наманган вилоятидаги Пирмироб, Ўзқосой каби конларда учрайди. Сочма олтин зарралари қадимда Ангрен (Охангарон) дарё бўйларида учраган тугма олтин кон тузлари бир неча хил бўладилар. Булар қуйидагича:

1. Кварц – томирли, амалда сульфидсиз бўлади.
2. Кварц – пиритли конлар. Бу конларга Уралдаги Березовский, Ўзбекистондаги
3. Мурунтоғ, Кучбулоқ, Ковулди конлари қиради.
4. Кварц – арсенопирит конлари. Бундай руда кон турларига УХДдаги Кучкорли, Ёттисув, Даугиз- тоғ қабилар қиради.
5. Кварц – сурмали рудалар. Бундай конлар Армашевск (Россия), Амантай-тоғ, Зарафшон (Ўзбекистон) конлари қиради.
6. Мис – сульфидли олтин таркибли томирлар (Тошкент вилояти Қалмоқир ва Сарик чуққи конлари, Олмалик ОТМК) қиради. Санаят миқёсига эга бўлган конлар Қозғистонда, ғарбий Сибирда 20 га яқин

кварц-олтин ва сочма конлар мавжуд. Кадимдан бери ишлатилиб келинган конлар Шаркий Сибирда, Екутистонда, Узок Шаркда маълумдир.

Олтин минераллари.

Руда таркибида учрайдиган олтинлар асосан катта ва кичик булган, турли шакллардаги тугма олтинлардир. Олтин бошка элементлар билан кимевий бирикмалар ҳосил қилмайди. Унинг бошка металллар билан эритма-котишмалари табиатда учрайди. Кимевий бирикмаларида теллурид ва селинит шаклда минераллари учрайди. Олтин минераллари таркибидаги аралашмалар- кумуш, мис, темирдир.

Олтин зарраларининг улчамлари ва қайси минераллар таркибига аралашган бўлиши уни танлаб эритиш, сорбция, экстракция, амалгамация йули билан ажратиб олинишини белгиловчи хосса ҳисобланади. Айрим ҳолларда олтин зарралар усти, кислород- оксидлар пардаси билан копланиб, унинг ажратиб олинишини қийинлаштиради.

Олтин яъни нодир металллар металлургияси устида катта хизматлари булган И. Н. Плаксиннинг курсатишича, олтин сиртидаги оксид парда қуйидагича бўлиши мумкин.

1. Сульфидли минераллар билан бириккан олтин зарралар (арсенопиритли, галенитли).

2. Темир оксидининг мустаҳкам қобиғи.

1. Аргентитли қора тусли қобик

2. Олтин устидаги рангли товланмалар

3. Оксиднинг қора пардалар, Олтин ва кумушнинг асосий минераллари 2-жадвалда келтирилган.

Олтин заррачаларнинг шакллари уларни гравитация усули, гидрометаллургия усуллари билан ажратиб олинишида қул келади.

Масалан «илмокли» шаклдаги олтин зарралари гравитация дастгоҳларида яхши илинади ва ажратиб олинади.

Олтин заррачаларининг улчами рудаларни қайси улчам (синф-класс) гача майдалайди, яъни олтин сиртини «очиш» лозимлигини билдиради. Таҷрибалардан қуринадики, олтин зарралари канча йирик бўлса, уни ажратиб олиш осон, канча майда бўлса ажратиб олиш ҳам жуда мураккаб жараёндир.

2-жадвал

Т/р	Минерал	Микдори, %	
		Au	Ag
1	Олтин	70-100	0-30
2	Электрум	5-70	30-50
3	Кюстелит	10-28	72-90
4	кумуш	0-0,8	98-100

5	Мисли олтин	74,3-80,1	2,3-80
6	парледит	85,48	4,2
7	молодонит	64,5	-
8	Олтин амальгамалари	34,2-41,6	0-5
9	Мисли кумуш	-	90-94
10	Кумуш амальгамалари	0-0,8	15,8-95,3
11	Рухли кумуш	-	97,84
12	Платинали олтин	86,0	3,0
13	Иридийли олтин	62,1	2,1
14	Радийли олтин	88,4	-

Кумуш минераллари

Олтин сингари кумуш ҳам табиатда соф, яъни тугма кумуш металл холида учрайди. Аммо олтиндан фаркли, кумуш кимёвий бирикмалар ҳосил қилиб, минераллар ташкил этади. У олтингугурт бирикмалари ташкил этиб сульфидли рудалар таркибида катнашади, ёки майда-дисперс заррачалар сифатида таркиб топади. Кумушнинг сирти маълум даражада кислородли парда ва оксидли парда билан копланadi.

Кумушнинг минералларидан қуйидаги бирикмалар мавжуд:

б) Кераргирит AgCl минерали оксидланган рудаларда учрайди .

2) Аргентит ёки кумуш ялтироғи- Ag_2S сульфидли рудаларда учрайди, купинча таркибида Cu_2S бўлади .

3) Гетит Ag_2Te минерали гидротермал конларида учрайди.

4) Сурма –кумуш , мишьяк-кумуш сульфидли минераллари: стефанит $5\text{Ag}_2\text{S} \times \text{Sb}_2\text{S}_3$, пираргерит $3\text{Ag}_2\text{S} \times \text{As}_2\text{S}_3$, дискразит As_3Sb_2 полиметалл рудаларда куп тарқалган.

5) Полибазит $9(\text{Ag,Cu})_2 \times (\text{Sb,As})_2\text{S}$ ва кумуш таркибли тетраэдрат $3(\text{Cu,Ag})_2\text{S} \times \text{Sb}_2\text{S}_3$

6) Аргентояразит $\text{Ag}_2\text{Fe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$ – темир тугма (железные шляпы) тошида бўлади.

Назорат учун саволлар

1. олтин ва кумуш минералларини ёд била оласизми?
2. олтин минерал таркибида қандай шакл қуринишида учрайди?
3. Соф олтин деб қандай минералга айтилади?

Маъруза №5 Рудаларни олтин ва кумуш ажратиб олишга тайёрлаш.

Хозирги кунда олтин ва кумуш тугма конларнинг рудаларидан гидрометаллургия жараёнлари ва комбинациялашган усул жараёнлари ёрдамида ажратиб олинади. Бу усуллар хилма-хил ва ранг-барангдир. Хозир Ўзбекистон шароитида, рудалар таркибидаги олтин ва кумуш сорбция,экстракция,ионалмашувчи смолалар ёрдамида , ер остида танлаб эритиш , туплаб эритиш , кимевий бойитиш, гидрометаллургик жараён, рух кукуни билан чуқтириш оркали ҳам ажратиб олинмоқда.Айрим ҳолларда ,руданинг сульфидли турлари бўлса флотация усулини жараён таркибига киритиш оркали,агар олтин зарралар катнашса-гравитация усулидан фойдаланиш оркали , агар рудада вольфрам,калай,темир-пирит минераллари бўлса гравитация, магнит, электр, ҳатто бактериал-эритиш каби усулларни жорий қилиш билан ажратиб олинади. Олтин –металлургия жараён технологияси мутахасисдан чуқур билим, топқирлик, зехн, зукколик, чидам-бардошлик,катъиятлик ва хозиржавобликни талаб этади.Руда улчамлари 200-300мм дан:1200-1500мм катталиқда бўлади.Бу рудаларни майдалаб янчиб,баъзан 0,15-0,074мм гача келтириб, ишлов бериш лозим бўлади.

Олтин таркибли рудаларни майдалаш ва янчиш

Бу жараёнларнинг асосий максоди рудалар таркибидаги олтинни,олтинли минералларни очиш,юзини кейинги гидрометаллургия ёки бойитиш усуллари учун мослаштиришдир,

Майдалаш ва янчиш жараёни,барча сарф харажатнинг 50% ни ташкил этадиган оғир ва мураккаб ишдир.Шу боисдан олтинли зарра очилиб, у бойитиш ва гидрометаллургия жараёнига ярқли бўлса, ута янчишнинг зарурати йук.

Олтин ва кумуш зарраси – очилиб, уни гидрометаллургия усулида эритиб,кимевий ажратиб олишга ярқли ҳолда қолдириш мақсадга мувофиқлидир.Табиатда йирик олтин зарралари билан,бир қаторда ута майда олтин зарралари мавжуд.Шу боисдан рудаларни 0,4мм дан 0,074мм гача майдалаш лозим бўлади.Купинча руданинг майдалаш даражасини, шу руда таркибидаги халакит берувчи моддаларнинг борлиги белгилайди.Одатда рудалар йирик, урта ва кичик улчамда майдалаш билан босқичма- босқич амалга оширилади.Бунда ҳар бир майдалашдан сунг орада галвирлаш жараёни қуйилади.Майдалаш учун конусли, жағли, қиска конусли майдалаш машиналари, (дробилкалар)ишлатилади.Икки стадияда майдалаш бажарилгач руда улчами – 20мм га,учинчи стадияга – 6,0мм га етади.Учинчи стадияда майдаланган материал хул-намли ҳолатда стерженли ёки соккали тегирмонларда янчилади.Янчиш жараёни ҳам икки стадияда амалга оширилади.Пулат соккалар ҳар 1т руда учун 1-5 кг сарф бўлади.Бунда олтин

зарралари ҳам яллокланганпулат соккалар юзасига сингиб ботиб йуколиши кузатилади.Шу боисдан Жанубий Африка республикаси (ЖАР)да иккинчи стадиядаги янчиш руда- тош тегирмонларда янчишга утилди.Мурунгов Олтин саралаш фабрикасида ҳам, қисман руда-пулат соккили тегирмонда янчилади. Бунда маълум даражада сокка сарфланиши тежалади .

Соккасиз, курук холда янчиш (Аэрофол тегирмонида) бу борада иктисодий Тежашни кузда тутати. Аэрофол- киска барабанли,диаметри 5,5-11 м , узунлиги диаметрининг 1/3 га тенг .Тегирмонлар ички томонидан футеровка оркали мухофазаланади, диаметрлар карама –қарши томонда рельслар қуйиб,рудалар ташиб майдаланишини тезлаштирати.

Ён томон копқокларида учбурчак қесимли,йуналтирувчи халқалар булиб,улар рудаларни-тегирмон марказига йуллади. Бошқа қуринишдаги тегирмонлардан бири -қасқад- тегирмонидир. Бу тегирмон сувли холда рудаларни янқати .

Биздаги олтин фабрикаларида асосан барабанли, сувли тегирмонлар ишлатилади.Тегирмондан қикқан бутана (панжарали тусик оркали спиралли сунгра гидроциклон-қлассификаторларига (таснифловчи) утқазилади.

Тегирмон ёнидаги спиралли қлассификаторлар йирик улқамли 1-3мм. рудани қайтариб тегирмонга юқлайди. Гидроциклон одатда 2-босқичда майдаловчи тегирмондан утган бутанани таснифлашга ишлатилади .

Гидроциклонда бутана қум ва слив(суёқ бутана) ажратилади. Қум қайтатадан майдаланади ва слив кейинги операцияга жунатилади .

Саралаш ва йирик донатор рудаларни дастлабқи бойитиш.

Саралашдан кузатилган мақсад рудалар тарқибдан буш жинсларни еқи олтин зарраларини ажратиб олишга қаратилган ҳаракатдир. Руда тарқибда қуплаб буш жинсни қикариб ташлаб, олтинга бой ярим маҳсулот-бойишга (қанцетрат) олишга эришилади.

Саралашнингқадимий-содда ва қлассик усули оддий қулда саралашдир. Унда руда булақи 30 –50 мм булиши мумқин.Саралаш қонвейерга вибрация ҳаракати берилади. Қулда саралаш машаққатли ва унумсиз булганидан, бу иш механизмлар ердамида гравитация усуллари ердамида амалга оширилади.

Огир қоришма (суспензия) ердамида бойитиш, саралашни бирмунча жадаллаштирати. Огир суспензияга сульфид- олтин минерал зарралар қуқиб, енгил фракцияга буш тоғ жинслари қутарилиб қалқиб қикади.

Назорат учун саволлар

1. майдалаш ва янчиш амалларининг қандай аҳамияти бор
2. майдалаш ва янчишда қандай мақсадларда қулда тутилади
3. майдалаш ва янчиш дастғохлари қандай урнатилган булади

Маъруза №6

РУДА ТАРКИБИДАГИ ОЛТИННИ ГРАВИТАЦИЯ БОЙИТИШ

УСУЛИДА АЖРАТИБ ОЛИШ

Жуда кадим замонларданок одамлар олтин ва таркибида олтин булган рудаларнинг зарралари бошка тог жинсларидан огирок эканини англаб етганлар .

Шу боисдан кия текисликдаги тарновларда суда окизилган олтин кумлари огир ваенгил кисмга ажралди. Шу тарика гравитация усулида бойитиш вужудга келди. Олтин кумлари турли ювиш идишларида, нов ва тарновларда, харакатдаги элак-галвирларда ювилди Айрим холда рудалар сув тош тегирмонида майдаланиб , кия сув арик-тарновида ювилди.

Шундай усул колдик намуналарини 1976 йил Тошкент вилояти Олмалик шахрига 5 км гарби-жанубда жойлашган Туккент X-XII аср шахар харобаларидан археология- кидирув ишлари пайтида топдик.

Купинча сувда ювиладиган олтин кумларда тупрок зарралари булади. Шу сабабга кура олтин кумлар 4 тоифага булинади.

- 1.Енгил ювилувчи (3- 10 % лойкали).
2. Уртача ювилувчи (10- 30% лойкали)
3. Кийин ювилувчи (30- 60% лойкали)
4. жуда кийин ювилувчи (60- 80% лойкали).

Кум ювиш дастгохини танлашда, хом-аше таркибидаги олтин зарра улчами ва шакли асосий роль уйнайди.

Донадор олтин зарраларни бойитишда чуктирувчи (отсодочная машина), шлюз (кия тарнов) бойитиш столи (концентрация столи) ишлатилади.

Олинган ярим махсулот-симоб билан кориштирилиб-амалгамалантиради.Сув хавзаларидаги олтинни ювишда сув хавзаларида сузиб юриб ишлайдиган, узида олтин саралаш ускуна ва дастгохларини жамлаган мослама-кема “Драгаларда” амалга оширилади.

ТУГМА ОЛТИН КОН РУДАЛАРИНИ ГРАВИТАЦИЯ

УСУЛИДА БОЙИТИШ.

Руда таркибида купинча 0,246 ммва ундан йирик олтин зарралар учраши мумкин. Бундай олтин зарралари нафакат флация усулида, балки гидрометаллургия жараенларида хам ажралиши кийин . Бундай холда,олтин зарраларини гравитация йули билан аввалдан ажратиб олиш,имкон беради.Шу йул билан дастлаб ажратиб олинган олтин тезрок истеъмолга тушади, у эримай колиш ,сараланмай колиш хавфини четлаб утади, тугма олтин кон рудаларини гравитация йулибилан бойитишда: чуктириш машинаси,шлюзлар, бойитиш столлари, олтин копкон (ловушка)лар кул келади.

ОЛТИННИ ГИДРОКОПКОНЛАР ВА ЧУКТИРИШ МАШИНАЛАРИДА САРАЛАШ.

Олтин ва бошка зичлиги юкори заррачаларни бутаналардан ушлаб коладиган ускуна –гидрокопкон (гидроловушка)дир.Улар боши пастга каратилган конус ёки пирамида шаклидаги идишларни эслатади.Бу ускуналарга сув пастки томонидан киритилади.Олтин зарралари сув ёки бутана билан кириб, конуснинг тункарилган учида тупланади .Енгил заррача бутана билан юкорига окиб кетаверади. Олтин зарралари купайиши билан, ускуна иши киска муддатга тухтатилиб бойитма (концентрат) – олтин зарралар таглик копкокдан тушириб олинади .

Копконлар битта ёки бир нечта “ Тункарилган конуслардан”иборат булади

Бойитмалар микдори,ишловдаги руда микдорининг 1% дан ошмайди ,у хар 6-8 соатда бушатилади.Агар руда кварц ёки охра (жуш) таркибли булса унумдорлик юкори булади.

”Копконлар” сланецли ,нам тупрокли рудаларучун унча ярамайди .

“Копкон тутгич”ларга караганда олдтин зарраларини “ушлаб колишда” чуктирма машиналар (отсадочные машины) кул келади.Бундай машиналарда сув мухит юкорилама – тебранма тулкин харакатида булиб, зичлиги турли булган моддалар яхши ажралади. Зарралар таксимланишини яхшилаш учун чуктирма машиналарнинг камералари сеткаларига пулат заррачалар(скашарлар), огир минерал грануллари тушалади.

Кутарилма сув окими ва тушама пулат зулдирчалар устма-уст тебраниши натижасида,руда зарралари сийракланиб- говак масса хосил килиб кутарилади, тушаётганда эса огирлари аввал, енгиллари кейин тушама устига тушади.Шу тарика огир олтинзарралар пастга, енгил буш жинс-порода уст кисмга тукилиб, сув окими ва тебранма харакат туфайли махсус тарнов слив- мосламадан”окиб” тушиб кетаверади.

Огир олтинзарралар махсус “чунтак” кутиларга тупланади еки вакти-вакти билан улар дастгохлардан бушатиб олинади.

Пульсатор деб аталувчи чуктирма мослама икки камерадан.Бири асосий ишчи камера ,иккинчиси пульсацияни таъминловчи камералар .Ишчи камера сеткаси устида пулат зулдирчалар ёки гематит зулдирчалар (12-6мм) тушалади.Тебранма тулкин пульсатор оркали 3-15мм сув устуни босимида, минутига 300-600 марта тебранма пульс берилади.

Олтин саралаш фабрикаларида диафрагмали чуктирма машиналар хам кенг кулланилади бунда сув юкорилама урилма харакати вертикал штыклар оркали амалга оширилади. Сув сарфи 1 т руда учун 3-4 м . Бунда машиналар 2-4 камерали булиб, унуми юкоридир.

МАЪРУЗА №7

ОЛТИН ЗАРРАЛИ ШЛЮЗЛАРДА АЖРАТИБ ОЛИШ.

Шлюзлар- жуда кадимдан Урта-Осиё халкларида ишлатилиб келинган. Улар нов еки тарнов деб аталиб сув тегирмонларига кия текисликда сув куйиш, олтин ювиш учун ишлатилган. Узунлиги 2-3м дан 5-6 м гача етган. Тарновлар асосан егоч тахталардан еки егочни уйиб арикча яшаш йули билан тайерланган. Бу тарновлар ичигатери каби материаллар жун томони билан еткизилиб олтинкумлари окизилганда, шу жунлар оралигида олтин зарраларитутилиб колган.

Шу йусинда олтинни тарновдарда ювиш Ўзбекистонда эрамиздан 2000 йиллари аввалидан бошланган деб тахмин килиш мумкин. Тарнов – шлюзларда олтин зарраларни бойитишни куидаги хусусиятлари бор:

1. Зарралар уз зичлигига турли тезликда чукиб, харакатга келади .
2. Материаллар уз зичлиги ва улчамига кура таркокланади, сараланади.
3. Турли улчам зичлигидаги материаллар тарнов тубида турлича ишкаланиш коэффициентида харакат килади.
4. Сув окими ва босими зарраларни турли тезликда силжитади.

Тарновда бойитишга таъсир этувчи асосий фактор-омил ,турли катлам окими турли тезликдадир.

Агар кия тезлик устида оким тезлиги бошка булса унинг юкоридан бир мунча марта юкоридир. Сувнинг ламинар окимидан фаркли, турбулент окимида зарралар узаро аралашиб, тез сараланиб, харакати тезлашади.

Айни шу окимда олтин кумлари ювилиши тезлашади ва олтин бойитма хосил булади . Тарнов таглигига шойи,чит бахмал,бахмал ва бошка матолар ёткизилиши мумкин. Айни шу матолар оралигида олтин зарралари тупланиб ажралади. Тарновлар соф олтин зарраларини ушлаб-бойитма олиш микдори,яъни махсулдорлиги 20 т/м булади . Агар руда сульфидли ва олтин майда заррали булса ,махсулдорлик 10 т/м сутка ёки 2 т/м² булиши мумкин.

Тарнов-шлюзлар тагига коплам учун турли материаллар тушалишини айтган эдик.

1. Коплама материаллар: оддий пахта-сурупи ёки йул-йулли чит бахмал шаклида булиши мумкин

2. Резина материалли- изли сукно, жун матолар,брезент,парус матолари (парусина) матолар тушалганда махсулдорлик куидагичадир; кг/м хисобида:

Парусина.....0,4-0,6

Кордерей.....1,5-1,8

Велвет-читбахмал.....0,8-1,2

Оддий сурп.....2-2,5

Изли резина.....1,6-2,0

Войлок.....2,5-3,0

Тарнов узунлигига хам бойитма микдорига таъсир этади.У канча узун булса бойитма микдори шунча купрок булади.

Олтин саралаш фабрикаларида ОСФ-да $L-3\div 4$ м. Тарновни бушатиш-ювиш частотаси олтин васульфид микдориға богликдир. Бутана суюклиги $C : T = 2.5\div 10$ ораликда ишлатилади. Ута куюк бутанадаги олтин зарралари, тарнов турига илинмай окиб кетиши мумкин. Агар бутана ута суюк булса, бойитмада лойка купайиб сифат бузилади. Лойли руда ва материаллар суюк бутана булишини талаб килади.

Тарнов – шлюзлар бурчаги 12-17 % узунлигига нисбатан олинади. Тарновларда соф тоза олтин зарралари билан бир каторда, усти оксид пардали (“Куйлакчи”) ёки “пардали” олтин зарралари ҳам тутиб қолинади.

Лойихаларнинг курилишига караб, тарнов – шлюзлар куидагича буладилар:

1. Копламаси кузгатиб олиндиған.
2. Копламаси кузгалмас
3. Агдармалли тарновлар – бир, икки, уч вакуп декали тарновлар.
4. Ленталли тарнов – шлюзлар.

Чуктирувчи машиналардан – бу тарнов – шлюзларнинг авзаллиги улар кам харажатли ва лойихаси соддалигидадир.

Камчилиги–бу тарнов – шлюзларнинг кам махсулдорлиги дадир. Айрим холда тарнов – шлюз дастгохлар, чуктирма машина ташлама – хвостларни бойитишда ишлатилади.

Гидроциклонларда олтин ажратиб олиш.

Олтин саралаш фабрикаларида киска конусли гидроциклонларда олтин зарраларини ушлаб қолиш амалга оширилмокда.

Бу конусли гидроциклоннинг пастки ен томонидан олтин зарралли бутана юборилади. оғир заррачалар гидроциклон тубига тупланиб тукилиб чукади, енгил кум ва сливлар юкорига харакат килиб, юкориги ва ен томонидаги махсус труба-найдан чикиб кетади.

Бу ГЦ-ларда кумнинг ажралиши у-чиким 57%, кумга олтин ажралиши(извлечение)-44%-0,074 мм улчамдаги 88% синф бойитилади. флотация усулида бойитишда кийинчилик тугдирадиган йирик донадор олтин зарралари ГЦ-ларда бойитилади. Шу боис гравитация усулида фойдаланиб, олтин кумларни, рудаларни бойитишда яхши самара беради. Гравитация усулида бойитиб олинган бойитма, купинча ранг металлургия жараенларида, йул-йулакай эритиб олиниш учун юборилади. Айрим заводларда (масалан: ГМЗ-2) бундай бойитмалар аффинаж цехларига юборилиб, эритилиб ундан олтин ембилар эритиб олинади.

Купинча гравитация усулидаги олтин бойитмаларидан олтин ва кумушни АМАЛЬГАМАЦИЯ йули билан ишлов беришни афзал курадилар.

Маъруза №8

Бойитиш столларида олтин ажратиш олиш

Бойитиш столлари гравитация усулида бойитишнинг асосий дастгохларида биридир. Бойитиш столи куйидаги қисмлардан иборат:

1. Форма ёки станина – столнинг таянч таглиги бўлиб хизмат қилади.
2. Дека – бойитиш столнинг қия текислиги – ишчи орган
3. Ясси- кобиргалар (нарифления)
4. Харакатга келтирувчи механизм.

Столнинг декасининг маълум бурчак остида бурилади. Унинг усти тахта, резина, линолиум билан копланган бўлиши мумкин. Кобиргалар тепадан пастга бир- биридан узун маълум ораликда жойлашади. Унинг баландлиги 2мм чамаси бўлади.

5. Хом аше- бутана қабул қилиш қутиси энг тепага жойлашган.

6. Ромб- шаклидаги сув тахсимлагич, пеналар уз уқи атрофида бурилади. Стол илгариларча- буйлама харакат билан тебранади. Сув билан бутана ювиб турилади. Улчами 0-2 мм булган руда зарралари, бундай столларда яхши сараланади. Зичлиги катта булган зарралар, кобиргалар орасидан, стол четига сурилиб, пастга тукилиб- огир материал- бойитмани ташкил этади. Енгил кум зарралари сув билан тез қутарилиб, ювилиб, стол бош ва урта қисмида пастга тушиб тупланиб, чикит- хвост ва оралик махсулот (промпродукт) сифатида тупланади. Стол охирида энг огир, урта огир, ва огиррок зарралар илонизсимон бирин- кетин оқим билан ажратириб чиқиш қузатилади. Столдаги хар бир заррача буйлама қуч, огирлик қучи, энлама қуч, сув ювиш қучи таъсир этади. Натижавий қуч ромбнинг диоганалини ташкил этади.

$$R = A \times B \times C$$

К – заррага таъсир этувчи қучлар ,
қуриниши

R= натижавий қуч

A – буйлама қуч

B- энлама қуч

C- огирли қуч

Бойитиш столлари ГМЗ-1 , ГМЗ-2 каби заводларда чуқтирма машина (отсадочная машина)дан кейин қуйилади. Бойитиш столи катта самара билан ишлайдиган гравитация усулида бойитиш дастгохларидан бири. Бойитмалар қайта-қайта утқазилиб, қондицияга (талабга) жавоб берадиган қолға келтирилади. Бундан қикқан бойитмалар амалгамация ёки аффинаж қехига жунатириб олтин эритиб олинади.

ОЛТИН РУДАЛАРИНИ МАГНИТ СЕПАРАТОРЛАРИДА БОЙИТИШ.

Агарда ишлов берилиб, олтин ажратилиб олинишга мулжалланган руда таркибида пирит, халькопирит, гематит, магнетит каби темирли минераллар кетса, олтин рудаси янчилгач, магнит сепараторларидан утказилади. Еки магнитли сепаратор дастаги, гравитация- гидрометаллургия схемасига кушимча киритилади. Бунда руда таркибидаги темирли минераллар ажратилиб олиниб, олтинли бутана кейинги жараенларга утказилади.

Назорат учун саволлар

1. олтинни гравитация усулда ажратиб олишнинг кандай турларини биласиз.
2. гравитация усули руданинг кайси хоссасига асосланган
3. гравитация дастгохларини таърифланг

МАЪРУЗА №9 ОЛТИН ВА КУМУШНИ АМАЛЬГАМАЦИЯ ЙУЛИ БИЛАН АЖРАТИБ ОЛИШ.

АМАЛЬГАМАЦИЯ УСУЛИНИНГ НАЗАРИЙ ТАЛКИНЛАРИ.

Амальгамация –симобнинг нодир металлари хуллаб, унинг таркибига сингиб мееридан ошганда бу металл билан бирикма хосил килиш ҳолатидир.

Руда ва олтин кумлардан симоб ердамида металл олиш –Урта Осиёда, қадимги Ўзбекистонда бундан 3-4 минг йил аввалади ҳам маълум бўлган. Симоб асобин Урта Осиёдаги Хайдаркен (Фарғонадан 40-50км юқорида ,ҳозирги Қирғизистан шаҳарларидан бири, қонлардан махсус –симоб кузачаларда бутун улқа бўйлаб тарқатилган . Симоб кузалар 1кг. дан тартиб 5кг гача симоб элтадиган ҳажмда ясалган.Улар симоб кузани алоҳида марок билан гоҳ анор ,гоҳ нок таклига ишлаб, таглигини қилин ва учқур,огиз қисмини тор ва буртма , худди чойнак қопқогининг банди шаклида ишлаганлар. Қилин таглик,огир солиштирма(зичликка) эга бўлган 13,5 г\см симоб синдирмаслигини таъминлаган. Учқун бўлишига сабаб унинг ерга, тупрокка ботиб туриши ва шу шаклда мустаҳкамлигини таъминлаганлиги учун ясалган. Кузага сирти турли- туман уйик нақшлар билан безатилган. Идиш материали ҳам махсус гил- лойдан бўлган. Рудалардан симобни қуйдириб, бугларни тутиб совутиб ажратиб олишни ҳам юртимиз халқлари яхши билганлар. Симоб кузачалар Х-ХIасрларда яшнаган Тункет, Туккент, Даҳиёт, Мунчокли каби шаҳар харобаларидан археология- қидирув ишларида қуплаб топилган. Симоб олтин ва қумуш зарраларини туплай оладиган жамловчи (коллектор) вазифасини утайди. У майда металл зарраларини бир-бирига қушиб йирик доналар(агрегатлар) хосил қилиб бойитиш амали бажарилаётган идиш(дастгоҳ) тарнов- шлюзлар тагига туплайди. Вакти-вакти билан бу амальгама йигиб олинади. Нодир металлларнинг амальгамага утиши, унингтезрок ажратиб олишини таъминлаб, ташландик- хвостлар билан

йуколишини камайтиради. Амальгаманинг асосийомили, нодир металл сиртининг албатта симоб билан хуллана олиш хусусиятидир. Металл сирти тоза булмаса, унинг амальгамаланиши, симобнинг металл юзасидан, унинг ичига дифундирланиши- сингиши бузилади. Хар кандай металл сирти кислородои парда билан копланган.

Бу парда олтиндан юпка, шу боисдан олтин жуда тез, кумуш , платина, мис, рух, никель, темир эса бир-биридан огиррок, кейинрок амальгамаланади. Агар металл сирти янги очилган булса, хали кислородли парда хосил булишга улгурмаса, у тезрок амальгамаланиши-амальгамали металлургия жараенида эътиборга олинади.бу мавзун кенг ёритиш учун кушимча адабиётдан фойдаланиш мумкин

Назорат учун саволлар

1. амалгамация кандай усул
2. кадимда Ўзбекистон худудида амалгамация усулида олтин ажратиб олиш хакида нималарни биласиз

МЕТАЛЛ (МИНЕРАЛНИНГ) СИРТ ЮЗИ ВА СУЮКЛИК ОРАСИДАГИ ХУЛЛАНИШ НАЗАРИЯСИНинг ТАЛКИНИ.

Хар кандай каттик жисм ва суюклик бир-бирига текканда у маълум даражада хулланади, яхши хулланади еки бутунлай хуланмайди. Буни физик, кимевий, физик-кимевий назария билан куйидагича изохлаш мумкин: жисм ва суюклик, олтин ва симоб орасида-сирт таранглик кучлари харакатга келади. Олтин- симоб сирт-чегарада (G_{Au-H_2O}), (олтин-сув) : G_{Au-Hg} (олтин-симоб) G_{Hg}

H_2O (симоб- сув) сирт- чегара кучлари кузгалади, харакатланади, узаро муносабатларда тенглиги бузилади.

Бу ерда симобнинг сирт таранглик кучи G_{Hg} жуда юкори ва у

$G_{Hg} = 465 \text{ дин/см. га тенг.}$ Сувнинг сирт таранглик кучи G_{H_2O} камрок ва атиги $G_{H_2O} = 72,8 \text{ дин/см. га тенг.}$

Олтин симоб билан хуланганда, сирт таранглик кучларининг муносабатини куйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:

$$\cos = \frac{G_{H_2O} - G_{Au} - G_{Hg-Au}}{G_{H_2O} - G_{Hg}}$$

Олтин –симоб хулланишининг бурчак КОСИНУСИ- хулланиш белгиси (Критерий) дейиш мумкин.

Келтирилган формуладан курииб турибдики, симобнинг сирт таранглик кучи канча кичик булса, хулланиш бурчаги $\cos Q$ шунча катта-

юкори булади. Демак, симобнинг сирт таранглик кучини камайтирадиган барча омиллар, олтиннинг симоб билан хулланишини оширишга, унинг амальгамаланишига хизмат килади. Олтин металлургиясида куп ишлаган олим И.Н.Плаксин олтин пластинкаси ва симоб оралигидаги электрохимевий муносабатларни урганиб, куйидаги натижаларни белгилади:

А) Тоза-соф олтин жуда юкори даражада хулланади: аммо унинг таркибига жуда озгина, хатто 10% кумуш киритилсада хулланиш пасаяди.

Б) Кимевий тоза симоб, унинг таркибида 0,1% микдорида олтин еки кумуш булгандагидан кам хуллай олади:

В) Симоб таркибига оз микдорда (0,1%дан камрок) мис ва кургошин киритилса, олтинни анча яхши хуллай олади:

Г) Кислотали мухитда симоб таркибига киритилган рух, олтин яхши хуллайди, аммо бошка шароитларда рух оксиди емон хуллашга сабаб булади.

Юкорида курсатилган таъсир этувчи металлардан ташкари, олтиннинг симоб билан хулланишида, симобнинг сирт потенциал энергияси хам таъсир этади. Оддий тоза сувга караганда ишкорли ва кислотали мухит симобнинг кутбланишига яхши, ижобий таъсир этади. Бундай холда хулланишнинг яхши томонга узгариши сабабидан бири, симоб сирт потенциал энергияси камайиши булса, иккинчидан олтин модда сирти юзасининг активлиги фаоллигининг оширилади. Олтиннинг симоб билан хулланиши яхши булиши учун симоб юза холати катта ахамиятга эга. Симоб сирт юзаси тоза ялтирок булиб, харакатчан-фаол, майда симоб доначаларига таркалган булиб, амальгама холидан сунг тез бирика олиш ахамиятлидир. Майда булакчалари булинган симоб (помзация), ёмон хуллайди ва амальгамация ишини бажармай жараёндан чикиб кетади. Унинг майда соккачаларга булиниб кетиш сабаблари куп. Бунда майдалаш аралаштириш ускунаси, жараёнга тушиб колган ёг, хамда графит булакчаси булиши мумкин. Майдаланган сульфит доначалари, баъзида кварц ва силикатлар симобни

сферик-овал шаклларда саклаб колади, амальгама булишига каршилик килади.

Бундай полизация (майда соккаланишдан) саклаш учун рудани ута янчиб юбормаслик зарур. Симобни таркатиб, эмульгация булишидан асраш учун айрим холларда махсус реагентлардан фойдаланилади. айрим холларда амалгама каттиклашиб колса, бу усулдан воз кечадилар. Симоб амалгамасининг каттиклашиб колишига сабаб унинг таркибида мис ёки темир минерали купайиб кетишидир.

Мис заррачалари дастгохлардан кучган темир метал ионлари билан тез кайтарилади: $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$, бунда металл холига утган мис, темир сиртига ёпишиб утиради – цементация холи кузатилади. Бу хол амальгамани мурт булишига олиб келади. Миснинг заррали зарарли таъсирини йукотиш учун, жараёнга охак кушиб, уни мис гидратига айлантирадилар. Амальгама жараёни содда ва оддий усул булиб, олтинни тез ажратиб олиб, унинг товар холига утказишни тезлаштиради.

Маъруза №10 Амалгама усуллари

Илгари, юкорида айтганимиздек ,Узбекистон музофотида олтинни амальгамация йули билан руда ва кумлардан ажратиб олиш тарихи карийиб 3-4 минг йил аввал бошланган.Бунинг учун олтинли тош майдаланиб ховончаларда (келичаларда) эзгиланган . Уни эзгилаб янчиш жараёнида сув солиб, симоб кузачасидан, симоб тукиб аралаштирилган. Сув, симоб ва олтинли масса тухтовсиз кориштирилиб аралашгач, олтин симоб билан хулланиб, амальгамаланган. Деярли барча олтин симобга утгач, симоб аста секин узаро бирикиб, катта масса хосил килган. Барча олтин зарралар шу симоб масса ичига йигилган, сингиб колган. Симобни сузгичдан утказиб, ёки “юмалатиб” руда тупонидан ажратилиб, уни махсус, сопол идишда, оловда куйдирилган. Оловда куйдирилган симоб, тахминан 610°C да хавода бугланиб HgO – ок буг холида кутарилган. Симоб оксиди – сопол най оркали, сувли идишдан утказилган.Сувли идишдан, най ичидан утган симоб буги совигвн ва аста секин симоб томчиларига айланиб, махсус идишда тупланган. Шу тарика симоб амальгамадан ажратиб олинган ва жараёнда кайта кайта ишлатилган. Сопол « козон » чада колган олтин, кумуш ва бошка метали моддалар, металлургия йули билан, яъни махсус кушимчалар кушиб, сопол – тигель – муставкатларда эритиб олтин ёки кумуш олинган. Бу хакда биз юкорида айтиб утган эдик.

Хозирги шароитда амальгама асосан икки усулда олиб борилади:

1. Биринчи усул – ички амальгамалаш булиб жараён асосан янчиш билан биргаликда, дасгох ёки ускуна ичида (югурма ликоблар, тегирмондар, чан- амальгамаларда) олиб борилади.

2. Ташки амальгамалаш – асосан янчиш дасгох ва ускуналардан ташкарида (тарнов – шлюзларда, махсус амальгаматорларда) олиб борилади.

Амальгама жараён бораётган дасгохга, ахён-ахёндасимоб куйиб турилади .Уз навбатида, бу симоб микдори,шу рудадаги олтинга 1:10 нисбатда , унинг моддавий таркибига ,олтин заррасининг шакли ва улчамига богликдир. Бу нисбат аслида текшириш тадкикотлар натижасида аникланган булиши керак. Илгари ички амальгамация усули харакатдаги – ликобларда (бегунные чаши) утказиларди,кейинчалик улар урнини пулат соккали тегирмонлар эгаллади. Хозир амальгамалаш усули хом ашё рудаларда кулланилишдан колди деса булади.Сабаби аник. Олтин юзаси бирон бир менерал зарраси билан копланса,сулфидли руда булса, олтин огир рангли металл минераллари таркибида булса, сланецли , пиритли, мисли, графитли, кумирли рудаларда бу, амальгама усули тугридан-тугри кулланса фойдаси жуда камдир.Бу усулда куп ишчи кучи ва куп микдорда кимматбахо симоб сарф талаб килинади.Ички амальгама соф олтин рудаларини гравитация йули билан бойитганда, бойитма

(к-т) таркибидан ажратиб олишда ишлатилиши хали сакланган.Бу усулда асосан амальгама – бочкалари каби дастгохлар фойдаланилади.

Бундай бочка улчами 800×1200 мм, булиб, махсулдорлги, суткасига 2,5-5т. бойитмадир. Ташки амальгамация, дунё фабрикаларида жуда кам ишлатилади у хозир Кэнимба (Жанубий Родезия), Голден Ридж (Австралия) каби фабрикаларда ишлатилади. Улардаги рудаларда олтин соф ва 18 г/т гача боради. Бир суткада 150 т. гача руда амальгамация килинади.

Амальгамаларга ишлов бериш.

Амальгама бочкаларидан туширилган амальгамалар огир рангли металллар билан коришган булади. Буларни махсус олтин ювиш ускуналарида ювиб тозаланади.

Охирги ювиш жараёни чуян ва чинни косаларда олиб борилади. Ювилган амальгамани винтли прессларда замш (суруп), сузги (филтрларда) суздирилади. Сузиб олинган амальгамада олтин бутун сон – фоизларда 20-50% булиши ажабланарлидир. Сузиб сикилган амальгама махсус реторта – дистилляторларда симоби хайдалиши учун куйдирилади. Реторталар колосниклар- панжара устида куйилиб ёкилги ёки электр токи билан киздирилади. Ретортанинг торайган огзи совитгичга уланган. Реторталар маълум хароратда узлуксиз киздирилиши шарт. Симобнинг асосий кисми 350-400 °C да хайдалгач, харорат 750-800 °C га кутарилади. Симоби хайдалиб, олтин порошок – кукун холида реторта тубига колади. Олтин кукуни флюслар (бура BaO , сода CaCO_3 , селитра NaNO_3) кушилиб, махсус тигелларда эритилади. Симоб хайдаланадиган бино, ишчиларнинг симоб буглари билан захарланмаслиги учун яхши шабадалатилган булиши зарур.

Амальгамация – Гравитация фабрикалари.

Агарда рудада сульфидли минераллар куп булса, бу холда хамма руда амалгамага кушилиши шарт эмас. Симоб ортикча сарф булиши мумкин. Агарда руда таркибда йирик олтин заррачалари куп булсагина бу усул самаралидир. (Бундай усулда бойитишнинг схемаси кургазмада курсатилган).

Бунда чуктириш машинасидан олинган бойима 5-7 %ни ташкил этади. Уни бойитиш столида кайта тозалаш (перечистка) натижасида 0,4 % “олтин куймача” олиш мумкин.

Чикимини кайтадан тегирмонга кайтарилади, “олтин куймача”ни амалгамалаш бочкаларида, амальгамация билан бойитилади.

Симобнинг майда таркокланиб (пемзование) кетмаслиги учун 1т руда хисобидан 300-500г ксантат реагенти кушилади. Ишлов берилаётган рудага 1 т хисобидан 500-600 г/т симоб сарф килинади. “Олтин бошок” даги нодир металллар 99 %ни шу йусин ажратиб олинади. Агарда ишлов берилаётган рудада майда заррадаги олтинлар куп булса, сунгги янчиш тегирмондан кейинги таснифловчи машина сливига тивитли тарнов-шлюз урнатилади. Шлюз бойимаси чуктирувчи машина бойимасига кушиб, кайта ишловга бирга утказилади.

XX асрдан бошлаб, гравитация дастгохларидан кейин, ишлов берилади берилаётган хомашё гидрометаллургия жараёни – танлаб эритиш билан синил тузларининг эритмасидан фойдаланилади.

Олтин рудаларини синиллаш.

Гравитация усулида бойитилишда руда таркибига караб олтин “копкон” (ловушкалар), чуқтириш машиналари, бойитиш столлари, магнитли сепараторлар, тарнов-шлюзлар ишлатилиб, асосий йирик олтин заррачалар ажратиб олиниб, аффинаж цехига олтин ёмби эритишга юборилади.

Аммо гравитация дастгохлари чиқиндиларида хали куп микдордаги жуда майда ва мураккаб таркибдаги олтин зарра захиралари булади. Бундай бутанадаги олтинни энди, асоосан синил тузларида эритиб ажратиш лозим булади.

Синил кислота тузларидан $[KCN, NaCN, Ca(CN)_2]$ олтинни яхши эритади. Эриган эритмани, каттик модда (руда тупламидан) куюклантириб-тиндириб, сузиб ажратилади ва олтин ва кумушни чуқтириш учун рух кукуни ёки махсус ионит катрон (смоалар) ёрдамида ишлов берилади. Рух кукунида “цементация” – йули билан чуқтирилган, ёки бутанага смола аралаштирилиб, уни махсус сетка – галвирларда тутиб қолиб, сунг десорбция йули билан, смоладаги олтин ва кумушни теямочевина ёрдамида эритиб, сорбентни аффинаж цехига юбориб, олтин ва кумуш хамда бошка нодир металлар ажратиб олинади.

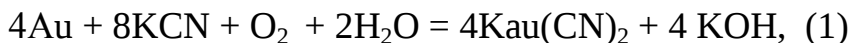
Назорат учун саволлар

1. Ички ва ташки амалгамаларнинг кайси бири хозир кулланилади.
2. Симоб (амалгамадаги) олтин кандай ажратиб олинади.

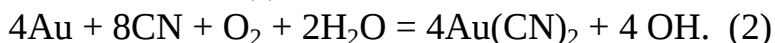
Маъруза №11

Танлаб эритиш (синиллаш) Термодинамикаси.

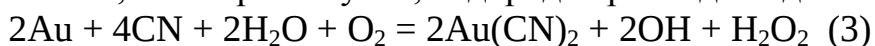
Эритмадаги кислород ёрдамида, олтиннинг синил тузларида эриш реакциясини биринчи булиб 1846 йилда Эльснер аниклади:



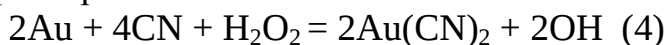
ёки ион шаклида ёзилса:



Бодлендер деган олим, 1896 йилда, бу реакция натижасида, Эльснер пайкамаган, яна бир махсулот, водород пероксид топди:



кайсини бу водород пероксид, олтинни эритиш учун қисман сарфланаркан:



ва қисман ажраб, парчаланади:

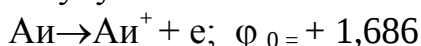


ёки эритмада тупланади.

Кумуш хам худди олтин каби эрийди. Ф.Хабаша деган олим хам Бодлендер реакциясининг ҳақлигини таъкидлади. Хозиргина купгина илмий тадқиқотлар ҳам мазкур схемани тан олмоқдалар. 3 ва 4 формуладан қуришиб турганидек, олтин кислород ёки пероксид ёрдамида бир валентли олтин ҳолигача оксидланиб эритма ҳолига ўтади ва $\text{Au}(\text{CN})_2$ анион комплекси тузи шаклида эритмага ўтади. Мазкур кимёвий реакциянинг термодинамик жиҳатдан тўғрилигини текшириб, қўзғатайлик;

Электрхимиядан маълумки, олтиннинг электрон потенциали катта бўлиб,

У эритмага ўтиши учун :



керак бўлади. Ҳарқандай оксидловчи жараён учун, ушанга яраша қайтарувчи жараён содир бўлмоғи керак. Бунда ажралиб кетувчи-кетилувчи электронлар асосий вазифани бажарадилар.

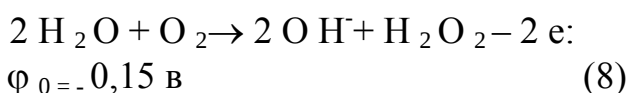
Одатда олтинни оксидлашда ишлатиш мумкин бўлган техник омиллар, олтин потенциалига қараганда манфаатлироқ потенциалга эгадирлар. Масалан кенг тарқалган оксидловчи-бу кислороддир. Кислород кислотали муҳитда қуйидаги электрокимёвий реакция сифатида юз беради:



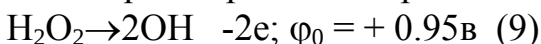
ва +1,23В. стандарт потенциалга эга. Ишқорий муҳитда кислород қуйидаги реакция бўйича қайтарилади:



ва нисбатан жуда кичик стандарт потециалига эга бўлади, яъни у +0,40В, га тенг. Кислороднинг водород пероксидгача қайтарилишини қуйидагича ёзамиз :



ва водород пероксид гидроксил ионигача қайтарилиши:



Бу ҳам металл олтинни оксидлаб, уни Au^+ катиони сифатида эритмага ўтказишга ётарли эмасдир.

Аммо, Нернст тенгламасига қўра, металл потенциали, унинг тузидаги эритмасида, шу металл ионларининг (активлигига) фазолигига боғлиқдир.

Буни қуйидаги тенглама қўринишида ёзсак:

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{\text{Me}^{n+}}, \quad (10)$$

қайсики: φ - металлнинг тузидаги потенциалидир, В;

φ_0 - металлнинг стандарт потенциали, В;

R - газ доимийлиги, 8,314 Дж/моль град;

T – температура, К.

n - реакцияда катнашаётган электронлар сони.

F – Фарадей сони, 96487 к/мольга тенг;

a_{Me}^{n+} - металл катионларининг эритмадаги активлиги.

Натурал логарифмлар, унлик логарифмга утиб, доимий сонларни алмаштириб. Олтин учун 25^0 С шароитдаги электрон потенциали

$$\varphi = 1,68 + 0,059 \text{ Lg } a_{\text{Au}}^{+} \quad (11)$$

эканини топамиз.

Сунгги (11) ни реакциядан куриниб турибдики, олтин оксидловчи потенциални, тушириш, камайтириш мумкин эмас. Бунинг учун олтин Au^{+} ионлари активлигини унинг эритмасида камайтириш мумкин.

Олтиннинг эритмаларда эрий олиш асосида худди ҳолат кузатилади.

Олтин Au^{+} ионлари, синил тузнинг CN^{-} ионлари билан жуда мустахкам комплекс туз ҳосил қилиб боғланади,

Диссоциация тенгламаси:



Чапга кучли силжиганлигини курамиз, ва диссоциация константаси K_d ; микдори жуда озлигини курамиз:

$$K_d = \frac{a_{\text{Au}}^{+} a_{\text{CN}}^2}{a_{\text{Au}(\text{CN})_2^{-}}} = 2,6 \cdot 10^{-38} \quad (13)$$

Шунинг учун CN^{-} ионлари иштирокида, Au^{+} олтин ионлари активлиги сусаяди, ва бирдан камаяди, демак. Олтин потенциали тушади.

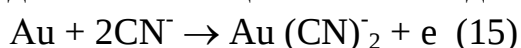
Дарҳақиқат (13) тенгламадан, Au^{+} ионлар активлигини топиб, уни (11) тенгламага қуйсак:

$$\varphi = 1,68 + 0,059 \text{ Lg} (2,6 \cdot 10^{-38} \frac{a_{\text{Au}(\text{CN})_2^{-}}}{a_{\text{CN}}^2}) \text{ соддалаштиришдан сунг:}$$

$$\varphi = -0,54 + 0,059 \text{ Lg} \frac{a_{\text{Au}(\text{CN})_2^{-}}}{a_{\text{CN}}^2} \quad (14)$$

эканини топамиз.

Бу реакция таркибида эркин CN^{-} иони булган эритмада олтиннинг оксидланиш потенциални таъкидлайди.



Бу реакциянинг стандарт потенциали ($a_{\text{Au}(\text{CN})_2^{-}} = 1$ ва $a_{\text{CN}} = 1$) булганда $\varphi_0 = -0,546$ эканини курсатади.

Демак, синил туз эритмаларида олтиннинг оксидланиш потенциали зумда сусаяди, ва унинг оксидланиб эриши термодинамика нуктаи назаридан мумкинлиги кузатилади. Оксидланиш – кайтарилиш реакцияларининг

стандарт потенциалларини билгач, (3) ва (4) реакцияларнинг изотермик ва изобар потенциалларини ҳам ҳисоблай оламиз:

$$\text{Lg } K = \frac{(\varphi_0^{\text{ок}} - \varphi_0^{\text{кайтар}})}{2,3 \text{ RT}} \quad (16)$$

$$\Delta Z_{298}^0 = -(\varphi_0^{\text{ок}} - \varphi_0^{\text{кайтар}}) \text{ nF} \quad (17),$$

бунда :

K – тенглик константаси.

$\varphi_0^{\text{ок}}$ ва $\varphi_0^{\text{кайтар}}$ – оксидланиш ва кайтарилиш стандарт потенциаллари, в;

Z_{298}^0 – изобар-изотермик потенциаллари узгариши, кал.

$$(-0,15 - (-0,54)) \cdot 2 \cdot 96487$$

$$\text{Lg} K = \frac{(-0,15 - (-0,54)) \cdot 2 \cdot 96487}{2,3 \cdot 8,314 \cdot 298} = 13,2; K \approx 2 \cdot 10^{13};$$

$$2,3 \cdot 8,314 \cdot 298$$

$$\Delta Z_{298}^0 = -[-0,15 - (-0,54)] \cdot 2 \cdot 23071 \approx 18000 \text{ кал.}$$

(4) реакция учун 25°C да

$$[+0,95 - (-0,54)] \cdot 2 \cdot 96487$$

$$\text{Lg} K = \frac{[+0,95 - (-0,54)] \cdot 2 \cdot 96487}{2,3 \cdot 8,314 \cdot 298} = 50,5; K \approx 3 \cdot 10^{50};$$

$$2,3 \cdot 8,314 \cdot 298$$

$$\Delta Z_{298}^0 = -[+0,95 - (-0,54)] \cdot 2 \cdot 23071 \approx -69000 \text{ кал.}$$

Бунда тенглик реакция константалари шундай юқорики, бу реакциялар бажарилишини, юз беришини, олтиннинг эришини тасдиқлайди.

Худди шу йул билан металл кумуш ҳам эрий олишини исботлаш мумкин:

Бунда $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + e$; $\varphi_0 = +0,80 \text{ в}$ ва

$$a_{\text{Ag}} \cdot a_{\text{CN}^-}^2$$

$$K_d = \frac{a_{\text{Ag(CN)}_2^-}}{a_{\text{Ag}} \cdot a_{\text{CN}^-}^2} = 1,8 \cdot 10^{-19}$$

$$A_{\text{Ag(CN)}_2^-}$$

дан $\text{Ag} + 2\text{CN}^- \rightarrow \text{Ag(CN)}_2^- + e$; $\varphi_0 = -0,31 \text{ в}$ (18)

костант тенглама реакциялари 3×10^5 ва 5×10^{42} (Бодлендер реакциялари),

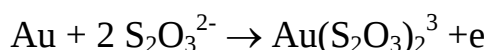
ваизобар – изотермик реакциялари

$$\Delta Z_{298 \text{ C}}^0 = -7400 \text{ кал ва } \Delta Z_{298 \text{ C}}^0 = -58000 \text{ кал.}$$

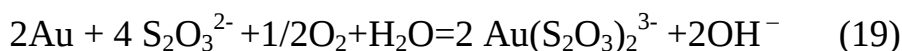
эканини курамиз. Кумуш ва олтин эритмага утиб Au(CN)_2^- ва Ag(CN)_2^- мустахкам бирикма комплексларини ҳосил қилади.

Бундан шу ҳолни пайкаш мумкинки, олтин узи билан мустахкам боғланган бирикма ҳосил қиладиган эритмада эрий олади. Демак, бундан қурииб турибдики $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ иони ҳам олтин билан қучли, мустахкам $\text{Au(S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ ҳосил қиладики, диссоциация константаси $K_D = 1 \times 10^{-26}$ га тенг.

Шунинг учун $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ иони булган эритмада олтиннинг стандарт потенциаллари



То +0,14 в гача пасаяди ва олтиннинг кислородда оксидланиши ва унинг эритмага утиши термодинамика нуктаи назаридан тасдикланади:

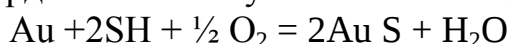


$$K \approx 6 \cdot 10^8; \quad \Delta Z_{298}^0 \approx -12000 \text{ кал} \quad (19)$$

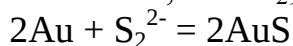
Экспериментал, олтиннинг бундай кислород эриган тиосульфат тузларида эрий олишни тасдиклаган ва амалда кенг кулланилмокда.

И.А.Каковский ва ходимлари S_2^{2-} тиосульфид иони эритмаларда кучли мусбат микдорий реакция хосил килишини, яъни олтинни эришини тасдикладилар.

Шунинг учун олтин Au S ион хосил килувчи тиосульфидли эритмаларда комплекс туз хосил килиб эрийди.



$$K \approx 4 \cdot 10^{30}, \quad \Delta Z_{298}^0 = -41400 \text{ кал} \quad (20)$$



$$K \approx 10^{-2}, \quad \Delta Z_{298}^0 \approx +2740 \text{ кал}$$

Бу реакция шуниси билан кизикки, потенциаллар айирмаси мусбат булса-да, S_2^{2-} ионининг узи кучли оксидловчи булгани учун содир булади.

И.Н.Плаксин ва М.А.Каковскийлар кучли оксидловчи Fe^{2+} иони иштирокида, олтин метали $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ тиомочевинали эритмада, комплекс туз $\text{Au} [\text{CS}(\text{NH}_2)_2]_2^+$ катион хосил килиб эрий олади.

Худди мана шу ходиса олтинни ионит смолалар таркибидан эритиб олиш, яъни дисорбциялашда хозирги замон олтин саралаш фабрикаларида кулланилмокда.

Назорат учун саволлар

1. Нима учун олтин синил тузларида эрийди.
2. Танлаб эритишнинг афзаллиги нимадан иборат.

Маруза №12

Нодир металлларни синиллаб эритиш жараёни кинетикаси.

Олтин ва синил тузларининг узаро реакциясига киришиш жараёни каттик ва суюк икки фаза оралигида юз беради.

Шунинг учун синиллаш жараёни гетероген жараёндир. Унинг барча узгаришлари гетероген жараёнлари коидасига буйсунади. Гетероген жараёнининг гологен жараёнларидан фарқи шундаки у буткул хажм булиб эмас, балки системанинг айрим қисмларида юз беради. Масалан, каттик ва суюк фаза оралигида. Шунинг учун реакция узлуксиз бориши учун, зарур реагентларни тухтовсиз бериб туриш ва реакция натижасида ҳосил бўлган маҳсулотларни жараёндан узлуксиз чиқариб туриш зарур. Шу боисдан гетероген жараёнлари мураккаб жараён булиб, узаро боғлиқ бўлган, бир неча босқичлардан иборат. Бунда масала жараён узида кечадиган реакциядан ташқари, реакцияга киришадиган дастлабки ашё ва якуний маҳсулотларнинг узаро диффузияси билан ҳам характерланади. Гетероген системасини ташкил этувчи барча жараёнлар биргаликда, шу жараён механизми деб айтилади. Кимёвий кинетикадан маълумки, жараёнда юз берадиган энг кичик тезлик, шу жараёнининг ҳал қилувчи омили ҳисобланади.

Агар гетероген жараёндаги юз берётган реакция секин юз берса, бу жараёнининг кечишини маскур кимёвий кинетикаси яқунловчи ҳисобланади. Бу ҳолда жараён муҳитда юз бераёпти дейилади. Агарда диффузия тезлиги кимёвий реакциялар тезлигидан кам бўлса, ҳал қилувчи этап диффузия булиб, жараён диффузия қисмида юз беради. Бутун жараён тезлиги диффузия тезлиги билан белгиланади. Агарда диффузия тезлиги ва кимёвий реакция тезлиги узаро ҳамоҳанг бўлса, жараён тезлиги ҳам диффузия, ҳам кимёвий кинетика коидалари билан белгиланади.

Масалан, олтин (ёки қумуш) булагиде, газ ҳолидаги қислород ва ҳаво билан узаро туташган, синил тузи эритмасида бўлсин деб фараз қилайлик. Металл сиртида юз бераётган узаро кимёвий таъсиридан, синил ионлари ва қислород молекулалари сарф бўлади, оқибатда металл сиртига яқин суюқликда қислород ва синил ионлари қамаяди. Каттик модда ва суюқлик катламида юз берган реагентлар концентрациясининг нотенглиги, синил CN ионларининг ва қислород молекулаларининг эритмадан олтин зарраси юзасига томон диффузия оқими келтириб чиқаради. Қислород концентрациясининг қамая бориши, газ ҳолдаги катламдан қислород утиб, унинг урнини тулдириб туради. Бу мулоҳазалар олтиннинг синил тузларида эриши қуйидаги 4-босқичда юз беради деган фикрга олиб келади.

1. Қислороднинг синил эритмасида эриши (обсорбция)
2. Синил иони CN ва қислород молекуласининг эритма хажмидан металл юзасига утиши
3. Металл юзасида уз кимёвий реакцияси
4. Реакциянинг эрувчи маҳсулотлари бўлмиш $(Au(CN)_2)$ ва OH ионлари H_2O_2 молекуласи) нинг металл юзасидан эритма хажмига утиши

Ушбу жараёнлардан ҳар бири уз шахсий тезлигига эга бўлиб, уз навбатида ҳар бири энг паст ҳаракатдаги реакция бўлиб, жараённинг кечишини белгиловчи ва умуман олтинда ҳал қилувчи ҳисобланиши мумкин.

Юқорида айтилганига кура, нодир металлларнинг синил эритмасида эриш кинетикасини кузатайлик.

И.А.Каковский ва Ю.Б. Холманский айланадиган диск усули билан, турли узгарувчи омилларда-синил ва кислород концентрациялари аралаштириш ва ҳарорат узгаришларида, кумушнинг эриш тезлигини урганиб чиқдилар. Кайсини тажрибада диск юзаси ($R=2.0$ см.) узгармас саклангани ҳолда, синил концентрацияси узгариши кичик бўлгани учун эътиборга олинмади, кинетик эгри чизиклари тугри функциядан иборат бўлди, (расм..42-82 бет).

Бу жараённинг солиштирма эриш тезлигини ҳисоблашга имкон берди:

$$\text{Яъни} \quad V = \frac{Q}{S \cdot \tau}$$

Бунда: Q - кумушнинг эритмага утиш миқдори, моль/л;
 S - диск юзаси см²
 τ - эриш давоми секунд

Кейинги (43-расмда) кумушнинг синил концентрациясига боғлиқ ҳолда эритмага утиш узгариши ва ундаги 25⁰С да порциял босим тасвирланган ($\omega=1100$ айл/мин)

Бу натижалардан қурииб турибдики кумушнинг эриш тезлиги, факат синил эритмаси ни паст концентрациясига боғлиқ экан. Синил эритма концентрацияси миқдорининг маълум миқдорларида оширилиши, амалда кумушнинг эриш тезлигини узгартирмайди. Уз навбатида, бунинг аксича, кумушнинг эриш тезлиги порциял босим ва кислороднинг эритмадаги концентрациясининг ошиши билан тезлашади.

Дарҳақиқат, кумуш дискнинг эриши порциял босимга унча боғлиқ бўлмайди. Бунинг янада яхшироқ кузатиш учун, кумуш диск эриш тезлигининг унинг айланиш тезилига ва ҳарорат узгаришига боғлиқлигини қуриб чиқайлик. Тажрибалар натижаси шуни курсатдики, кумушнинг эриш тезлиги, дискнинг айланишининг квадрат илдиз остига боғлиқ экан. Бундан шу нарса маълумки, кумушнинг эриш тезлиги, диффузия тезлиги билан чегараланар экан. Синил эритмасининг паст концентрациясида эриш тезлигининг ҳарорат узгаришига боғлиқлиги Аррениус тенгламаси билан ҳисобланади ва у 3,5 ккал/мольни ташкил этади. Синил эритмасини юқори концентрацияси учун бу миқдор (тахминан 0,9 ккал/моль) га тенг. Бу тажрибалардан шундай ҳулоса чиқадики, кумушнинг энг секин эришини диффузия ҳолати белгилайди.

Нодир металллар эришининг электрокимёвий табиати.

Шу пайтга қадар нодир металлларнинг синил эритмаларида эришини оддий кимёвий жараён деб қараб келдик. Бунда металл синил эритма концентрацияси ва кислород молекуласининг синил эритмасидаги концентрациясига боғлиқлиги моҳияти аҳамияти эътибордан четда эди. Аслини олганда ҳозирги электро-кимё қонуниятларига қура нодир металлларнинг синил эритмаларида эриш жараёни, электрокимёвий жараёндир ва у электро-кимёвий қонуниятларга бўсунади. Тугрироғи у умуман металллар коррозияси қонунлари билан тушунтирилади. Шунга қура нодир металлларнинг синил эритмаларида эриш жараёни, ҳудди қиска туташган электрогальваник элементдай гапдир. Бунда электродлардан бири олтин заррачаси, яна бири эса, бошқа бир, шу зарра қамралган ток утказувчи минералдир. Бу тажрибани содда қилиб, Джулиан ва Смартлар утказган эдилар. Узаро ғовак тусиқ билан ажратилган идишларга CN синил эритмаси қуйилади. идишлардан бирига олтин лаппак ва яна бирига пирит минерали қуйилиб, улар гальвонометр орқали туташтирилган (1 расм 49. 89-бет). Занжир уланганда, ташки сим бўлиб, ток нольдан узғариб олтин лаппакда пирит минералига қараб, юра бошлагани қуринади (гольванометр стрелкасига қараб биламиз). Бирок қуп утмай, занжирда ток қамая боради ва бутунлай сунади. Шу дамда пирит турган идишга кислород ёқи ҳаво юборилса, яна занжирда ток пайдо бўлади. Бу ҳол эритмага ҳаво ёқи кислород юбориш тухталгунга қадар давом этади. Бу тажрибанинг натижаси кислороднинг аҳамияти қанчалик қатта эканлигини яққол қурсатади. Олтин лаппак устида $Au(CN)_2$ анион қомплекс тузи ҳосил бўлиши муносабати билан, электронлар ажралиб чиқади.

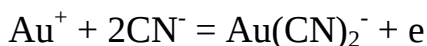
Бу жараённинг муқаддир давом этишини таъминлаш учун, шу электронларни ютадиган деполизатор бўлиши лозим. Деполизатор ролини пирит минерали устидан перекис водородигача (H_2O_2) қайтарилаётган кислород бажаради. Тажиба уз мавқеига қура электрокимёвий механизм асосида қурилгандир. Бу ҳали, одатда синил эритмаларида нодир металлларнинг эриши батамом электрокимёвий жараён деб ҳулоса қилишга асосли эмас.

Тажибани янада ойдинлаштириш учун Қадрик ва Қеллок (1954 й.) олтиннинг синил эритмаларида эриш қинетикасини урганиш учун гальваник элементлари иши назарияси асосларига ясадилар. Уларнинг мақсади, олтинни синил эритмаларида эриш механизмининг электрокимёвий жараёнга боғлиқлиги ва бу эриш қинетикасини (тезлигини) назорат қилиш ва бошқариш эди. Уларнинг мақсади анод ва катод олди жараёнларини алоҳида-алоҳида қузатиб, қувард натижада, тажибалар сунгида иққи томон қурсатқичларини таҳлиллаб, уларнинг реакция тезликларининг қамламасини қурсатиш эди. Улар утказган тажиба (расм-52 да) тасвирлар тасвирланган. Бунда идиш-1, қопқок-2 билан ёпилган бўлиб унга KCN ишқорий эритма

куйилган. Электр утказувчанлигини ошириш учун 0,5% ли KCl хам кушилади. Электродлар сифатида олтин парда (фолга) тасма -3, олиниб ук -4 атрофида коворча шаклда уралган булади. У уз навбатида узгарувчи тезлик билан айлана олиши керак.

Олтин электрод юзаси 8 см² ни ташкил этади. Симоб коплама (затвор) -5, эса вал -4нинг , идиш -1 мустахкамлигига путур етказмай айлана олишига имкон беради. Олтин электрод -3 нинг поляризациясини таъминлаш учун аккумулятор -6 , реостат -7 ва ёрдамчи электрод -8 урнатилган. ёрдамчи электрод уз навбатида идиш -9 га урнатилиб, у асосий идиш 1-дан, тусик -10 оркали мухофазаланган.

Олтин электрод -3 потенциали потенциометр -12 билан улчанади. У туйинган каломел электрод -13 га нисбатан ишлайди. Потенциостат электролитик калит -14 оркали, 1-идиш билан боғланган. Олтин 3 билан аккумулятор ва потенциометрлар орасида электротуташ 4 вал ва 5 симоб коплама (затвор) билан амалга оширилган. Идиш 1-даги эритмада кислород концентрациясини таъминлаб туриш учун, 15- шиша най оркали маълум нисбатда кушилган азот ва кислород юбориб турилди. Газлар кувурча -16 дан чиқарилиб юборилади. Анод олди олтин эриш реакцияси, маълум узгармас концентрацияли синил эритмасида, турлича диффузия тезлигида (олтин лаппак айланиши), харорат узгаришида илмий тадқиқот қилинди. Кислород концентрацияси таъсирини йукотиш учун эритмага доимий равишда азот газы юбориб турилди. Бундан бирдан-бир жараён олтиннинг синил эритмасида электрохимёвий эриш жараёни кузатилиб, реакция натижасида олтин синил анион комплекс тузи ҳосил бўлиши мумкин эди :



Расход -7 контактини узгартириш билан, гальвонометр оркали I-ток улчанади. Потенциометр -12 оркали эса, туйинган 13-каломел электродига нисбатан, олтин электрод 3-даги потенциал улчанади.

Таҷрибалар натижасида олинган поляризация эгри чизиклар 53-расмда курсатилган.

Бунга потенциалнинг мусбат томонга сурилишида , даставвал олтиннинг эриши орта боради, кейин сусаяди ва маълум микдорда узгармай қолиши куринади. Бунда жараён уз навбатида синил эритмаси концентрациясига, аралаштириш тезлигига, харорат узгаришига боғлиқлиги куришиб турибди.

Поляризация эгри чизикларида горизонтал булакларининг пайдо бўлиши, токнинг катта зичликларида, электрохимёвий жараён тезлигининг, диффузия тезлигидан кура ошиб кетишидан келиб чиқади. Яъни CN нинг олтин электрод устида диффузиясидан кура баланд.

Назорат учун саволлар

1. синиллаб эритиш нима учун зарур
2. олтин нима сабабдан бошқа кислоталарда эримади
3. гетероген система қандай система

Маъруза №13

Завод шароитда синиллаб эритиш тезлигига таъсир этувчи факторлар.

Саноат шароитида олтинни синил тузларида эритиш ута мураккаб ҳолатда кечади. Тажрибада кулланган олтин метали шакли факат лаборатория шароитларидагина булади. Реал шароитда ишлатиладиган синил эритмалари тоза булмай, унда турли-туман кушимчалар булиб,у реакцияларга катта таъсир курсатади. Реал шароитда эритмада жуда куп минераллар катнашиб, жараёнларга уз таъсирини утказади. Лекин нима булганда ҳам, илмий тажрибалар эриш жараёни диффузия жараёни эканлиги тасдиқлайди. Шу боисдан илмий тажрибаларга асосланиб диффузияни самарали бориши, олтин эриш жараённинг самарали бориши деб караш керак.

Бунда эриганкислороднинг диффузиясининг ишончли боришини таъминлаш керак. Энг омилкор шароит учун CN ва O_2 ларнинг диффузия тезлиги баробар булиши керак.

Синил CN концентрациясини ута купайиши, эриш жараёнини оширмайди. Тажрибалар курсатадики кислороднинг порциал босими 0,21 атм. булганда, синил эритмасининг чегараланган концентрацияси 0,02-0,1% булмоги керак. Бу катталиклар олтин саралаш фабрика ва заводларининг курсатгичларига мос келади. Агар синил эритмасининг омилкор концентрациясини ушлаш осон булса, кислород учун бу иш мураккабдир. Табиий шароитда, саноатда ишлатиладиган руда таркибига тез оксидланадиган минераллар катнашиши мумкин. Бу холда кислороднинг анчагина кисми, ён-атроф реакцияларнинг боришига бефойда сарф булиб кетади. Агарда эритмани аралаштириш етарли булмаса, ундаги кислород, шу шароитдаги хорорат ва парциал босимга нисбатан оз микдорда булади.

Олтин ва кумушнингсинил эримасида эриш йулларини билиб олгач,унинг эриш тезлиги кинетикасини ҳамбошқариш мумкин. Шуни ҳам айтиш керакки, жараён самарасини оширишнинг асосий йулларидан бири, эритмада эриган кислород концентрациясини оширишдир. Кислороднинг эриши эса, эритма устидаги порциал босимга тугри пропорционал булганидан, эритмада ҳам синил, ҳам олтин эриш тезлигини ошира бориш керакдир. И.Н.Плаксин каби олимлар тажрибаси олтин эриш тезлиги синил эритмасининг юкори концентрациясида, кислороднинг босими ва эриш тезлиги оша боради. Турли рудалар билан олиб борилган тажрибалар,кислороднинг порциал босими оширилганда, олтин эриш тезлиги ҳам оша боришини курсатди. Изланишлар шуни курсатдики, харорат ортиши эриш реакцияларининг тезлашувига олиб келади. Аммо хароратошиши билан руда таркибидаги бошка минераллар ҳам эриб,турли кийинчиликлар тугдиради. Харорат ошганда гидролиз юз беради ва чумоли кислотаси ажралади :



Шу сабабдан бу технологияга асосланган фабрикаларда хароратни унча оширмаган, кишда эса 15-20% атрофида олиб боришга ҳаракат қиладилар.

Диффузия тезлиги кимёвий реакцияларнинг жадаллигига, минерал юза кисми, диффузия юз берувчи юзага боглик булади. Шунинг учун –нодир металлар минералларининг катталиги ва юзаси уларнинг эриш жадаллигини курсатади. Майда зарраларнинг солиштирма юза майдони, катталарга нисбатан куп ва катта булгани учун, уларнинг эриш тезрок боради. Йирик дона зарраларининг тула эриш муддати, майда зарраларига караганда 3-4 баробар ошиб кетиши мумкин. Бу йирик зарраларни синил эритмаларида эритиш жараёнидан воз кечишгача олиб келиши мумкин. Олтин рудаларини тегирмонда янчишда, тугма металл зарралари ута майдаланмайди, шу боисдан синиллаб эритишдан аввал гравитация, амальгамация йули билан бу зарралар тутиб қолинади. Ута майда 1-5 мкм. руда зарраларини янчиб, минераллар юзасини «очиш» анча огир ишдир. Бундай ута майда зарралаи рудаларни янчишда куп электро энергия сарф булишини хисобга олинса, бундай рудалар кийин бойитилувчи (упорный) бекарор рудалар таркибига киради. Солиштирма сирт юзаси, бу минералларнинг шаклига ҳам боглиқдир. Олтин шакли синиллаб эритишга тугридан-тугри таъсир этади. Бир хил улчам-огирликдаги сокка шакл юзаси, куб шакл юзаси, куб шаклидаги юзадан, куб эса ясси-лаппак шакл юзадан кичикдир. Танлаб эритишпайтида металл юзаси, тухтовсиз камайиб боради ва унинг эриш тезлиги вақт бирлигида борган сари камайиб боради. Баъзида минерал (металл) руда таркибида синганлигига (вкрапленность) эриш тезлиги ҳам турлича булиши мумкин.

Руда зарралари тегирмонларда сув билан аралаштирилиб янчилади. Хосил булган бутана ковшоклиги (К : С нибати), унинг диффузия коэффициентига боглик. Ута майда микрон руда зарралари –лойка (куйка) ни хосил қилади. Лойка эса аморф шаклда булиб ундаги олтин жуда ёмон эрийди.

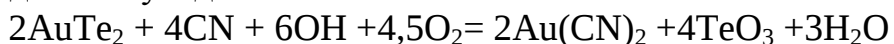
Лойкалар икки боскичли булади. 1-чи боскичдаги лойкалар каолинлашган $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{SiO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ларга ва улар лойли рудаларни хосил қиладилар. Лойка билан аралашган олтин рудаларини яна бир иккиламчи тури -жушли (охристые) рудалардир. Бу рудаларда сарик ранг куп булиб, у асосан темир 3-оксиди : $\text{Fe}_2\text{O}_3 \times n\text{H}_2\text{O}$ холида булади. Қадимда бундай рудали жойларни жушли ёки жушали дейилган. Масалан : Тошкент вилоятининг Ангрен шахри ёнида Қорабогсой, Қорабог кишлоғи ёнида жушали-сой шу фикримизга далилдир. Бу сойнинг тупроғи асрлар буйи сарик тусли-жуш булиб келарди. У ердан 1980 йиллардан бошлаб олтин рудаси ер ости усулида казиб олиниб, Ангрен олтин саралаш фабрикасида қайта ишланади. Ковшуклиги катта булганидан бу рудалардаги олтин эриш тезлиги суст боради. Шу сабабдан бундай бутанасини бир неча баробар суюлтирилган

холда синиллаб эритилади. Бутанани суюлтириш дастгохлар микдори ва хажминри оширишга ва реагентларнинг ортикча сарф булишига олиб келади.

Бу рудаларда лойка булишлиги кейинги жараёнлар : куюлтириш, филтрлаш ишларини хам огирлаштиради. Шу сабабдан лойкали рудалар кийин бойитиладиган рудаларга киради. Олтиннинг эритмага утиши шунингдек, руда таркибидаги нодир металлларнинг лигатурлик таркибига (кайси шакли канча микдор, унинг кимёвий бирикмалари, кабилар....) ва ундаги электр утказувчи минераллар борлигига хам боглик булади. Одатда соф тугма олтин, кумуш хамрохи миссинил эритмаларида яхши эрийди. Шу боисдан унинг мавжуд булиши олтинни синиллаб эритишда бирмунча кийинчиликлар тугдиради.

Олтин эритишда катта кийинчилик тугдирадиган яна бир кушимча унсур, бу теллурдир. У олтинни эришини жуда хам сусайтирибюборади. Жараёни фаоллаштириш учун олтин рудасини майда янчиб, эритмада ишкор концентрациясини оширишга тугри келади.

Теллуридларнинг синил эритмасида олтин билан узаро реакцияси куйидагача булади :



Агарда руда таркибида тугма соф платина булса у эрима, тугри чикиндига утиб кетади. У олтин ва кумуш билан каттик эритма хосил килган булса ,ортикча синил сарф килиш билан секин эрийди. Гравитация ва амалгамация чикиндиси синиллаб эритилдиган булса, бутана таркибидаги яна бир унсур симоб булади. Симоб кам эрийди. Кушимча манбааларни НКМКнинг ГМЗ-1, ГМЗ-2, ГМЗ-3 заводлар амалий инструкцияларидан олиб фойдаланиш мумкин.

Назорат учун саволлар

1. Кон рудаларида олтиннинг эришига таъсир этувчи кандай элемент ва моддалар булади
2. танлаб эритишда олтин гидрометаллургияси учун энг зарали элементларни биласизми
3. Танлаб эритиш завод шароитида кандай боради

Маъруза №13

Синил эритмаларининг гидролизи. Химоя ишкори.

Олтин рудаларини танлаб эритишда ишлатилаётган ишкорий металл синиллари аслида захарли булган синил кислотаси HCN нинг синил тузлари ва кучли ишкорлари (KOH, NaOH, Ca(OH)₂) лардир. Шунинг учун улар сувда эритлганда улар енгил диссоцияланади ва синил ионлари CN гидролизланиб ишкор ионлари OH га йул очади :



Гидролиз жараёни энг хавфли жараёндир. Чунки бунда ишхона цехини захарлайдиган ишкор ионлари ва захарли синил кислота буглари коплаши мумкин.

Гидролиз тенгламаси константаси куйидагича булади :

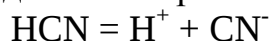
$$K_{\Gamma} = \frac{A_{\text{OH}} \times A_{\text{HCN}}}{A_{\text{CN}}} \quad (2)$$

Бунда : A –фаоллик

Агарда етарли даражада суюлтирилган эритмасини карайдиган булсак, фаолликнинг концентрацияларига тенг эканлигини курамиз :

$$K_{\Gamma} = \frac{C_{\text{OH}} + C_{\text{HCN}}}{C_{\text{CN}}} \quad (3)$$

Синил кислотаси оз даражада булсада, у хам диссоцияланган ва куйидаги ионларга ажратилган булади H⁺ ва CN⁻ :



Бу тенглама диссоциация тенгламаси :

$$K_D = \frac{C_{\text{H}^+} \cdot C_{\text{CN}^-}}{C_{\text{HCN}}} \quad (4)$$
$$\text{Бундан : } \frac{C_{\text{H}^+}}{C_{\text{CN}^-}} = \frac{C_{\text{H}}}{K_D}$$

Бу курсатмани (3) тенгламага куйиб

$$K_{\Gamma} = \frac{C_{\text{OH}} - C_{\text{H}^+}}{K_D} \quad (5) \quad \text{ни хосил киламиз.}$$

Бу (5) тенгламани сурати сувнинг ионли хосиласидир.

$$K_{\text{суб}} = C_{\text{OH}} \times C_{\text{H}^+}$$

Буни хисобга олиб, куйидаги, гидролиз константа микдорини топамиз :

$$K_{\Gamma} = \frac{K_{\text{суб}}}{K_D} \quad (6)$$

Бундан харорат 25°C да $K_{\text{СУВ}} = 1,0 \times 10^{-14}$ ва $K_D = 7,2 \times 10^{-10}$, бундан эса $K_{\Gamma} = 1,4 \times 10^{-5}$

Агар калий синил ёки натрий синил туз эритмаси константаси C_0 га тенг булса унинг гидролиз константасини топиш осон булади. Агарда KCN нинг гидролиз даражаси h булса, гидролизланмаган туз константаси $(C_0 - C_0h)$ моль/л. эканини топамиз. Гидролизланмаган туз батамом ионларга диссоцияланган булади ва унинг концентрацияси CN нинг концентрациясига тенг булади.

$$C_{\text{CN}} = C_0 (1-h) \quad (7)$$

Гидролиз пайтида эквивалент микдорда HCN молекуласи ва OH ионлари хосил булади.

Бунда HCN кислотанинг оз микдорда эканлигини хисобга олмаса, $C_{\text{CN}} = C_{\text{HCN}}$ деб қабул килиш мумкин.

Яъни CN нинг бир ионидан, HCN нинг бир молекуласи хосил булса, у ҳолда HCN концентрацияси, гидролизланган туз концентрациясига тенг булади :

$$C_{\text{HCN}} = C_{\text{OH}} + C_0 \times h \quad (8)$$

Энди (7) тенгламани ва (8) ни (3) тенгламага қўйсак :

$$K_{\Gamma} = \frac{C_0^2 \times h^2}{C_0 (1-h)} = \frac{C_0 \times h}{1-h} \quad ;$$

Бундан :

$$h = \frac{K_{\Gamma}}{2C_0} + \sqrt{\frac{K_{\Gamma}^2}{4C_0^2} + \frac{K_{\Gamma}}{C_0}} \quad (9)$$

ни топамиз.

Бу тенглама тоза сувда гидролиз даражасини топишга имкон беради. Юкоридаги (1) –чи тенгламадан қурииб турибдики, гидролизни бостириш, тухтатиш учун синил эритмасига ишқор қўйиш керакдир.

(1.64 –расмда) гидролиз даражаси ва ишқор концентрацияси муносабати қўрсатилган.

KCN эритма гидролизининг NOH концентрациясига муносабати:

1-0 ; 2=0,1% ; 3-0,05%.

Расмдан қурииб турибдики, синил концентрацияси пасайиши билан, гидролиз даражаси ошиб бормокда. Саноат микёсида гидролиз даражаси 3-10 % гача ортиб кетиши мумкин. (1.Расм-64) дан яна шу нарса қўзга қуринадики, ишқорнинг оз микдордаги концентрацияси ҳам, гидролиз даражасини тез пасайтириши мумкин.

Бу амал олтин саралаш фабрикалари амалиётида кенг қўлланилади ва шу боисдан «химояловчи ишқор» деб аталади. K_{Γ} даражаси ҳамда синил сарф

булиши, харорат ортиши билан ошиб боради. Бу хол, амалиётда синиллаб эритишни 15-20 °C да олиб боришни таказо этади.

Назорат учун саволлар

1. Гидролиз нима? Унинг зарари нимада
2. Тенгланиш константаси нима
3. Химояловчи ишкорни биласизми

Маъруза №14 Синил эритмаларининг олтинга хамрохликдаги минераллар билан узаро таъсири.

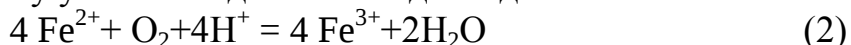
Олтин рудаларида инерт минераллар, яъни синил эритмаси билан реакцияга киришмайдиган кварц, силикатлар, темир оксидларидан ташкари, синил эритмалари билан узаро реакцияга киришадиган минераллар ҳам куплаб мавжуд булади. Бу эса куплаб нокерак, четки реакцияларнинг юз беришига олиб келади. Бу эса уз навбатида синил реагентларининг ортикча сарф булишига олиб келади. Демак олтиннинг эритмага утиши хампасаяди, камаяди. Шунинг учун рудаларнинг моддавий таркиби, синиллаб эритиб олтин ажратиб олиш технологиясини белгилайдиган факторлардандир. Рудалар таркибидаги мис, сурма, маргумуш ва темир минераллари энг куп таъсир курсатадиган салбий кушимчалардир.

Темир минералларининг таъсири :

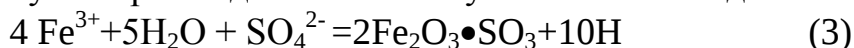
Бундай минераллари олтин рудаларининг доимий хамрохидир. Темирнинг оксидли минераллари гематит Fe_2O_3 . магнетит – Fe_3O_4 , гетит – FeOOH , сидерит FeCO_3 ва бошқалар синимл моддалари билан узаро реакцияга киришмайдилар. Аммо , бунга уларок, аксинча темирнинг сульфидли минераллари : пирит FeS_2 , марказит FeS_2 ва перотин Fe_{1-x}S (x-0 дан то 0,2 гача), бу бу минераллар жуда куп нокулайчилик, кийинчиликлар тугдиради. Бу реакцияларда хар бир сульфид минерали, узича таъсир этади. Бу минералларнинг салбий таъсири яна шундаки, бу минераллари билан эритма орасида буладиган реакциядан ташкари, бунда хосил буладиган оксидланишжараён махсулотлари биланхам реакцияга киришади. Сульфидлар уз таъсир кучига кура секин ва тез оксидланувчи колчеданларга булинади (сульфидлар). Пирит колчедан секин оксидлана бориб, бутун жараён давомида деярли унчатаъсир курсатмайди. Пиротин ва марказит майда заррачали минераллар булиб, улар анча нокулай кийинчиликлар тугдиради. Бу рудалар казиб олиш ва ташиш транспорт шароитларида хамузгаришга учраб, синил эритмаларида акс таъсир курсатиб, синил тузларининг ортикча сарф булишига олиб келади. Намлик ва хаво кислороди таъсирида пиротин ва марказитлар узгаришга учрайди. Унда FeS темир сульфид ва соф олтингугурт хосил булади. FeS уз навбатида темир сульфат хосил булишига олиб келади :



Бу уз навбатида яна оксидланади :



бу эса эримайдиган асосли чукма хосил килади :



кейин у темир гидрат хосил килади :



бунда рН концентрацияси орта борса 3 ва 4 реакция уннга сурилади.

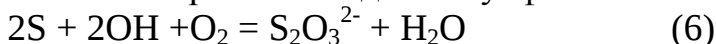
Аслида бу реакциялар рудаларни казиб олишдан бошлаб, ташиш жараёнларида давом этади. Шу боисдан бундай рудалар казиб олингандан то

синиллаб эритилишигача ажралиш махсулотлари олтингугурт элементар холда, теимр закиси ва окиси темир асоси ва гидрооксиди сифатида жараёнга таъсир курсатади. Бу реакция ва махсулотлар оз микдорли булсада, уларнинг технологик жараёнга салбий таъсири анча каттадир.

Синил эритмасида соф олтингугурт роданит хосил этади :



S – нинг бир кисми энди тиосульфат хосил килишга сарф булади :

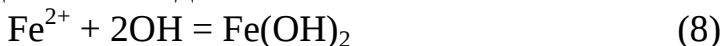


Химоя ишкори етарлича булмаса, парчаланиш хосиласи H^+ ва CN^- энди синил кислота бугларини хосил килади :



Бу синил кислотасининг ортикча сарф булишига, цех хавосини захарланишига олиб келади.

Ишкорли синил эритмаларидаги темир закис бирикмаси, темир гидрат оксидига айланади :



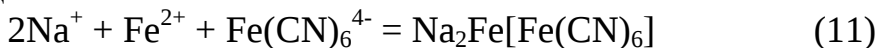
Кайсики эритмадаги CN^-



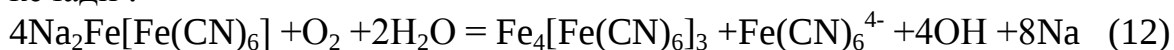
Бу $Fe(OH)_2$ ок чукма, синилнинг ортикча концентрацияли шароитида темир синил роданит тузини хосил килиш билан эрийди :



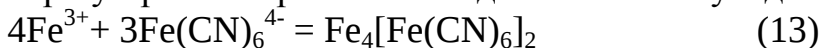
Агар синил концентрацияси етарли булмаса, эритмада Fe^{2+} ионлари сузиб юради. Бу шароитда эса эритмада темир синил роданит тузи хосил булади :



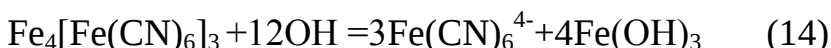
Эриган кислород ёрдамида оксидланган бу туз эса, майда тиник кук тусли чукма, берлин лазури деб аталувчи темир оксидининг тиосинил роданит тузини хосил килади : $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ бу туз эритмаси доричиликда “синка” номи билан машхурсуркаш препараторидир. Реакция куйидагича кечади :



Берлин лазури яна бошка бир йул билан, яъни темир окис катионлари (химоя ишкори етарлича булмаганда) ва темир синил роданит кислотаси анионлари узаро таъсири натижасида хам хосил булади :



Шундай килиб, синил эритмаларида кукимтир ранг пайдо булиши бу эритмаларда химоя ишкори етишмаётганидан дарак беради. Бу технологияни бошкарувчи мушандислари яхши билишлари керак. Бу шароитда, синил тузларининг сарф булишининг олдини олиш ва синил кислотаси буглари хосил булмаслигини таъминлаш учун эритмага охак юкламок зарур. Ишкорий эритмаларда Берлин лазури куйидаги реакция буйича парчаланади :



Ва эритмадаги кук ранг йуколади. Эритмаларда юкоридаги реакция жараёнлари билан бир каторда, темир сульфидларининг навбатдаги парчаланиши давом этади.

Аммо химоя ишкорининг булиши бу парчаланишни 1 ва 2 реакциялардан фаркли булади. Темир сульфидларининг ишкорий синил эритмаларида парчаланиши, сувдаги парчаланишдан кура жадалрок боради ва синил тузлари сарф булишини купайтиради. Темир сульфиди куйидаги реакция буйича синил ионларини “ютади”:



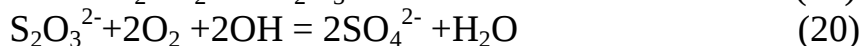
Бундан ташкари синил ишкорларида куйидаги сульфидлар узаро реакцияга киришадилар:



Темир гидрооксиди, темир синил тузларига айланади ва яна синил куплиги пайтида эрийди. Роданит бирикмалари эритмада туплана боради;



анионларига айланади :



кisman эса эритмада узгаришсиз колади. Хакикатда эса темир сульфидлари билан темир эритмаларининг узаро таъсири ута мураккаб жараёндир. Бу хакда эритмада пайдо буладиган сульфит ион - SO_3^{2-} , полисульфидлар - S_n^{2-} , политионатлар - $\text{S}_x\text{O}_6^{2-}$ ва бошкаларга караб билса булади.

Бу жараёнларнинг содир булиши синил тузлари ва эритмалари технологияси мураккаб кимёвий узгаришлар билан боришини курсатади. Бу ионларнинг айримлари, масалан : CNS , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, SO_4^{2-} , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ олтиннинг эришига деярли кучли таъсир этмайди. SO_3^{2-} ионлари хам пиритнинг, марказит ва пиротиннинг ортикча олтингугуртларини бириктириб олиш билан ута огир таъсир курсатмайди :



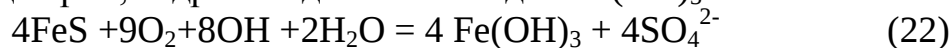
Ён атроф кушимча минераллари минераллар билан борадиган реакциялар, синиллаб эритишда асосан куйидаги кийинчиликлар тугдиради :

1. Синил эритмаларида эриган кислород концентрациясини 7-8 мг/л урнига 2-3 мг/л гача камайтириб, эриган ишкорий металлар сульфидларини купайтиради.
2. Синилнинг сарф булиши ошади. Уни бекорчи синил ва роданит темир тузларига утказишга сарф булади.

Бу кийинчиликларни бартараф этиш учун куйидаги усулларни куллаш лозим:

1. Синиллаб эритиш олдидан бутанани ишкорда аэрация йули билан аралаштириш.
2. Синиллашни мунтазам аэрациялаш.
3. Синил бутанасига глет (PbO) ёки сувда эрувчан кургошин тузини таъсир эттириш (кушиш).

Биринчи усул шунинг учунки, агарда етарли синил булмаса, темир сульфиди эриб, гидрооксид хосил килади : Fe(OH)_3



Бу гидрооксид энди синил билан реакцияга киришмайди. Минерал устида темир гидрооксид пардаси яратиб, темир сульфид эришини сусайтиради. Олтиннинг эриши тезлаша боради, кислороднинг концентрацияси хам эритмада ошиб боради. Шу сабабли синил тузларининг сарф булиши камаяди.

Иккинчи усулда хам –аэрация интинсивлашишида кислороднинг эритмада ортиши ва олтиннинг эриши тезлашиб, синил тузлари сарфи камаяди. Кислород концентрацияси ошса, 21 реакцияга кура роданит тузлари хосил булиши ва CN сарф булиши камаяди.

Маъруза №15 Мис минералларининг таъсири.

Мис минераллари олтин рудаларида озми купми катнашади. Улар синил ионлари билан тезда реакцияга киришиб мис синил тузларини ҳосил қилади. Мис минералларидан : эритмага утишг % ҳисобида 23 °С

1. Азурит	- 2CuCO ₃ x Cu(OH) ₂	-94,5
2. Малахит	-CuCO ₃ x Cu(OH) ₂	-90,2
3. Куприт	- Cu ₂ O	-85,5
4. Хризоколла	- CuSiO ₃	-11,8
5. Халкозин	-Cu ₂ S	-90,2
6. Халкопирит	-CuFeS ₂	-5,6
7. Борнит	-Cu ₆ FeS ₄	-70,0
8. Энаргит	-3CuS x As ₂ S ₃	-65,8
9. Тетраэдрит	-4Cu ₂ S x Sb ₂ S ₃	-21,9
10. Мис металл		-90,0

Куришиб турибдики мис синил тузларида яхши эрийди. Ҳарорат ошса, эриш ҳам янада ошади.

Эритмада миснинг умумий қурилиши :

Na_nCu(CN)_{n+1} ; бунда n = 1,2,3,

Формула асосида утиб, комплекс туз ҳосил қилади.

Комплекс анионлари орасида қуйидаги тенглама вужудга келади :



Уларнинг ҳолатлари диссоциация константалари билан аниқланади :

$$K_D^{\text{Cu(CN)}_2} = \frac{[\text{Cu}^+] \cdot [\text{CN}]^2}{[\text{Cu(CN)}_2^-]} = 1 \cdot 10^{-24}$$

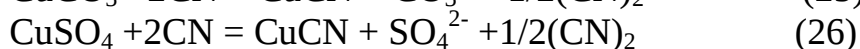
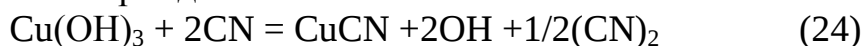
$$K_D^{\text{Cu(CN)}_3^{2-}} = \frac{[\text{Cu}^+] \cdot [\text{CN}]^3}{[\text{Cu(CN)}_3^{2-}]} = 2,5 \cdot 10^{-29}$$

$$K_D^{\text{Cu(CN)}_4^{2-}} = \frac{[\text{Cu}^+] \cdot [\text{CN}]^4}{[\text{Cu(CN)}_4^{2-}]} = 5 \cdot 10^{-31}$$

Илмий текширишлар шуни курсатдики, эритмаларда миснинг Cu(CN)₃²⁻ комплекс куп булар экан. Синил концентрацияси кам ҳолларда Cu(CN)₂⁻ аниони ҳам қупайиши мумкинлиги маълум.

Яна бу мис оксид минералларидан узиға ҳос хусусиятлари шу эканки (гидратлар, карбонатлар, сульфатлар), миснинг CN ионлари ҳисобига то бир

валентли холигача кайтарилишидир, кайсики уз навбатида $(\text{CN})_2^-$ -дициан хосил килиб эрийди :



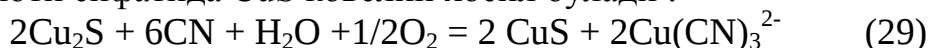
Миснинг оддий синил тузи CuCN синил куп булганда тезда эрийди :



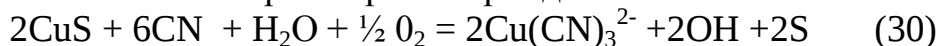
Дицианэса гидрооксил ионлари билан узаро реакцияга киришиб, CN синил ионлари ва CNO сианит ионлари хосил килади :



Халкозин Cu_2S синил эритмалари билан реакцияга киришса, оралик махсулоти сифатида CuS ковелин хосил булади :



Кейин элементар S ажралиб эрийди :



S эса CN ионлари иштирокида роданит ионлар хосил килади.

Анионлар, айрим таджикотлар курсатишича

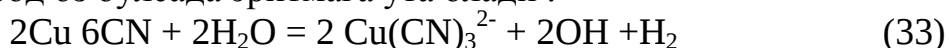
$\text{Cu}(\text{CN})_3$ ва CNS ионлари иштирокида хосил булади:



Мис синил эритмаларида худди нодир металллардагидек эрийди :



аммо нодир металллардан фаркли уларок, мис металл оддий сувда, кислород оз булсада эритмага ута олади :



оз булсада, олтин рудаларида учрайдиган мис сульфид минерали ута фаол булиб, синил тузларининг сарф булишини шунчалик ошириб юбордики, окибатда олтинни синиллаб эритиб олиш технологиясини

куллаш керакмикан деган хулосагша хам олиб келади. Мисли рудалардан олтинни ажратиб олишда махсус усулларни куллашга тугри келади. Характерлиси шундаки, синил концентрацияси камайиши билан мис минераллари фаоллиги хам пасаяди. Бу хусусиятдан фойдаланиб мисли олтин рудаларини паст концентрланган синил эритмасида ишлов бериш йули билан кайта ишлаш технологиясини хам куллашга мажбур этади. Аммо мисли рудаларни кайта ишлаш факат синил тузларининг сарф булиши билан белгиланмайди. Мис анионларининг эритма таркибида булиши, олтиннинг эриш тезлигини тушуриб юборади. Бу холатни тушунтириб бериш учун 2 та назария илгари сурилган : биринчи назария сохиблари Ливер, Вулф, Хэдли, Кенглолар айтишича, гуё синил ионлари, $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ ва $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$ анионларига боғланиб қолиб, бу CN иони олтинни эритишга бориб етмас экан. Бу таджикотларфикрига кура, эритмага юборилган кушимча CN эркин ионлари

хам, олтин эриш кинетикасини тезлаштира олмайди. Сабаби синил ионлари миснинг синил мураккаб тузлари комплексини янада кучлироқ боғлашга сарфланади. Олтин эришини тезлаштириш учун, барча мис минераллари баркарор юкори даражадаги $\text{Cu}(\text{CN})_4^{3-}$ комплекс тузиги утказиш зарур. Аммо амалда маълумки бу холга эришиш учун ортикча синил эритмаси бериш, олтин эриши ва унинг эритмадан ажратиб олинишини барибир жадаллаштира олмайди.

Бошка анча туларокназария М.Д.Ивановский томонидан илгари сурилган. Унинг талкинига кура, мис минераллари синил тузининг сарф булишини оширибгина колмай, балки олтин ва кумуш юзасида юпка парда хосил килиб, синил эритмасидан унинг юзасини тусиб куяди.

М.Д.Ивановский фикрича $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ нинг манфий зарядланган зарралари олтиннинг ва кумушнинг мусбат зарядланган зарраларига тортилади. У металл эритма чегарасида юз беради. Электрокимёвий тортишиш кучига асосан, адсорбция хам асосий роль уйнайди, у эса кимёвий кучлар таъсиридан юзага келган булади. Пайдо булган кимёвий боғлам нодир металлларни мис комплекс ионлари билан сирт куч боғланишлари оркали боғлайди. $\text{AuCu}(\text{CN})_2$ ва $\text{AgCu}(\text{CN})_2$. Адсорбцияланган юпка мис комплекс ионлари нодир металллар юзасини юпка парда булиб коплайди ва синил ионлари утишига, олтиннинг эришига халакит беради, тускинлик килади. Олтиннинг ришини секинлаштиради. Яна бошка фикрга кура, мис ионларининг адсорбцияси металл потенциалини мусбат томонга буриб, олтин ва кумушнинг эришини секинлаштиради. адсорбцион парда хосил булишига кура, CuCN мис синил комплекс тузининг фазовий характердаги пардаси хам катта роль уйнайди. Бу фазовий парданинг хосил булишида, мисли эритмаларда $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ аниони билан $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$ аниони хам борлиги амалда характерлидир. Бу мис синил тузлари кислород мухитида олтин ва кумуш билан реакцияга киришиб, улар устида CuCN пардаси хосил булишига олиб келади :



Бу реакцияларнинг константалари $2,6 \cdot 10^{16}$ ва $3,1 \cdot 10^{12}$ га тенгдир.

Бундай тенглик константалари 34 ва 35 реакциялар унг томонга кучли интилганидан дарак беради.

Радиактив изотопларнинг процизион усулини куллаш билан М.Д.Ивановский синил мис эритмаларида олтин ва кумуш металлари юзасида юпка мис пардаси борлигини исботлади.

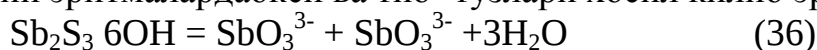
Тажрибалар шуни курсатдики эритмада синил концентрацияси ошса олтин ва кумуш юзасида мис пардаси камаяди, олтин ва кумушнинг эритмага утишининг тезлашуви кузатилади.

Маъруза №16

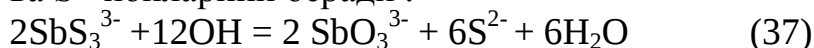
Маргумуш ва сурма минераллари таъсири.

Эритмада маргумуш ва сурма минераллари булиши хам манфий таъсир курсатадиган жараёндир. Маргумуш олтин таркибли рудаларда асосан –арсенопирит -FeAsS_2 , аурипигмент $\text{-As}_2\text{S}_3$ ва реалгар $\text{-As}_4\text{S}_4$ минераллари холида иштирок этади. Айрим холларда маргумуш –Пеллингит FeAs_2 ва скородит $\text{FeAsO}_4 \bullet 2\text{H}_2\text{O}$ шаклида катнашади. Сурма олтин рудаларида асосан антимонит (стибнит) Sb_2S_3 ва айрим холда оксидланган Sb_2O_3 , $\text{Sb}_2\text{O}_3 \bullet 2\text{H}_2\text{O}$, Sb_2O_4 курунишда катнашади.

Агарда арсенопирит синил эритмаларида синил тузларининг сарф булишига олиб келса, олтинрудаларида оз микдорда булсада антимонит Sb_2S_3 , аурипигмент $\text{-As}_2\text{S}_3$ ва реалгар $\text{-As}_4\text{S}_4$ нинг булиши, синил тузларида олтин эришини катострофик даражада пасайтириб юборади. Антимонит ва аурипигмент синил тузлари билан тугридан-тугри реакцияга киришмайди, ишкорий эритмалардаокси ва тио- тузлари хосил килиб эрийди :



Хосил булган тио тузлари ишкорлар билан реакцияга киришиб, SbO_3^{3-} ва S^{2-} ионларини беради :



ва кисман роданит ва окси туз хосил килиб парчаланади :



Энди S^{2-} анионлари эриган кислород таъсирида тиосульфат, роданит ва роданит тузларига айланади (19,20,21 реакцияларга қаранг).

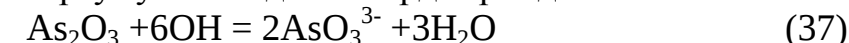
Арсенидлар маълум даражада арсенитларгача оксидланади :



Реаргар парчаланганда аввал маргумуш антигидрати хосил булади ва As_2S_3 булади :



Маргумуш оксиди ишкорда эрийди :



Бундаги реакциялар 30-35 тенгламаларда курсатилган. Бу реакциялар натижасида эритма таркибидаги маргумуш ва сурма сульфид тузлари туплана боради.

И.Н.Плаксин ва бошкаларнинг илмий изланишлари шуни курсатдики бунда олтин ва кумуш юзасида юпка сурма ва маргумуш пардалари хосил булиб, улар узига синилионларини кучли тортиб оладилар ва шу йул билан нодир металлларнинг эришини жуда пасайтириб, тушириб юборади. Ушбу курсатмалар маогумуш ва сурма олтин рудаларини синиллаб эритишнинг энг кийин ва мураккаблигидан далолат беради. Юкоридаги айтилган пардаларнинг хосил булиш механизми хали тулик урганилмаган.

Факат бу пардаларнинг хосил булишида SbS_3^{3-} , AsS_3^{3-} ва S^{2-} ионлари сабабчи эканлиги такидланади холос.

Олтин эриш реакциялари жараёнида мангумуш ва сурма минералларининг синил билан учрашмаслигини таъминлаш билан, ишни ижобий олиб бориш мумкинлиги курсатилади.

Минералларда SbS_3^{3-} , AsS_3^{3-} ва As_4S_4 эриш диаграммасини урганиш шуни курсатадики, бу минералларнинг эриши, химоя ишкорининг концентрациясига боглик экан. Эритманинг рН мухитини узгартириш билан, олтин эриш тезлигини катта диапазонда бошқариш мумкин экан. рН пасайиши билан, минералнинг парчаланиши ҳам пасаяди. Реаргар ва антимонит минералларида ҳам худди шундай ҳолни кузатиш мумкин. Бу усул маргумуш ва сурма олтин рудаларини синиллаб эритишда, химоя ишкорининг концентрациясини пасайтириш йули билан амалда кенг кулланилади. Сурма ва маргумуш ионлари концентрациясини пасайтириш билан, олтинни эриш тезлигини ошириш мумкин.

Кургошин азот тузларини эритмага кушиш билан сурма ва маргумушларни салбий таъсирини камайтириш мумкин. Бунда S^{2-} , SbS_3^{3-} ва AsS_3^{3-} ионлари кургошин билан эримайдиган бирикмалар ҳосил килиши инобатга олинади:



кислород таъсиридан кургошин сулфиди синил эритмасида CNS ва PbO_2 ионлари ҳосил килиб эрийди :



Ҳосил булган плюмбит иони янги S^{2-} , SbS_3^{3-} ва As_3^{3-} ионлари чуқтиради.

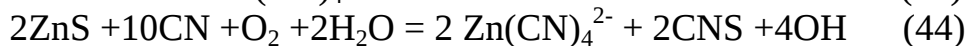


реакциялари натижасида CNS булади.

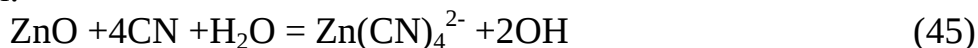
Рух минераллари таъсири

Рух минераллари олтин рудаларида кам учрайди ва улар синиллаш жараёнига унча ктга таъсир курсатмайди.

Сфалерит минерали синил билан секин реакцияга киришади :



Нисбатан цинкит ZnO ва смитсонит ZnCO_3 минераллари тезроқ эрийди.



Кургошин минераллари

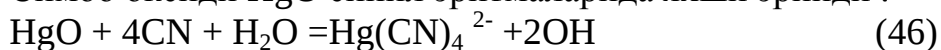
Олтин рудаларида купрок учрайди. Кургошин минераллари юкорида айтилганидек синил эритмаларида сушт эрийди ва плюмбит –ион ва роданит – ион ҳосил килади. Кургошиннинг оксидланган минераллари нисбатан тезроқ эрийди.

Кургошиннинг эритмалардаг озгина ионлари хам, сулфидларнинг зарарли таъсирини камайтиришга ёрдам беради. Шу муносабат билан синиллаш амалий жараёнида эритмаларга глёт (PbO) ва оксидланган кургошин рудалари кушиб олиб борилади.

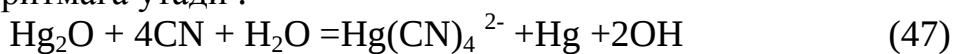
Симоб минераллари

Симоб минералларидан -киновар HgS ва калародоит HgTe ва бошкалар олтин рудаларида учрайди. Амалгама фабрикалари чикитларини кайта ишлашда симоб зарралари жараёнларда иштирок этиши мумкин.

Симоб оксиди HgO синил эритмаларида яхши эрийди :



Ссимоб закиси Hg₂O ва симоб хлориди HgCl эритмада металлнинг ярми эритмага утади :



Металл холидаги симоб эритмага жуда секин утади :



симоб сулфиди HgS хам секин эрийди. Симоб хам кургошин каби сулфид минералларининг зарарли таъсирини камайтиради.

Синил эритмаларининг «толикиши».

Синил эритмаларида руда минералларининг эриши синил эритмасининг сарф булишига олиб келишидан ташкари бу эритмадан бошка кушимча унсурларининг тупланишига олиб келади.

Синил эритмасини куп марта такрорий ишлатилиши натижасида, унда кушимча моддалар микдори ошиб боради.

Бундай моддаларнинг тупланиши синил эритмаларининг эритиш кобилятини сусайтиради. Яна бир сабаб олтин ва кумуш юзасига кумуш пардалар коплашидир. Бу пардалар нодир металлларнинг эритмадаги фаол модда ва минераллар билан узаро тукнашувида пайдо булади. Пардаларнинг эриш жараёнини тусиб куйиши уларнинг калинлиги ва говаклигига богликдир. Анионларда $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$, $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ олтин металл юзасида парда сифатида диффузияланади. Бу эса уз навбатида олтиннинг эришига карши тусик экран булиб тусади. Хосил булган фазавий парда – CuCN, Zn(CN)₂, Fe(CN)₂ хам анча салбий таъсир курсатади. Мис комплекс ионлари олтин юзасида зич тусик парда хосил булишига олиб келади. Унга акс уларок темир синил ионлари, металл юзасида юпка ва говак парда хосил килиб. Синил ионларининг олтин юзасига утиб эритиши, мис каби унча зарарли эмас. Тулик парда зарарига нисбатан :

Темир –рух –мис тартибида булади. Эритмадаги сурма ва маргумуш хам калин парда хосил килади. Эритмада маргумуш, сурма, мис минераллари булиши сирнил тузи эритиш кобилятини сусайтириб, уни “толиктиради” .

эритмага химоя ишкори таъсир этганида хим унинг эритиш қобилияти сусаяди, у “толикади”.

Қуриш мумкинки, эритмада оҳақ эритмаси ошиши билан, олтиннинг эриши тезлиги камаяди. Химоя ишкори сифатида NaOH қушиш ҳам шундай натижа беради. Бунинг сабаби NaOH таъсирида ҳам металл юзасида юпка парда ҳосил бўлади.

Бу парданинг табиати ва тавсифи ҳали яхши урганилган эмас. Шу боисдан унинг салбий таъсирини камайтириш учун, унинг концентрациясини гидролизни бартараф қилиш даражасидагина миқдорда ушлаб туриш керак. Металлар устидаги пардалар, узаро ишқаланиш, тукнашиш, дастгоҳлар қисмларига урилиши натижасида олиниши мумкин. Шунинг учун синил эритмаларининг толиқиши турли сабаблар асосида юз бериши мумкин. Бу уз навбатида танлаб эритиши усулига ҳам боғлиқдир. Эритманинг эритиш қобилиятидаги толиқиши механизми ҳам ҳозирча узининг тулик илмий ечимини тоғанича йукдир. У уз жавобини, ечимини қутмоқда.

2 қисм 8-семестр

Маруза №17

Танлаб эритиш - синил амалиёти. Синиллаш усуллари.

Синиллаш технологияси XIX аср охирида, хали гидрометаллургия жараёни жорий килинмасдан олдин пайдо булди. У даврда рудани майдалаб, уни ута майда янчиш хали излаб топилмаган, куп микдордаги бутанани куюлтириш ва филтрлаш хали номаълум эди. Шу боисдан даставвал йирик донатор майдаланган кумларни эритиш сизиб утказиш йули билан олиб борилди. бундай технология, лойка ва майда дисперс янчилган материаллар булмаслигини талаб киларди. Шу боисдан синиллаш олдидан майда дисперс моддалар ва лойкани ажратиб олиш вазифасини куйиларди. Ажратиб олинган йирик донатор кум еки шагал материалларни катта ясама ховуз(чан) ларда синиллаб эритиларди.

Олинган лойка(ил) модда омборхонада кейинги кайта ишлаш учун саклаб куйилади. Кейинчалик чанлар аралаштиргич ускуналари билан такомиллашди.

Бу схема буйича кумлар сизиб эритилиб лойкалари эса агитация усуллари билан аралаштирилиб кайта ишланган.

Рудани янчиш технологияси ривожлана бориб, хамма рудаларни, шу жумладан майда донатор (мелковкрапленный) рудалар хам майда янчилиб, ёппасига лойкалари билан кушиб аралаштириш йули билан чанларда эритила бошланди. Рудани –0,074 ва хатто –0,043 мм. гача улчамда янчиб эритиш технологиялари яратилди. Агар бундай янчиш талаб этилмаса, рудани –0,3 мм. гача майдалаш билан синиллаб эритилади. Рудани чанларда сиздириб эритиш Россияда, ЖАРда ,АКШда –Хомстейк фабрикасида, Австралияда – Голден Ридж кабт фабрикаларда олиб борилади. Кейинги кунларда дунёда рудани туплаб уюмлаб эритиш кенг ёйилган.

РУДАНИ СИЗДИРИБ ЭРИТИШ ЙУЛИ БИЛАН ОЛТИННИ АЖРАТИБ ОЛИШ

Рудани сиздириб танлаб эритиш нисбатан йирик янчилиб, узидан суюк эритмани тез утказиб юборадиган, олтин зарраларига синил эритмаси боришига имкон бера оладиган холларда амалга оширилади. Бундай усул бир неча катлам руда таркибидан эритмани сиздириб утказиш билан амалга оширилга имкон беради. Сиздириб утказиб утказиб эритишда рудани тайёрлаш катта ахамиятга эга. Сиздириш тезлиги см –соатлар билан улчанади. Соатига 5см. сизиб утиш яхши фурсат хисобланади. Сиздириб эритиш тезлиги умумий холда куйидаги формула билан улчанади (Дарси формуласи).

$$\vartheta = - \frac{K \bullet S \bullet P}{\mu \bullet h} \quad (1)$$

бунда : ϑ -сизиб утиш тезлиги.

S -юклаш баландлиги кесма юзаси

K -руда тушами сингдириш константаси

P - тушамдан утиш босим узгариши

μ -эритма ковушкокклиги

h -юкланган руда баландлиги

бу ерда K-материалларнинг сингдириш константаси узгарувчан катталиқ булгани учун бу формуладан фойдаланишда кийинчилик тугдиради.

Эритма синггиб утиши учун айрим холда хар бир булакнинг сингдириш катталиги хам ахамиятлидир (ёриклар, капилляр каналчалар ва х.к.). шу билан бирга хар бир булакларнинг узаро жойлашуви хам этиборли булиши керак. Чунки хар бир зарранинг узаро жойлашуви хам эритманинг сизиб утишида ахамият касб этади. Руда зарралари сокка шаклда, куб, ромбик шаклларда деб фараз килинса, уларнинг эритма утказа оладиган говак хажмлари турлича булади. Агар куб шаклдаги материалларда 47,64 % хажм говак булса, ромб шаклларида бу хажм 25,96 % ни ташкил этади. Сокка шаклдаги зарраларни а) ва б) куринишда жойлаштириш хам мумкин.

Сокка шаклдаги зарраларни тахлаш усуллари.

А) устма-уст тахлаш.

Б) зичлаб тахлаш.

Материал зичлиги ва говаклиги маълум булса, синил эритмаси микдори бу говакларга неча хажм кетишини хисоблаш мумкин. Ромбик шакл рудалар учун говаклик 26% , материал зичлиги 2,7 ,бунда говаклар бушлигига кетадиган кетадиган эритма микдори :

$$\mu_c = \frac{26 \bullet 100}{74 \bullet 2,7} = 13,1 \%$$

каттик хомашёга нисбатан 13,1% хажмда эритма лозим булади. Агар хомашё куб шаклида булса, говаклик 47,5 % олинса

$$\mu_c = \frac{47,5 \bullet 100}{52,5 \bullet 2,7} = 38,5 \%$$

эритувчининг руда говаклари ва канал тиркишларига, ёрикларига сингиш, диффузияси шу жараённинг самарадорлигини белгилайди. Руданинг гидрофил ёки гидрофоб сирт юзаси хам роль уйнайди. Шу боисдан айрим холда минерал сиртини ювадиган гидрофилга айлантирадиган сирт фаол реагентлар куллаш хам зарур булади. Гидрофил кобилиятли реагентлар сизиб эритиш жараёнига ижобий ёрдам беради. Бу усулдаги танлаб эритиш руданинг физик – кимёвий хоссаси билан бирга ундаги оралик газларнинг эритмаларда эришига хам боглиқдир. Канал, копияр, ёриклардаги газларнинг эриши, эритма сизишини маълум даражада тезлаштирувчи омиллардандир.

Назорат саволлари

1. Сиздириб эритиш кандай дастгохларда олиб борилади
2. Сиздириб эритишда руда улчамлари кандай таъсир курсатади
3. Сиздириб эритишнинг камчиликлари нималардан иборат

Маъруза №18

Рудани сиздириб эритиш амалинингбажарилиши

Сиздириб эритиш (перколяция) синил эритмаларининг руда таркибидаги ва эркин олтин билан контактда булиб, унинг эритмага утиши ва руда баландлиги буйлаб пастга сизиб утишига асосланган. Бу усулда майдалаб янчилган руда тош сузиш учун сузги ёткизилган чанга жолаштирилиб, унга синил эритмаси берилади. Эритма сизиб, сузгидан утиб, дренажли чукурга окиб тушади. Кейин чандаги руда олдинги эритмадан суюкрок концентрацияли эритма юбориб, сунг эса сув билан ювилади. Олтинли эритма ундаги металлни чуқтириб олиш учун махсус цехга юборилади. Олтиндан холи булган руда ёки кум чаннинг таглигидаги махсус люкдан бушатилиб, транспортга юклаб ташлама жойга юборилади. Сиздириб эритиш содда ва арзон усулдир. Унда оддий дастгоҳ ва ускуналар, керак булса аралаштиргич механизмлар ишлатилади.

Чанлар ёғоч ёки юпка пулат тунукалардан ясалади. Ёғоч чанлар арзон ва кулай, аммо улар узок ишламайди ва тиркишларидан эритма окиб кетиш хавфи бор. Темир чанлар калинлиги 5-10 мм. пулат ясси тунукалардан ясалади. Урта корхоналарда чанлар хажми 75-100 т. ва йирик корхоналарда 800 т. кум сигимли булади. Чукурлиги руданинг эритмани утказиш кобилиятига асосан танлаб олинади. Чукурлиги 2,5-4 метргача олинади. Руда хоссасига асосан диаметр шу хомашёнинг эритмани утказиш, сингдира олиш кобилиятига асосан танланади. Одатда сан таглиги филтрловчи тагликдан иборат ёткизма булади. Бу таглик параллел ёткизилган ёғоч гула ва тусинлардан иборат булади. Бу тагликка перпендикуляр гулалар урнатиб, устки тусин ёғочлар терилади. Бу тусинларнинг диаметри кичикроу, ораликлари бир-бирига якин терилади. Тусинларнинг устки каватига тикилган айлана шаклдаки говак тушама холат ёткизилади. Унинг чеккалари, чан деворларига зичлаб капиштирилади. Баъзида холат тагидаги тусинлар урнига бургулаб тешиклар тешилган ёғочлар урнатилади. Ишлатиб булинган кум ёки рудани тукиш учун, чан тагида бушатиш люклари урнатилади. Уларнинг копкоги чуяндан булиб, иш пайтида зич беркитиб туради. Эритмани чиқариш учун филтр тагидан деворга туташган жойидан пулат кранлар урнатилади. Уларнинг диаметри 25-75 мм. булади. Чанлар таянч тусинлар устига куйилади. Тусинлар огир юк кутаришга мулжаллангани учун оралиги 50 см.дан урнатилади. Бу тусинлар уз навбатида битон пойдевор ёки темир пойгоҳларга махкамланган булади. Пойгоҳ ёки пойдеворлар баландлиги чандаги хомашёни ишлатиб булингач бушатилиб, купикларга юклатишга мулжаллаб олинади. Сиздириш тезлиги зарраларнинг улчами, шакли, уларнинг бир хиллилиги, ёткизиш услуги, ҳамда юклаш баландлиги буйича, босим ва харорат оркали белгиланади. Хомашёнинг минералогик таркиби ҳам сизиш тезлигига таъсир курсатади. Зарралар говаклиги ҳам сизиш тезлигига таъсир курсатади. Шу сабабдан йирик донали хомашё майда донали хомашёдан кура тез сиқиб утказади. Агар зарралар бир

тур булса, сизиш тезлиги илдамлироқ булади. Эритма хомашёдан тезроқ бушайди. Эритманинг чан тубига урнатилган сузги катламидан сузиб утиши ҳам жараённинг самарадорлигига таъсир курсатади. Хомашёда лойка булиши ҳар қандай омилқур уринишларда шам, олтиннинг эриш тезлигини сусайтиради. Лойка купайиб кетган ҳолларда бу усул билан эритиш масаласи технологиядан олиб қуйилишгача бориб етади. Шу боисдан рудалардан турли усулларда масалан бутара ва бошқа идишларда ювиб тозалаш. Лойкаси олинган руда говак булиб, у чанга туширилганда унинг оралигидан синил эритмаси яхши сизади. Кум ёки руда хомашёси билан тулдирилганда бутун ҳажм буйлаб бир хил текис тақсимланган хомашё самарали эрийди. Хомашёни юклашда уни турли усулда ётқизиш тахлаб чиқиш мумкин. Тукилувчи хомашёларни юклашда лентали транспортёрлардан фойдаланилади. Хомашёни чандан бушатиб олишда махсус бушатгач аравачалардан фойдаланилади. Улар транспортёр ленталаринингички томонидаги релсларга урнатилган булади. Кумларни сув билан янчишда ва таснифлашда гидравлик транспортлардан фойдаланилади. Таснифлаш спирал классификаторлардан олинган хомашё сув билан аралашгани учун уни узи оқар усулда махсус тарновлар ёрдамида чанларга юклаш мумкин.

Кумлар чанги утириб чуқса, ортикча сувлар ен атрофидаги тарновлардан оқиб тушади.

Хом-аше билан тулган чан ичидаги намлик чан тагидаги сузгич ётқизмалардан утиб, сувсизлантирилади. Танлаб эритишга юборилган синил эритмаси юқоридан пастга қараб ёки пасдан юқорига, айрим ҳолларда эса аралаштиришга юборилиши мумкин. Юқланган хомашё томонидан ютиладиган эритма микдори қуйидаги тенглама орқали топилиши мумкин. Яъни бир (1) тонна хомашё учун сарф буладиган эритма микдори :

$$Q = \frac{\theta}{(100-\theta) \cdot D}$$

бунда :

D –зичлик.

θ -говаклик, %

одатда сиздириб эритиш учун эритма қучли концентрациядан қучсизга томон порциялар билан бирин-кетин юборилади. Дастлабки қучли концентрацияли эритмада 0,1-0,2% NaCN, кейинги уртачасида 0,05-0,08 % NaCN, ва сунги қучсиз эритмасида 0,03-0,05 % NaCN булади. Бутун хомашё буйлаб эритма сингиб утиш вақти уртача 1,5 соатни ташкил этади. эритма концентрацияси ва вақти, бу ердаги хомашё тури, олтин микдори, хомашёдаги қушимчаларга боғлиқ тайерланади. Чанларга эритмалар порция билан, аслида эса узлуксиз қуйилиши керак. Хомашёни танлаб эритиш даврий (порцияли) ҳолди олиб борилса, эритма қуйидагича қуйилади. Биринчи гал, қурук хомашёга нисбатан 25-50 % эритма қуйилади. Кум ёки бошқа хомашё устида эритма баландлиги 50-70 мм. га етса, эритмада хомашё

6-24 соат давомида эритилади. Бу вақт давомида купгина ёки барча олин микдори эритмага утади. Агар эритиш давоми узок чузилиб кетса, эриган кислород камайиб кетиши мумкин. Омилкор эритиш вақти тажриба йули билан аникланади. Эритма вақти етганда чан ичидан филтрга ва ундан дренаж ховузчага тупланиб, олтинни чуқтириб ажратиб олишга юборилади. Асосий эритма оқиб булгач, юкланган хомашё 6-12 соат шамоллатилади. Кучли концентрацияли эритмадан сунг, урта ва ундан кейин суст концентрацияли эритма куйилади ва охири сув билан ювилади. Ювиш учун куйиладиган сув барча механик йуколган ва ташлама туплаш (отвалга) кетган сувдан ошиб кетмаслиги мумкин. Акс хола жараёнда эритма микдори ошиб кетади. Айрим холди вакуум сузги (филтр) ишлатилади. Вакуум сузги ишлатилса олтин ажратиб олиш жадаллашади. Ута майда зарраларни танлаб эритиш жараёнларида вакуум сузгилар ишлатилади. Аммо бу холда сузги лойка билан туйиниб қолади.

Синил эритмаси билан олтини эритилган ашё турли усулдар билан чан ичидан бушатиб олинади.

1. Кумни куришиб тушириб олиш.
2. Куришиб механик усулда бушатиб олиш.
3. Гидравлик усулда бушатиш.

Назоарат учун саволлар

1. Руда ва кумлар сиздириб эритишга кандай тайёрланади
2. Эритувчи модда концентрацияси канча

Маъруза №19

Аралаштириш йули билан танлаб эритиш (жараённинг хусусияти)

Аралаштириб эритиш, сиздириб эритишдан кура самаралидир. Аралаштириб эритишдан олдин хомашёни ута майда этиб янчилади. Бундан ташкари сувсизлантириш масаласи -куюлтириш ва сузиш (филтрлаш) –га катта аҳамият беришни таълаб килади. Тегирмондан суюклик ва каттик модда ($C : K = 5 : 1$) булгани учун уни то $C : K = 2 : 1$ гача куюлтириш талаб килинади. Куюлтиришни баъзида танлаб эритишдан сунг, сузишдан олдин утказилади. Куришиб турибдики аралаштириш йули билан эритганда, куп электроэнергия сарф булади.

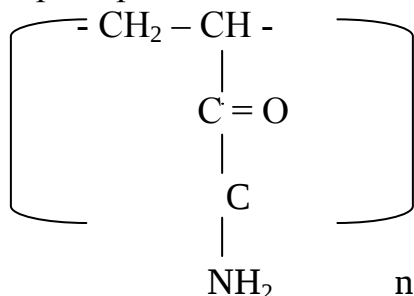
Куюлтириш усуллари

Куюлтириш майдалашдан кейинги жараёндир. Бунда янчилган хомашё куюлтиргич тагига чуқтирилади ва суюк кисми «тиндирилиб» слив сифатида яна тегирмонга хул холда янчишга сарф булади. Купинча куюлтиргич тубига чуқкан моддада 50% сув булади. Демак, $C : K = 1 : 1$ булади.

Бутанадаги заррача холидаги хомашё хам улчамлари билан бир-биридан катта фарк килади. Масалан 0,1 мм. улчамдагига нисбатан йирик заррачалар билан, 0,01 мм. улчамдан кичик заррачалар хам иштирок этади. Каттарок заррачалар тезрок чукади, ута майда заррачалар эса узок муддат муаллак турадилар. Чукаётган зарра аввал тез харакат билан тушади кейинрок эса унинг тушиш, огирлик кучи билан унга кутариш ва ишқаланиш кучлари таъсирида кучлар тенглашиб, у энди бир хил маромда туша бошлайди. Зарра эркин тушаётганда эса унинг тезлиги Стокс формуласи билан топилади. Аммо бу формула улчами 0,5 мм. да катта булган минерал заррачалар учундир. Ута майда заррачалар Браун харакати сабабли узок вақт муаллак коладилар. Заррачаларнинг муаллак холатини келтириб чиқарадиган хол –пептизация дейилади. Пептизация бошқача айтганда бекарор муаллакдир. Купинча сульфид майда зарралари бекарор муаллаклик маркази булиб майдонга келади. Бу холда муаллак юрган зарраларни бир-бирига улайдиган «занжир» -флокуляция яратиш керак булади. Айрим сирт фаол ёки реагентлар бу вазифани утайди. Уларни флокулянтлар деб аталади. Флокулянтлар куюлтиришни тезлаштиради. Уларнинг чуқиш тезлиги – электролитлар, температура, коллоид кушимчаларга боглик булади.

Баъзида чуқишни тезлаштирувчи реагентларни коагулянтлар ишлатилади. Коагулятор сифатида охак кушилади. У уз навбатида химоя ишқори ролини утайди. Зарраларни чуқтиришда шу хомашёнинг минералогик таркиби хам катта рол уйнайди. Харорат хам заррачаларнинг чуқишига ижобий таъсир курсатади. Бутанани иситиб, чуқиш самарасини 10-

20 % га кутариш мумкин. Куп йиллик тажрибалардан маълумки олтин рудаларининг ишкорий бутаналарини чуқтиришда полиакриламид яхши самара бермокда.



Бунда n –бир неча ун минг богдир.

Полиакриламид (ПАА) эркин тушиш зонасида бутанадаги барча зарраларнинг чукишини тезлатади. Бор йуги 10 гр. ПАА кушилса 1 т. бутананинг чукиши 2-4 барообар тезлашади. 2-6 гр. ПАА хар бир тонна руда учун сарф буладиган 2-3 кг. Охакни тежайди. Куйилтиргич дастгохларининг махсулдорлиги хам 1,5-2 хисса ортади. Куюлтиргичнинг марказий кисмига ПАА юкланиши керак. Дастгох ичидаги ярусларга урнатилган куракчалар ПАА ни бутана билан, уни бушатиш тешигига суриб боради, у ердан эса бутана кум насослари куюкланган бутанани суриб тортиб кетади. Тинган суюк сув-слив, куюлтиргичнинг гардиши буйлаб урнатилган тарновга окиб тушади. Ундан махсус сув туплаш темир бетон ховузларга йигилади. Куюлтиргичга берилаётган бутана, окиб кетаётган тинган слив шундай мосланадики, окибатда тинган-слив тоза- тиник булиши шарт. Бутана тиниш жараёнидаасосан 2 та фазадан утади : биринчиси эритманинг эркин тиниш фазаси, ва иккинчиси бутананинг зичлашиб шиббаланиши. Агарда куюлтирилаётган хомашёда лой ва лойка (ил), булса жараён ута мураккаб йул билан кечади. Лойкалар энг туб жойга бир-бирига котишмаган холди зичлашади. Коагулянтлар ёрдамида лойка хам чукишда тезлашиб, умуман куюлтиргич тубида С : К = 1 : 1 нисбатда булади. Хуллас лойка аралашган бутанада чукиш мароми 4 зонага булинади. 1 –зона сувнинг тиниши, 2 –зона эркин тиниб чукиш, 3 –утиш зонаси, 4 –сикилиш ва шиббаланиш зонаси. Шу тurt зона хисоби билан куюлтиргич дастгохларининг баландлиги аникланади. Куюлтиргич махсулдорлиги унинг баландлиги билан эмас, балки чукиш тезлиги ва тинитиш эркин юза кисмига боглик булади. Шунинг учун хозирги замон куюлтиргичлари нисбатан анча баланд булмасада, кенг эркин чуқтириш, тинитиш майдончасига эгадир. Олтин саралаш фабрикаларида бир ярусли куракли бетухтов ишлайдиганкуюлтиргичлар кенг кулланилмокда. Куюлтиргичлар унча баланд булмаган, турли диаметрлардаги, таги конуссимон булган, киргоклари буйлаб тугри бурчакли тарнов урнатилган цилиндр шаклдаги ясама ховузлардир. Куюлтиргич марказида осма, вертикал ук урнатилган. Ук электр моторли харакат

механизми ёрдамида айланади. Куюлтирадиган бутана вал атрофида, марказда махсус “стакан”симон чукурта куйилади. Куюлтиргич тубидаги махсус сургич куракчалар ёрдамида , куюлтирилган бутана чиқариш тешигига туплаб сурилади. Сургич куракчаларнинг ҳаракат тезлиги 0,5 м/сек. дан ошмайди. Куюлтиргичларда тиндириш зонаси баландлиги 0,8 м. Дан ошмайди сургич кураклар зонаси 0,4 м. бўлади.

Куюлтиргичдаги $C : K = 7 : 1$ хомашё пайтида бўлса, иш сунгида у $C : K = 1 : 1$ бўлиши зарур. Энг катта махсулдорлик ва энг катта ҳажмдаги куюлтиргичларнинг, бутана ёки куюлтирилган материални тайёрловчи дастгоҳлар купинча четки кирраларига урнатилган ҳаракатлантирувчи механизмли бўлади. Аммо ГМЗ –1, ГМЗ –2 да бундай куюлтиргичлар, диаметри 50 м. бўлишига қарамай уларнинг, аралаштиргич механизмлари марказий ҳаракатлантирувчи механизмдан тузилган.

Куюлтиргичлар лойиҳаси содда, кам электроэнергияга ҳарж талаб қиладиган дастгоҳлардандир. Камчилиги уларнинг катта жой эгаллаши ва бесунақайлигидир. Шу боисдан куп ярусли, катта махсулдорга эга бўлган куюлтиргичлар аҳамият касб этади. Бундай куп ярусли куюлтиргичлар кам майдон талаб қилади ва шунинг учун уни совуқ иқлим шароитида усти ёпик хоналар, саройларда урнатиш мумкин.

Назорат учун саволлар

1. Гидрометаллургияда куйилтиришнинг аҳамияти нимадан иборат
2. Куйилтириш дастгоҳларига қайси дастгоҳлар қиради
3. $K:C$ (Т:Ж) нимани билдиради

Маъруза №20 Аралаштириб эриштишнинг асосий хусусиятлари

Бутанани аэрация этиш : Бутанада лойка куп бўлиб, зарралар уту майда бўлса кислород эриши сусайган бўлади. Бундан ташқари майда заррали сульфидлар оксидланиш ҳавфи бор. Улар кислород ютади ва жараёни сусайтиради. Шу сабабдан бутанани узлуксиз равишда туйинган кислород билан таъминлаш катта аҳамиятга эга.

Синил эритмалари концентрацияси : Олтин лойкали бутанадан майда зарра ҳолида бўлади. Олтин аралаштириш усулида тез эрийди. Шу сабабдан бундай бутаналарда синил эритма концентрацияси сиздириб эритишдан қура озрок, яъни 0,03-0,1 % ($NaCN$ буйича) бўлиши етарлидир.

Суюқлик ва каттик нисбати.

Эритма қанча суюқ бўлса, унинг эриши шунча суст бўлади. Таҷрибалар шуни қурсатадики, $C : K = 6 : 1$ бўлганда эриш муддати ~ 60 соат, $C : K = 1 : 1$ бўлганда эса 20 соат булар экан. Қварц рудаларини танлаб эритишда, НКМК шароитида $C : K = 1 : 1$ мақсадга мувофиқ деб топилди ва амалда шу шароитда олиб борилади.

Олтинни эритишда бутанани аралаштириш усуллариининг амалиёти.

Танлаб эритиш 2 усулда олиб борилиши мумкин: Узлукли, даврий эритиш ; узлуксиз эритиш усули.

Эритишнинг даврий, узлукли равишда олиб боришда бутана даврий равишда параллел ишлайдиган чанларга хайдалади.

Эритиб булгач, бутана 2 –тупловчи идишларга насос билан хайдалади. Бу ерда бутана аралаштирилиб, муаллак тутиб турилади. Сунгра бутана аралаштирилувчи 3 –идишларга утказилади.

Узлуксиз аралаштириб эритиш.

Бундай узлуксиз аралаштириб эритиш куйидаги ижобий натижаларни беради :

1. Жараённи тулик автоматлаштириш.
2. Кам ишчи кучи талаб килади.
3. Кам диаметрли коворлар ва двигателлар ишлатилади.
4. Чанларни тулик ишлатиш.
5. Оралик бутана ушлаб турадиган чанларнинг булмаслиги.

Шу сабабга кура, хозирги замон амалиётида узлуксиз аралаштириб эритиш усули кенг кулланилади.

Узлуксиз танлаб эритиш.

1. Куюлтиргич.
2. Аралаштириш чани.
3. Сузгич (филтр).

Синиллаб эритиш чан идишлари куйидаги турларга булинади :

1. Механик аралашмали чан.
2. Пневматик аралаштиргичли чан.
3. Пневмомеханик аралаштиргичли чан.

Хозирги кунда олтин эритиб олиш фабрикаларида катта махсулдор аралаштиргич дасгох –пачук ишлатилмокда. Пачук марказида аэролифт йули билан аралаштиргич курилмасидир. Пачук узун буйли, таги конуссимон тузилган цилиндр шаклдаги идишдир. Унинг диаметри одатда буйига караганда 3 баробар киска булади. Унинг марказида 2 томони очик булган аэролифтли металл кувур урнатилган булади. (1). Бу темир кувур ичига ингичка ва узунлиги, сирткисига караганда $1/2$, $2/3$ кисмдан иборат бошка кувур–най урнатилади. Бу ингичка най оркали юкори босим остида сикилган хаво юборилади.

Пачук куйидагича ишлайди. Бутана билан тулдирилган пачук ичига, ингичка пулат най (2) оркали сикилган хаво хайдалади. Хаво най ичида 2 – кувур ичига утиб, юкорига алохида хаво пуфаклари шаклида кутарилади. Бу кувур аэролифт кувури дейилади. Шу сабабдан марказий кувур (1) ичида бутана босими пачук ичидаги босимга караганда кам булади. Босими кам булган бутана, кувур ичидан кутарилиб, унинг устки кисмидан кутарилиб тукилиб тушади. Босими куп булган бутана, босими кам булган кувур ичига тагидан сурилиб кира бошлайди. Шундай килиб пачук ичида тухтовсиз бутана окими пайдо булади. Бу дастгохлар содда лойихаси билан ажралиб туради. Бунда синил эритмали бутана аэролифт йули билан интенсив равишда аралашиб туради.

Бундай курилманинг камчилиги шуки, уни урнатишга баланд бинолар керак. Бундан ташкари пачук ичида тезлик билан аралаштириш тухтатилса, унинг тагига лойкалар чука бошлайди.

Пачукларнинг техник тавсифи биринчи жадвалда берилган; кафедрада пачук турларининг лойихалари чизилган кургазмалар мавжуд :

1-жадвал.

Пачукларнинг техник тавсифи :

Пачук улчами, м		Металл кисмларининг массаси т.	Сигими m^3	Хаво сарф булиш $m^3/соат$	Хаво босими $кг/см^2$
Диа- метр	Баланд лик				
3,0	9,0	7,3	50,9	1,4	1,4-2,1
3,6	10,8	9,1	84,9	2,1	1,4-2,1
4,5	13,5	13,6	155,6	2,8	2,1-2,8

Бундай пачуклар Ўзбекистонда ва чет эл олтин саралаш фабрикаларида кенг микесда ишлатилмоқда.

Шу жумладан синил эритмасида олтинни танлаб эритиш НТМК нинг КМЗ –1, КМЗ –2, КМЗ –3 да пачуклар самарали ишлаб турибди.

Назорат учун саволлар

1. !.Аралаштириб, эритишнинг кандай афзалликлари бор
2. Пачуклар кандай лойихага эга
3. Пачуклар кандай ишлайди

Маъруза №21

Нодир металларни синил бутана ва эритмаларидан ажратиб олиш.

Олтин ва кумуш пачукларда бир неча соатлар давомида эритилгач, энди уни ажратиб олиш масаласи туради.

Бу металларни (Au ва Ag) ни рух кукуни, алюминий кукуни, писта кумир ёки фаоллаштирилган кумир, ионалмашувчи смолалар ёрдамида ажратиб олинади. Экстракция усули ҳам мавжуд.

Бизнинг ватанимизда ионалмашувчи смолалар ёрдамида, бутана таркибидан ажратиб олиш кенг йулга куйилган ва амалда самарали кулланилмоқда. Шунинг учун биз аввал смолалар ёрдамида олтинни чуқтириб ажратиб (сорбция йули билан) олишни куриб чикайлик.

Ионитлар ёрдамида олтин ва кумушни чуқтириб ажратиш.

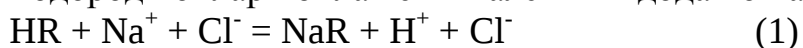
Ионитлар деб, таркибида ионоген группалари булиб, эритмалардан мусбат ёки манфий зарядли ионларни юта оладиган, узи эримайдиган юкори молекулали органик моддаларга айтилади.

Жуда купгина табиий ва сунъий смолалар ионалмашув хоссаларига эга булади. Аммо амалдаги синтетик асосдаги смолалар –синтетик смолалар кенг кулламда ишлатилади.

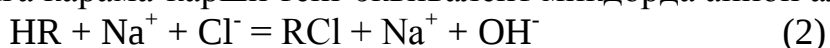
Бу сохада куп илмий ишлар бажаоган олим Б.Н. Ласкориннинг таъкидлашича ионалмашув смола ионитлари полимер молекула ипларининг узаро урамидан иборат. Углеводород занжирлари кундаланг богламли булиб, -куприк хисобланиб, смола асоси (матрицани) ташкил этади. Уз харакатчанлигига кура хар ион, эритмадаги уз зарядига карши ион билан алмашув реакциясига киришади.

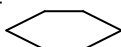
Ионит матрицаси манфий зарядли ионлари билан –полианионни ташкил этади ва мусбат зарядланган ионлари билан –поликатионни ташкил этади.

Агар жипслашган (фиксированные) ионлар мусбат зарядли булса, ионит катионларни алмашади ва катионитлар дейилади ; агарда жипслашган ионлар мусбат зарядланган булса, ионит анионларни алмашади ва у анионит деб аталади. Бу ионитлар электролитлар билан (котактлашганда) аралашганда, катионитлар эритмаларидаги уз зарядларига карама-карши булган водород ионлари билан эквивалентмикдода ион алмаша оладилар.



Худди шунингдек анионлар электролит эритмалари билан аралашганда, унинг структурасига кировчи гидрооксил ионлари билан, зарядига карама-карши тенг эквивалент микдорда анион алмашади.



Бу тенгламаларда R ионит марказини белгилайди. У анионитларда - поликатионит, катионитларда-полианионит хисобланади. (чизикча – ионит фазасини билдиради). Ионалмашув хоссаларига жипслашган (фиксированный) ионлар таъсир курсатади. Масалан катионларда: $-\text{SO}_3^-$; $-\text{COO}^-$; $-\text{PO}_3^{2-}$  $-\text{O}^-$;

Анионларда: $-\text{NH}_3^+$; $=\text{NH}_2^+$; $\equiv\text{N}^+$; $\equiv\text{S}^+$

Ионитлар узларидаги ионоген группаларининг диссоциация константаси буйича кучли ва кучсиз кислотали катионлар ва кучли ва кучсиз асосли анионитларга булинади. Масалан: $-\text{SO}_3\text{H}$ ёки $\equiv\text{NOH}$ каби ионоген группалар сувли эритмаларда тулик диссоцияланади.

Шу сабабдан $-\text{SO}_3\text{H}$ катионитлар кучли кислотали, $\equiv\text{NOH}$ анионитлар кучли асосли ионитларга киради.

Аксинча COOH группали ионитлар кучсиз кислотали катионитларга ва NH_3^+ кучсиз асосли анионит дейилади. Кучли кислотали ва кучли асосли ионитлар кенг pH мухитида ион алмашув реакцияларига кириша олади. Кучсиз кислотали катионитлар факат ишкорий ва нейтрал шароитда реакцияга мойил булади. Кучсиз асосли ионитлар – кислотали ёки нейтрал эритмаларда реакцияга кириша олади. Хозирги кунда бир йула бир канча группани жамлаган ва улар турли кимёвий табиатиغا эга. Бунда ионитлар би-ёки полифункционал ионитлар дейилади. Кейинги йилларда физик говаклари яккол булиниб турган ионитлар ишлаб чиқарилмоқда. Бундай ионитлар макроговакли ионитлар дейилади. Макроговакли ионитлар юкори кинетик характерга эгадирлар. Ионитлар факат кислота ёки асос куринишидагина эмас балки тузлар холида ҳам ишлатилади. Саноатда ишлаб чиқарилаётган катионлар, акс ионлар сифатида H^+ ва Na^+ ионларини, анионлар эса Cl^- ва ахёнда OH^- -ионларини узида тутлади. Ионитларни узига хос ва энг зарур хоссаларидан бири, уларнинг ион алмашув хажмидир. Алмашув хажми деб хаводаги курук смоланинг огирлик бирликда сорбцияланган металл микдорига айтилади, бошқача суз билан курук смоланинг узига олтин заррасини юта олиш қобилиятига алмашув хажми дейилади. Смола хажми конкрет шароитда купгина курсатгичларга боглик булади. Купинча ионалмашув смолалари стирол ёки двенилбензол хом-ашё мономерларидан полимерлаш реакциялари ёрдамида олинади. Ионоген группадари хом-ашё мономерларига полимерлаш олдидан ёкт тайёр матрецага киртилади.

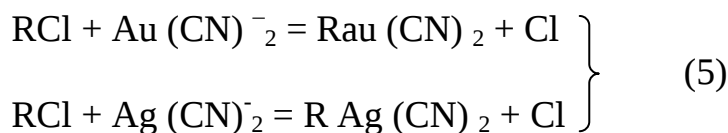
Двинилбензол куприк пайдо килувчи ролини бажаради. Шунинг учун унинг купайиши билан смоланинг мустахкамлиги ошиб боради. Аммо, унинг ошиши билан смоланинг хажми камаяди.

Бундан ташқари, таркибида дивинбензол купайса смоланинг буқиш хусусияти камаяди, яъни эритмаларда ионитнинг хажмини ортиш қобилияти.

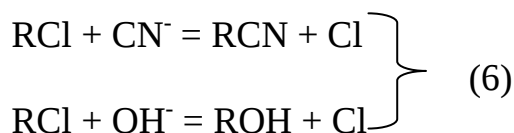
Бундай холда, эритманинг (электролитнинг) смола чига сингиши камаяди ва оқибатда ионалмашувининг тухташига олиб келади. Шунинг учун одатда ишлатиладиган смолалар таркибида 6-12% двенилбензол булади.

Нодир металлар синел эритмаларида комплекс анионлар сифатида иштирок этади. Демак, уларни ионитлар билан сорбциялаганда **анионитлар** ишлатилиши керак.

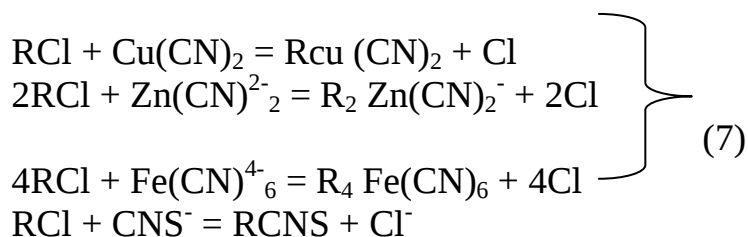
Нодир металларнинг синил эритмаларидан сорбцияланиши куйидаги реакциялар билан ифодалаш мумкин:



Олтин ва кумуш билан бир каторда ионитларга сезиларли даражада синил ва гидрооксидлар иони ҳам сорбцияланади.



Бундан ташкари синил эритмасида эриган жуда куп кушимча элемент ионлари ҳам сорбцияланади.



ва хоказо

Мана шундай чет, ён атрофдаги реакциялар натижасида ионитларнинг анион группалари кушимча элементлар анионлари билан бирикиб, уларнинг нодир металлар буйича сорбцияда ион ютиш хажми пасайиб кетади. Шунга кура тоза эритмаларга караганда, ионитларнинг саноат эритмаларидан олтин ва кумуш ион алмашув анча кам булади. Бу табиий хол.

Якин пайтларга кадар синиллаш жараёнида кучли асосли, гелетурли структурали, кучли механик мустахкамлиги билан ажралиб турадиган, яхши кинетик сорбцияли АМ смоласи ишлатилади.

Унининг камчилиги нодир металларга нисбатан кам селекциялиги ва регенерация жараёнининг мураккаблигидир.

Хозирги кунда кучли селекция кобилиятига эга булган бир канча ионитлар мавжуд. АП-2, АМ-26 шулар жумласидандир. НГМК заводларида асосан АМ-26 ионити ишлатилмокда.

Ионлашув ионитларини уч хил йул билан ишлатиш мумкин:

1. Тиндирилган синил эритмаларидан нодир металларни сорбциялаш

2. Нодир металлларни смолалар ёрдамида танлаб эритгандан сунг сорбциялаш.

3. Нодир металлларни танлаб эритиш давомида сорбциялаш.

Биринчи усул оддий ва содда. Тиндирилган синил эритмаларига смола ионитлар таъсир эттириб олинади. Худди рух билан чуктиришдагидек, бунда рух урнига смола ишлатилади. Шу йусин хомаки олтин метали олиш жараёни хам соддалашади. Бошкалардан кура бу усулда ионит смолалари хам сарфланади.

Иккинчи усулга кура, сорбцияга тиндирилган эритма эмас, балки агитатор ёки пачукларда танлаб эритилган бутанага ионит смоласи таъсир эттирилади.

Аралаштириш давомида нодир металллар бутанадан, смолага сорбция йули билан ютилади. Сорбция тугатиши билан олтинини олинган бутана ташланма ховуз (отвалларга) юборилади.

Смоланинг бутанадан ажратиб олишда янчилган руда ва смола улчамлари фарки асосий рол уйнайди. Масалан: смола янчилган руда заррасига караганда бир неча баробар катта улчамга эга. Ионит 0,5-2,0 мм заррачалар эса 0,074 мм яъни

$$e = \frac{0,5-2,0}{0,074} = 7 : 27$$

баравар катта, демак ионит смолани бутанадан бемалол галвирлаш йули билан ажратиш осон.

Шу сабадан смола хам бутанани махсус турдан утказилади, элак-тур улчами заррачада катта ва янгитдан кичикрок ясалган булади. Смоланинг зарралари тур устида (элак-тур) тутилиб колади.

Бутана эса турдан утиб ташлама ховузларга окизилади. Шундай килиб, смолани оддий галвирлаш йули билан бутанадан ажратилиб, ута кимматли жараён сузиш (филтрлашдан) воз кечилади. Бутанада нодир металлларни ажратиб олишнинг асосий максади хам, ушбу бутананинг филтрлашдан кура, галвирлашга алмаштиришга асосланган.

Учинчи усулда танлаб эритиш ва сорбциялаш билан бирга кушиб олиб борилади. Танлаб эритиш пайтида ионитлар, тугридан-тугри бутанадаги олтин-кумуш зарралари билан контактда булиши керак. Бу усулда хам, танлаб эритилган бутана сузиш жараёнини четлатиб утади, бундан ташкари бу жараён анча кулайликларга эгадир. Бу хам содда ва дастгохлар тизимини «Компакт» лашга имкон беради. Жараён аввалгиларга караганда тезкорлик билан беради. Бу усулда жараёнга халакит бериб, уни тухтатиб куядиган кушимчалардан тозалашга хам имкон беради. Хозир сорбция йули билан металл ажратиб олиш олтин саралаш фабрикалари ва уран саноатида кенг микийёсда кулланилмокда. Бу тажриба уран корхоналарида тупланиб, энди у олтин саноатида ишлатилмокда. Бу сохада И.Н.Плаксин, Б.Н. Ласкорин каби

олимлар илмий-тадқиқот институтлари куп изланишлар олиб борганлар. Дастгохлар тизими хилма-хил булиши мумкин. Уран корхоналаригдаги тажрибалар шуни курсатадики, бир канча дастгох (пачуклар) тизимида карама-карши оким усулида бутанани пневматик аралаштириш фойдали экан. Бунда танлаб эритиш, кетма-кет уланган пачуклар занжирида олиб борилади.

Назорат учун саволлар

- 1.бутанадаги зарра ва ионит-смола (катрон)улчамлари кандай фаркли булади
- 2.смола бутанадан кандай ажратилади
- 3.смоланинг олтинга нисбатан хажми нимани билдиради

Маъруза №22 Сорбция усулида танлаб эритиш

Сорбция йули билан танлаб эритиладиган бутана биринчи пачукка юкланади ва энг сунгги пачукдан ташкарига бушатиб олинади. Тоза соф ионит энг охирги реакторга юкланади. Олтин (нодир металллар) билан туйунган смола биринчи пачуклан (реактор) бушатилади (чикади). Бир-бирининг окимига карама-карши (противоточная) юборилган бутана ва смола, узаро яхши аралашиб (тукнашиб), смоланинг нодир металллар билан оз фурсатда туйинтиради.

Ташламага кетадиган нодир металллар йуколиши жуда оз булади. Куйидаги Расмда навбатдаги, сорбция йули билан эритишга мулжалланган дастгох лойихаси курсатилган.

Бу дастгох оддий аралаштиргич агитатор асосида, пневматик йул билан бутанани аралаштирувчи пачук ясалган.

Бутанани смола билан аралаштирувчи аэролифт (хаво ёрдамида кутариб тушуриб аралаштирувчи лифт демакдир). –1 дан иборат. Бутанани кейинги пачукка аэролифт – 2 амалга оширади. Ионитнинг бутана билан бирга смола бошка пачукка сурилиб кетмаслиги учун махсус дренаж куринишдаги курилма, бурчак остида урнатилган сим ёки полиэтилен турдан иборат. Турнинг оралиги ионитлардан кичик ва бутанадаги руда зарраларидан катта булади. Тур –3 да курсатилган. Бутана сорбентлар билан бирга аэролифт оркали турдан утади ва у ерда урнатилган тарновча –4 га берилади. Бутана 4-каробка оркали кейинги пачукка берилади. Смола 3-турдан утмай, махсус йулак билан узи «окиб» олдинги пачукка тушади.

Бошка турдаги танлаб эритувчи пачук лойихаси курсатилган. Бунда хам аралаштириш учун –1 аэролифт урнатилган ва 2-аэролифт ёрдамида бутана сорбентни бурчак остидаги 3-турга юборилади ва кейинрок тарнов –4 оркали кейинги пачукка тушади. Сорбент эса турга тегиб, кайтадан шу пачукнинг узига кайтиб тушади. Смолани кейинги пачукка узатиш учун аэролифт –5 урнатилган. Аммо бу аэролифт ишлаганда, смола билан бирга бутананинг маълум бир кисми хам кутарилади. Уни ажратиш учун ионит бутана билан кейинги пачукка хайдалади ва ундаги тур оркали ууша пачукка тушади. Циркуляциядаги бутана, тур оркали утади ва асосий оким билан оркага кайтади.

Ишкालаниш кучи ва бир-бирига урилиши натижасида ионитлар аста-секин емирилиб боради. Ута майда заррачага айланган ионитлар турларнинг катакларидан утиб кетадилар ва ташлама ховузларда йуколади. Натижада киммат бахо ионитлар сарф булиши ошади ва нодир металлларнинг бир кисми нес нобуд йуколади. Бу нарсанинг булмаслиги учун ионит смолалар маълум каттикликка, мустахкамликка эга булиши керак. НКМК даги заводларга ионитлар ва сим турлар узок чет давлатлардан доллорлар ва валюта хисобига келтирилади. Масалан: ионитлар Хитойдан, Хиндистондан келтирилса, сим турлар Германиядан келтирилади. Узбекситон республикасининг Андижон

вилояти Андижонкабель ОХЖ чиқарган мис турлар ҳозир амалий синовдан утиб яхши натижалар бермоқда. Ионит смолалар асосан пачуклардаги дренаж турларга урилганда емириладилар. Шу боисдан бундай дренаж турлар капрон, полиэтилен каби моддаларда тайёрланмоқда. Смолани бутанадан ажратиш учун, умуман турлардан воз кечса ҳам бўлади. Чет эл уран саноатида смолани бутанадан тиндириб, ажратиб олинади. Аммо, бу усулда куюк бутанани қайта ишлаш анча оғир кечади. Сорбцияли танлаб эритиш жараёнининг самарадорлиги маълум даражада, смоланинг нодир металлларни тута олиш ҳажмига боғлиқ. Агарда смоланинг нодир металл бўйича ҳажм сизими катта бўлса, у қайта-қайта юкланмайди ва йуқолиши камаяди. Шу билан бирга нодир металлларга туйинган смола ҳажми кискаради ва бу билан, унинг кейинги жараёнда – регенерацияда кам ишлатилиши ва йукотишнинг олдини олишга имкон беради. Агар эритма суюқ фазада олтин ва кумуш концентрацияси канча куп бўлса, унинг олтин ва кумушга нисбатан ҳажмий сизими шунча катта бўлади. Шу боисдан туйинган анионит регенерацияга юборилишидан олдин, у синил эритмаси билан контактда бўлиши керак, чунки суюқ фаза етарли даражада нодир металллар концентрациясига эга бўлади. Буни эса, сорбциягача ионит қушилгунга қадар олтин ва кумушли бутана махсус пачукларда синил эритмаси билан танлаб эритиш учун аралаштирилади.

1- Синил эритмасида контактда бўлган бутана олтин ва кумушни сорбциягача узида эритган бўлади. Сорбция пайтида эса эримай қолган нодир металлларнинг эриш жараёни поёнига етади.

Ҳозир Ўзбекистон Республикасининг Навоий Кон-Металлургия Комбинатида сорбциялаш эритиш жараёни катта мувофоккият билан ишлатилмоқда.

Бундай самарали технологияни қуллаш, олдинги содда усулларда танлаб эритиш катта қийинчиликлар билан бориб, иқтисодий самара бермайди. Ундаги мураккаб қуюлтириш ва сузиш (филтрлаш) жараёнларида олтин 1гр/т микдорида йуқолади.

Сорбцияли танлаб эритиш схемаси қуйидагича бўлади. Материал 95% -0,074 мм гача янчилган руда бутанаси аввал 3-4 пачукда ионитсиз синил тузида эритилади. Бунда 30% дан 60 % гача олтин эрийди. Синилли бутана 4-пачукдан, контанкт чан орқали, пайраха ва хаслардан ажратиш учун элак галвирга хайдалади. Ундан кейин бутана сорбцияли калонналарга юборилади. Сорбцияли эритиш бир-бирига кетма-кет уланган пачукларда эритилади ва пневматик усулда аралаштирилади. Бунда ҳар гал сим турлардан утказилади. Ҳар бир пачукда бутана икки соат давомида эритишда ҳаракатда бўлади. Ҳар бир пачукнинг фойдали ҳажми $1,8-2,0 \text{ м}^3$ ни ташкил этади. Бутана ва смоланинг пачуклардаги ҳаракати қарам-қарши оқим усулида бўлади. Асосий қучли анионит сифатида АМ-26 смоласи ишлатилади. Унинг улчами +0,8 мм га тенг. Бирданига анионит юклаш микдори, пачук ҳажмидан 0,4% қисмини, (яъни ҳар бир м^3 бутанага 4 л ионит

кушилади). Олтин олиб булинган бутана энг охирги пачукда ташлама ховузларга хайдалади (отвалга).

Олтин билан туйинган ионит пачук сорбцияси бошида, тури 0,5 мм булган барабарли галвирга кейин тури 0,25 мм галвирга сув билан ювишга куйилади. Олтин билан туйинган олтинли смола, ювилиб кейинги жараёнга юборилади. Бу жараёнда олтин икки баробар тез эрийди. Ташлама бутанада олтин йукотилиши икки баробар камаяди. Ионитнинг ташлама бутана билан йуколиши хар 1т рудага 2-6 гр дан ошмайди. Олтинни ионитга утиши хар 1т ионитга 8-25 кг Au га тугри келади.

Олтин эритмага 8-10 гр/ м³ булса унинг хажм сигими Au га нисбатан 55% булади, олтин бутанада 1-2 гр/м³ булса, ионитнинг олтин буйича хажми 15% булади.

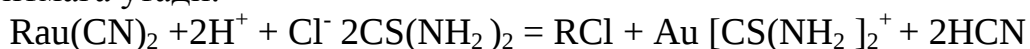
Сорбцияли технологиянинг асосий хусусиятларидагн бири, нодир металларга туйинган смолани кайта ишлашдир. Смоланинг киймати жуда катталигини хисобга олиб, уни саклаш, кайта ишлатиш зарур. Регенерацияни яхши олиб бориш керак. Регенерация дегани –олтин хисобига туйиниш кобилияти сусайган смолани кайта ишлаб, яна аввалги холига кайтариб, уни жараёнда ишлатиш зарур. Янги смола кушиш микдори, унинг механик микдорига боглик булади. Энг осони олтинни сорбция килиб олган смолани ёкиб, кулини печда эритиб, ундан олтин олиш. Аммо, бу хол киммат бахо смолани йукотилишига, жараён тан нархини оширишга олиб келади.

Бу жихатдан, нодир металларга туйинган смолани элюированияга утказиб, уни кайта ишлатиш лозим. Элюирование дегани смола таркибига сорбцияланиб утган нодир метални олиш учун, смолани махсус эритмалар билан махсус ишлаш лозим.

Тажирибалар шуни курсатдики, туйинган смолани элюирование килиш учун, смолани (катронни) эритишда – натрий хлор, аммоний хлорит, ишкорий металл карбонатлари, синил тузининг кучли эритмаларини куллаш яхши самара бермади. Катрон (смолани) кайта ишлаб, ундаги олтинни эритиш учун ацетон, металл ва этил спиртлари минерал кислоталардаги аралашмаси яхши самара берар экан.

Аммо, хаммадан хам аввал, сорбцияларни кайта ишлашда, ундаги металлни эритиб олишда, тиомочевинанинг хлорит кислотадаги эритмаси яхши натижа берар экан. $[HCl + CS(NH_2)_2]$ ва аммоний роданид тиомочевина эритмасидир. $[NaOH + NH_4CNS]$. Тиомочевина (тиокарбомид) дисорбцияси шундан иборатки, бу модда олтин билан мустахкам боғланган олтин катион комплекс бирикмаси хосил булади:

$Au [CS(NH_2)_2]_2^+$ бунни ионалмашув катрон (смола) тутиб туролмайди ва у эритмага утади.



Ион алмашув Cl^- ион оркали булади ва тиомочевина (тиокарбомид) йуколиши факат механик йуколишдан иборат булади. Катрон (смола) бу холда хом-ашё хлорит шаклига утади. Омилкор таркиб тиомочевина

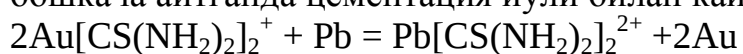
эритмасида, тиомочевина 8-9% хлорид кислота 2-2,5% булиши керак. хлорид кислота урнида, сульфат кислота ишлатса хам булади. Масаланинг яна бир мохияти шундаки, тиомочевина катрон таркибидаги олтиннигина эритиб олади. Энди унинг таркибидан, кумуш, мис, рух, кургошин, сурьма, маргумушни эритиб чикариш, катронни аввалги асли холига кайтариш керак. Катрон таркибидаги кушимча моддаларни эритиб чикариш учун, хлор ва сульфат кислоталар билан рух, никел, цианид ажратиш олиш мумкин. Ишкор NaOH эса рух, NaCN , NH_4CNS , NH_4NO_3 – эритмалари темир кабиларни десорбция этишда ишлатилади. Энг кийин десорбция буладиган модда темирдир. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ доимо синил эритмаларида иштирок этиб, анионит билан жуда мустахкам бирикма хосил килади. Бу модда жуда огир элюирование – эриш жараёнига учрайди. Кислота мухотида, катрон фазасида, темирнинг эримайдиган берлин лазури деб аталган комплекс тузи $\text{Fe}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ёки берлин яшили $\text{Fe}_4 \text{Fe}_3 [\text{Fe}(\text{CN})_6]_6$ (смолани буяб куяди) ва у кук ёки яшил рангга киради, булар хаммаси темирнинг десорбцияланишини кийинлаштиради. Бунда темир комплекс тузини эритадиган модда асосан аммоний азот тузи булади. Катронни десорбциялашнинг дастгохлар тизими турлича занжирлар тизимидан иборат. Бу борасида энг кул келадиган десорбция колоннаси 4-расмдагидек булиши керак. Элюирланган эритма пастдан берилади. Олтин таркибли эритма (регенерат) ёки кушимчалар (колонканинг) тик кувурнинг устидан олинади. Эритма аксинча юборилиши хам мумкин. Катрон кобилиятини кайта тиклаш (регенерация) тик кувур оркали навабт-навбат билан зарурий эритмани бериб туриш мумкин.

Регенерация жараёни баланд кувур дастгохта олиб борилиш мумкин. Эритувчи (элюирующая) эритма дастгохнинг тагидан берилади. Олтин эритган эритма (регенерат) ёки кушимчалар, колонканинг устидан олиб чикилади.

Кайта тиклаш (регенерация) тик кувур (колонкага) навбат билан керакли микдордаги эритувчи эритмани юборишни амалга оширилади. Бунда 1-олтин микдори регенератда, 2-олтиннинг регенератга ажралиб чикиши, колонкага юборилган тиомочевина микдорига боглик булиши курсатилган. Бу эгри чизикдан куришиб турибдики эритувчи микдори, туйинган каторон хажмидан 20 баробар куп булиши керак экан. Олтиннинг 70 % га кадар кисми эритманинг аввал бошданок берилган 6-хажмидаёк десорбция булар экан. (десорбция катрон ичидаги олтинни регенерат, тиомочевинада эритиб олиш). Колонкадан чиккан регенератни бир неча фазага булиш мумкин. Олтинга бой булган фракция ундан олтинни чуктириш учун, олтини кам булган кисми, кайтадан регенерацияга, олтин эритишга юборилади. Ажралиб чиккан синил кислотаси махсус колонкаларда, ишкорий эритмалар ёрдамида тутиб олинади.

Бу куриб чикилган регенерация усули даврийдир. Аммо, хозирги амалиётда узлуксиз регенерация усули ишлатилади.

Туйинган катрон калонна юкорисидан, эритманинг харакатига карши юборилади. Катрон кутарувчи аэролифт билан юкорига олиб чикилади ва 4-галвирда тутиб қолиб, кейинги калонкага утади. Энг охирги калонкадан чиққан катрон сорбция усулида танлаб эритиш учун юборилади. Тоза эритувчи эритма охирги колонкага берилиб, биринчи колонкадан эса товар махсулот-регенерат олинади. Хар бир колонкада эритма пастдан-юкорига томон харакатда булади. Карши оқимли харакат қилган катрон барча сорбцияланган металлни эритиб концентранган товар регенерат олишга имкон беради. Катрон регенерацияси давомида товар регенерат таркибидан олтиннинг 1-2 г/л концентрати олиш мумкин. Бундай эритмадаги олтин кургошин кукуни ёки электролиз билан чуқутириб олиш мумкин. 1-усул шундан иборатки, металл кургошин олтинни тиомочевинали эритмадан сиқиб чиқариш ёки бошқача айтганда цементация йули билан қайтарилади.



бу реакция оддий шароитда, уй харорати шароитида тез амалга ошади. Кургошин хар 1г Au учун 10 г сарф булади. Олтинли чуқмада 8-10% Au булади. Эритмадаги олтиннинг 98-99% олиниши мумкин. Цементация йули билан олинган чуқмани купелация билан муфел печларида эритилади. Олтиндан холи булиб, тиомочевина ва кислота билан қучайтирилгач яна катроннинг янги порцияларини эритиб-элювлaш учун қайта ишлатиш мумкин. Аммо, бу эритмани такрор-такрор ишлатавериш оқибатида унда кургошин куп тупланади. Кургошин смолага сорбцияланиб, уни нодир металл буйича хажмини қамайтиради. Бу эса бу усулнинг асосий қамчилигидир.

Маъруза №23 Электролиз усули билан олтин ажратиб олиш

Олтиннинг чуқутиришнинг иккинчи усули электролиз усули билан олтинни эримас анод билан чуқутиришдир. Анодлар графигидан тайёрланади, катодлар эса титан ёки зангламас пулатдан тайёрланади, товар регенерат электролит вазифасини бажаради. Электролиз жараёнини 25-30 а/м² ток зичлигида олиб борилади. Ваннадаги қучланиш 1 в.га яқин.

Электролиз давомида сезиларли даражада тиомочевинанинг анодда оксидланиши қучаяди. Натижада бу қимматли реагентнинг сарф қиймати ошиб кетади. Бундан ташқари ҳосил булган элементар олтингугурт катод чуқмасида механик аралашиб қолиб, олтин чуқманинг катод олтиннинг сифатини бузади. Бу ҳолни бартараф этиш учун катод атрофини, аноддан говак тусиқ билан, ёки яхшиси ионит мембрана билан тусган яхши булади. (мембрана ионалмашувчи катронлардан ясалган юпка пардадир). Катион пардалар фақат катионларнигина утқазади, анионлиларни эса анионлар утқазади. Электролиз муддати 24 соат булганда олтиннинг 98% қисми эритмага 60% ортиги чуқади.

Ишлатиб булинган электролит тиомочевина билан кучайтирилади ва олтинни дисорбциялашга юборилади.

Цементация ва электролиз усулида олтинни чуқутириш бир нечта камчиликларга эга:

1) жараён узок давом этади.

2) Элювлaш (эритувчи) эритмаси, туйинган катронга караганда 20 баробар ортик булиши керак.

3) Дастгохлар маъносида жараён унча ихчам эмас.

Электроэлювлaш усули юкоридаги камчиликлардан холидир. Бу усул бир дастгохда ионитдан олтин ва кумушни десорбциялаб, уни катодда металл холида ажратиб олишга имкон беради.

Нодир металлaр ва кушимча металлaринг ионитлардан бундай ажратиб олиниши, ионитинг таркибини нодир металлaр ажратишлик хажми, кобилиятини, кинематик хусусуиятини хар бир регенерация даврий давомида тиклаб, кайта ишлатишга имкон беради.

Электролизердаги ионитни муаллак холатда тутиб туриш ва ажралиб чиқиши мумкин булган синил кислотасини узлуксиз хайдаш учун, электролизер оркали сурилган хаво юборилади. Катодда утирган олтин зарралари ионитлар зарбасидан шикастланмаслиги учун, катод сузги мато билан галвирлаб куйилади. Узгармас ток таъсиридан, смоладан ювилган олтин ва кумуш 60-90% ли нодир металлaр чуқмасининг асосий кушимча аралашмаси, тиомочевинадан катод атрофида оксидланган элементар олтингугуртдир. Анод ва катод теварак-атрофини ионитли (мембрана) парда билан тусиб куйиш натижасида бир мунча тоза чуқинди олса булади.

Электроэлюирлаш жараёни 3-24 соат давом этади, ток зичлиги 10-20 a/m^2 , ваннадаги ток кучланиши 1-1,5 в.га тенг. Ионит смоласидан олтинни ажратиб олиш (извлечение) –97-99% ни ташкил этади. Ишлатиб булинган электролит яъни кислота концентрациялаш билан бойитилиб, кейинги ионит туйинмаларидан олтинни ажратиб олиш учун такрор ишлатилади. Регенерацияланган (кайта тикланган, тозаланган) смола сорбцияга такрор ишлатиш учун жунатилади.

Ажралиб чиқаётган синил кислота, ишкор билан тулдирилган кислотали ютгичларга, дамланган хаво билан хайдаб турилади. Хосил булган синил эритмаси хом-ашёни танлаб эритиш учун ишлатилиши мумкин.

Электроэлюирлаш усули ихчамлиги, нисбатан бой катод чуқма олиш мумкинлиги боис усул бошка усулларга караганда куп ишлатилади. Навоий кон металлургия заводларида хам шу усул кулланилмокда. Куйида [1.каранг] туйинган аниотнинг кайта ишлатиш учун олтин ва бошка металлaрдан тозалаб, каддини тиклаб кайта ишлатишга тайёрлаш схемаси курсатилган:

Бу регенерация усули билан анионит АП-2, АМ-26 кабиларни тозалаш амалда ишлатилмокда. Бу схема буйича синил, рух Ni булса сульфат/азот кислоталари билан; Au, Ag ва Cu тиомочевинанинг $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ да эритмаси билан темирни аммоний азотнинг ишкорий эритмалари билан

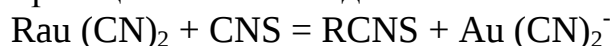
десорбциялаш ишлари курсатилган. Элюирлаш эритмаси 50-55 % гача иситилади, бу хароратда эритма хажми бир хил булиб сакланиб, ионитлар «багри» даги металлларнинг барчаси тула юлиб олиб чиқишга яхши имкон яратади. Регенерация натижасида туйинган анионитдан 98% Au, 97% Ag, 91% Cu, 97% Zn, 96,7 % Ni,

75-80 % Fe каби ва агар бор булса Pt, Os, Ir, Ta каби металлларни ажратиб олишга имкон беради.

Нодир металллар ва кушимча металлларнинг ионитлардан бундай ажратиб олиниши, ионитнинг таркибини нодир металлари ажратишлик хажмий “кобилият” ини, кинематик хусусиятини хар бир регенерация даврий давомида тиклаб, кайта ишлатишга имкон яратади.

Юкорида айтилган усулларнинг хаммаси тиомочевинанинг нордон эритмаларида ионит (смола) катронини регенерация қилишга асосланган. Яна бир усули, бу роданид аммоний тузи эритмаларида олтинга туйинган ионит катрони электролизлаб, катронни регенерация қилиш. Эритма таркибида (0,1 н. NaOH + SnNH₄CNS) булади.

Жараён куйидаги реакция билан кечади.



Аммоний роданид тузи эритмасида регенерациялашнинг самаралироқ усули хам юкорида айтилганидек электроэлюирлашдир. Бунинг яъни роданид аммоний тузининг, тиомочевинадан афзаллиги шулки, унда барча металллардагн батамом тозалаб, ювиб, катронни жараёнга кайтаришдир. Аммо, CSH⁻ ионининг, катрон ионини зарядлашга кучи суст булганидан у куп сарф-харажат булади. Бу хол уни кенг куламда кулланишига имкон бермайди. Куришиб турибдики, ионалмашув катронларини куллаш, синиллаб олтин эритиш жараёнида, кийин бойитилувчи, кийин куйлокланувчи ва огир сузиладиган бутаналардан яхши самара бурар экан. Олтин –кварц рудаларини синиллаб эритиб олтин олишда хам ионалмашув катронларини куллаш, шу хилдаги каттакон Навоий Тог комбинати амалида катта самара билан ишлатилмокда. Сорбцияли технология хозир, аввалги маълум традициядаги усуллардан куйидаги курсаткичлари билан самарали ва юкорирокдир.

1. Танлаб эритилган бутанани куюлтириш ва сузишдан четлаб утади. Бу билан катта капитал ва эксплуатация чиқишларини иктисод этади.

2. Эриган ва эрмаган, ювилиб булмаган нодир металллар йукотишни чеклаш хисобига, уларни ажратиб олиш самарасини оширади.

3. Нодир металллар тезроқ эрийди ва ишлатиладиган дастгохлар хажми камаяди.

4. Регенерация жараёнида хомаки (черновой) товар махсулоти олишга хам имкон беради.

Узига яраша нуксон камчиликлари:

1) катрон ва элюирли эритмаларнинг ута кимматли булиши.

2) Сорбция усули, хом-ашёдаги бегона кушимчалар сифат ва микдорига сезувчандир.

Бу муаммоларнинг тинмай идрок этиш ва ижобий ечимини топиш хисобига Навоий кон металлургия комбинати Навоий, Зарафшон ва Учкудук шахарлари гидрометаллургия заводларида мувофоккиятли ишламоқдалар.

Назорат учун саволлар

- 1.синиллаб эритиш билан собциялаб эритишнинг фарки нимада
- 2.бутана ва сорбент (катронлар) нима учун бир бирига карама карши окимда йуналтирилади
- 3.НКМКда сорбциялаб эритиш кандай олиб борилади

Маъруза № 24

Олтин эритилган эритмаларни чикитлардан тозалаш.

Тиндириш (Декантация)

Танлаб эритиш натижасида эритма ҳамда чикитлардан иборат бутана ҳосил булади. Сорбцияли танлаб эритишдан фаркли уларок, аввалги, ёки бошқача айтганда классик технологияларга асосан олтинли эритмани ташламадан ажратиш олтинли эритмани чикит ташламадан ажратиш учун тиндириш ва сузиш (фильтрлаш) зарур булади.

Даврий декантация.

Нодир металллар эриган бутанани аралаштириб, декантациялаш учун махсус чанларга хайдаб, уни тиндиришга қуйилади. Каттик ва солиштирма огирлиги катта заррачалар идиш тубига тула бошлайди, тинган эритма эса, сифон қурилмаси (суриб олувчи) орқали каттик бутана-чукма устидан бошқа идишга суриб олинади. Чан тубига чуққан бутанада хали эритма қуп, у

$C : K = 1:1$ булади. Бу эритмаларни ажратиш учун чуққан бутанага озрок синил эритмаси қушиб аралаштирилади. Бу иш барча эриган олтинни ювиб олгунча давом эттирилади. Олтинга бой булган эритма уни чуқмага тушириш учун жунатилади. Иккинчи, учинчи ювишдан чикқан олтинга камёб эритмалар, кейинги ювиш ишларида қайтадан ишлатишга юборилади. Шу йусинда қайта- қайта, қарам-қарши оқим сифатида ишлатилган эритманинг ҳажмини сақлаган ҳолда олтинга бой эритмалар ҳосил қилади. Бу қуриб чиқилган усул даврий бўлиб, қуп меҳнат талаб қилади. Ҳозирги кунда бундай усул ишлаб чиқариш хом-ашёси қам, таркибида олтини қуп булган кичик қорхоналарда ишлатилиши мумкин. Баъзида аралаштириш ва аралаштириб, сунг декантация қилиш бир дастғохнинг узида олиб бориш мумкин. Бу усулни ишлатишда Ангрен ва Чодак олтин саралаш фабрикалари мисол бўлиши мумкин.

Терс оқим усулида узлуксиз декантациялаш.

Агарда, руда таркибида лойихали материал бўлмаса бу усулни нисбатан каттарок қорхоналарда ишлатиш мумкин. Бунда танлаб эритилган бутана, бир-неча агитаторларда аралаштирилиб, бир-неча қуюлтиргичларда тиндирилиб декантацияланади. Сунгги қуюлтиргичдаги, декантацияланиб чуққан чуқма ташлама чикит ҳисобланиб, ташлама жойларга ташланади. Тоза сув шу энг сунгги қуюлтиргичга қуйилади. Сунгги қуюлтиргичдан олдинги, қуюлтиргич сливи бирин-кетин узидан олдинги орқали, янчиш тегирмониға қуйилади. Янчиш тегирмонидаги бутана биринчи қуюлтиргичга, биринчи қуюлтиргичдаги слив эритмадаги олтин чуқмага туширишга юборилади.

Қуюлтиргичларда бутанани тезроқ самарали чуқтириш учун, ҳозир полиакриламид ПАА қаби флокулянтлар ишлатилади.

Бу усулдаги тиндириш АКШнинг Карлин, Австралиянинг Молине ишлатилмокда.

Куп каватли аралаштиргич обкашлари (яруслар) куюлтиргичлар ҳам ишлатилмокда. Мексиканинг Тейолтита, АКШнинг Тетген фабрикасида уч ярусли, Руминияда эса беш ярусли куюлтиргичлар ишлатилмокда.

Сузиш усуллари.

Гидрометаллургия жараёнида, каттик фазадан, суюк фазани говак металллар ёрдамида, ёки бошка металллар ёрдамида ажратиш сузиш- филтрлаш дейилади. Бу усул сузиш дастгохларида амалга оширилади.

Бунда суюк ва куюк фазалар бир-биридан мато оркали, вакуумсургич билан таъминланган курилма билан ажратилган. Вакуумсургичлар оркали, эритма курилма ичига говак мато говак турларида утади, каттик кек деб аталувчи кисми мато сиртида утолмай капишиб колади. Шундай йул билан бутана суюк филтрат ва куюк кек матоларига айрилади. Сузиш дастгохларининг баъзилари даврий, баъзилари узлуксиз ишлайди.

Биринчи турдаги сузиш дастгохлари кузгалмас булиб, иккинчи турдаги дастгохларнинг ишчи кисмлари узлуксиз харакатда булади. Биринчи тур сузгичларнинг барча майдонларида жараён бир хил кечади. Яъни бутана бериш, кекни ювиш, филтратни дастгохдан олиб чикиш. Узлуксиз ишлайдиган сузиш дастгохларининг айрим ишчи кисмлари бутанани кабул килса, бошка кисми суюкликни суради. Яна бир кисми эса капишган чукма-кекни “пуфлаб” бушатади ва кейинги вазифани бажаришга утади. Сузиш жараёни гидродинамик жараёндир. Сузиш тезлиги сузиш тусигининг икки ёнидаги босимлар айирмасига тугри пропорционал ва суюкликка курсатилаётган каршилиikka тескари пропорционал.

Маъруза №25
СУЗИШ ДАСТГОХЛАРИ

Хозирги кунда саноат микёсида ишлатилаётган сузиш учун мулжалланган дастгохларнинг турлари куп ва хилма-хилдир.

Бундай дастгохларни шартли равишда куйидаги турларга болиш мумкин.

1. бутана устунининг гидродинамик босими билан ишлайдиган сузгилар.

2. Вакуум сузгичлар.

3. Сузишга мулжалланган бутананинг ортикча босими хисобига ишловчи сузгичлар.

Гидродинамик куч хисобига ишлайдиган биринчи турдаги сузгичлар хисобда болиб, у асосан эритмани сунгги тиндириш жараёни учун фойдаланилади. Уларнинг энг соддаларидан бири, сузишги имкон берадиган тубли идишдир (чан). Унинг сузиш тубиган йирик донатор тум тушалади. Бундай сузиш тубидаги кум ифлосланса, чикитларга тулса, уни алмаштирилади. Бу дастгох кул кучи хам талаб килади.

Вакуум –сузгичлар: уларнинг даврий ва узлуксиз ишлайдиган турлари мавжуд. Даврий равишда ишлайдиган вакуум сузгичларидан бири нутч-сузгичдир. Унинг таги ясси болиб, вакуум оркали хаво сурилади. Таглик остида тусик оркали суриш вакуум урнатилган. Бу дастгохнинг сузиш юзи таглиги 1 м^2 дан 6 м^2 га етади. Чукманинг калинлиги 50-100 мм булади. Ишчи вакуум 500-700 мм симоб утунига тенг. Купинча бундай чанлар ағдарилма усулда ишлайди ва бу билан уни бушатиш осонлашади. Бу сузгичлар ишлатишда осон булганлиги учун купгина корхоналарда кулланилади. Унинг камчилиги оз махсулдорлиги ва кул билан бушатилишга хам урин болигида. Рамли вакуум сузгилар хозир хам олтин саралаш фабрикаларида ишлатилмокда. Бу сузгилар бир нечта сузиш матога уралган. Рамларнинг ёнма-ён куйилишида чанга урнатилган булади. Бу сузги темир найлари юмшок резина най оркали вакуумга уланган. Устки темир найлар оркали сузилган филтрат суриб олинади. Рамлар тортилган сузиш матоларига уралган. Рамалар сони 24 та донда болиб, пирамидал таглик устида урнатилганлар. Рамли вакуум сузгичлар 2-5 соатча булади. Чукма кекларда колган намлик 25-35%, махсулдорлиги $3,0 \times 1,5$ м. Рама юзаси $1,5 - 3,5$ т курук махсулотга тенг. 1 м^2 юзасидан $0,7 - 0,4$ т махсулот олинади (кек).

Узлуксиз ишлайдиган вакуум сузгилар: бу филтрларнинг турларига барабанли сузги филтрлар киради.

Барабанли сузгилар:

А) устки юзада сузиш

Б) сузиш юзасида ички кисмида булади.

Г) дисковые

Бунда барча жараёни автоматлаштириш мумкин. Бу сузги барабани минутига 3-12 марта айланади.

Юзада чуккан чукмадан иборат. Айланаётган барабан оркали сузги эритма сурилиди. Эритмаси сурилгач, барабан айланиш борасида чукма ювишга ва куритилиш зонасига утади. Курилган чукма суриб, кириб туширилади. Вакуум-сузгиларда 1-2 та ресивер урнатилади. Бу ресиверлар оркали вакуум-насос мосланган кувур-найлар оркали таксимловчи курилмага боғланган.

Филтрат эритма ва ювиш сувлари ресиверда тупланиб, марказга интилма насослар оркали чиқарилиб юборилади. Бундай барабанли вакуум-сузгаларни махсулдорлигича, сузилишга берилган минерал зарраларнинг физик-кимёвий хусусияти ва катта кичик улчамларига буюгликдир. Бутана $C : K = 1,5 : 1$ булиб. Суткасига 1 т/м^2 дан ошмайди.

Дискли (лаппакли) вакуум-сузгилар одатда кенг кулламда ишлатилади.

Бундай дастгохлар ихчам, шлатилишда кулай, улар таглигидаги жом идиш бир-икки булимга булиниб, хар бир булимидаги сузиш ускуналари хар хил ашё бутаналарини сузиш мумкин. Вертикал урнатиладиган ----- ювиш осон эмас.

Шу боисдан кек чанларда репулацияланади(яъни бутана юмшатилади). Бунинг учун кек махсус чанларда сув ёки махсус эритма билан ювилади аралаштирилади.

Назорат учун саволлар

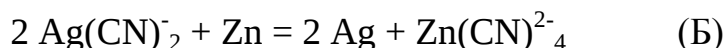
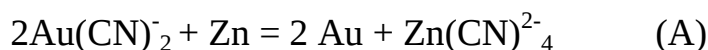
- 1.Кандай сузиш дастгохларини биласиз
- 2.Ташламага юбориладиган бутана каердан бушатилади
- 3.Катрон (смола) каерга кайси пачукда бушатилади

МАЪРУЗА №26
НОДИР МЕТАЛЛАРНИ СИНИЛ
ЭРИТМАЛАРИДА ЧУКТИРИБ АЖРАТИБ ОЛИШ

Олтин ва кумуш синил эритмаларидан ажратиб олишнинг куйидаги усуллари кулланилиши мумкин: рух алюминий , ион алмашувчи катронлар, писта кумир ва фаоллаштирилган кумир ҳамда экстракцияланади.

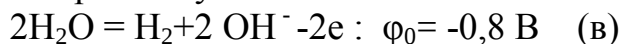
Олтин ва кумушни синил эритмаларида рух кукуни ёрдамида чуқтириш назарияси рус олимларидан И.Н.Плаксин, И.А.Суворовский, О.К.Будников, И.А.Каковский ва бошқа чет элликлар томонидан талкин этилган.

Потенциаллар фаоллиги каторида рух потенциали олтин ва кумушга караганда манфийроқ, шу сабабдан рух метали эритмалардан олтин ва кумушни осон сиқиб чиқаради.

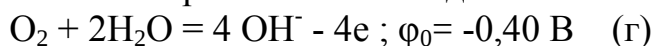


Бунда (А) реакциянинг Тенглиги константаси $1,0 \times 10^{23}$ га тенг ва (Б) реакция константаси $1,4 \times 10^{23}$ га тенгдир. Куришиб турибдики олтин ва кумуш рух кукуни ёрдамида термодинамик нуқтаи назаридан тулик чуқмага утади.

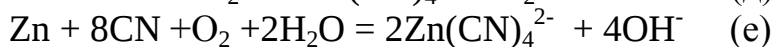
Кучли қайтарувчи рух, сув молекуласини парчалаб қайтариб, водород ажратиб чиқариши мумкин:



бундай эритмаларда маълум микдорда эриган кислород бўлади. Кислород юкори оксидловчи бўлгани учун рух билан қайтарилади ва гидрооксил ионларини ҳосил қилади:



Шу сабабдан бундан – цементация йули билан чуқтиришда рух металлининг бир қисми бефойда сарф бўлади:



Назарий жихатдан реакция (а) га кура 1г, Au учун 0,19 г. Zn сарф бўлади. Амалда эса 10 баробар ортиқдир.

Хозирги замон назариясига кура бу усул электрохимий жараёндир. Унинг иши гальваник элемент ишига қиёсланади.

Нодир металлларни чуқтиришнинг самарали бориши учун куйидаги амалларни бажариш керак бўлади:

1. эритмани дастлаб деаэрациялаш
2. сирти фаоллашган рух кукунини куллаш.
3. Рухни кургошинлаш
4. Синил ва ишқорнинг омилкор концентратцияли бўлиши
5. Жараёни тиндириб олиб бориш

Рух билан чуқтириш амалиёти.

Олтин саралаш фабрикаларида рухнинг икки тузри ишлатилади. 1) рух кипиги

2) рух кукуни

хар икки хили ишлатилганида ҳам нодир металлларни чуқтириш олдидан, бутанага дастлабки ишлов бериш жараёни бажарилиши керак. бу жараён тиндиришдир.

Синил эритмаларини тиндириш.

Чуқтириш олдидан эритма тип-тиник булиши керак. акс холда рух, олтин ва кумуш заррачалари устига тугридан-тугри контактда була олмайди. Шу сабабдан эритма ичида муаллак холда сузиб юрувч зарралар булмаслиги керак. куюлтиргич ва сузгичлардан утган олтин таркибли эритма махсус идишларда тиндирилади. Эритмаларни тиндириш учун кумли, рамли, вакуумли, рамли прес сузги, копли ва бошка сузиш курилмалари кулланилади.

Олтин ва кумушни чуқтиришда рухни кипик шаклда ишлатишнинг куйидаги камчиликлари мавжуд:

1. кипикни уша жойда тайёрлаш ва унинг куп сарфланиши.
2. олтинни тала чуқтира олмаслик
3. синил эритмаларининг куп сарфланиши.
4. чуқманинг тоза булмаслиги
5. куп жойни эгаллаши.
6. олтининг маълум кисми одими айланма харакатда юриши.

Шу камчиликларга кура рухни кипик шаклда куллаш усули чегараланган.

Нодир металлларни рух кукуни билан чуқтириш.

Хозир бу усул жахонда купгина заводларда кулланилмокда. Шу жумладан олтинни рух кукуни билан чуқтириш Ўзбекистоннинг Наманган вилояти, Чодак олтин фабрикасида кулланилади. Бунинг учун ута тиндирилган эритма деаэрацияланади. Рух кукуни маълум микдорда доза билан узлуксиз тукилиб аралаштирилади. Сунгра чуқма сузиб, олтинсиз эритмадан ажралади. Сузиш учун вакуум рамли, фильтр-прес, копсимон ёки симли фильтрларда ишлатиш мумкин.

Бу усулда ишлатилган рух кукуни, тоза нав 95-97% Zn булган кукундан фойдаланиш зарурдир. Унда йирик увоклар булмаслиги лозим. Улчами -0,105 мм. булган кукун микдори 95% дан кам булмаслиги керак. рух кукуни тез оксидланиши туфайли уни герметик берк идишларда ташиб, сакланади. Узининг улкан сирт юзасига эга булган бундау рух кукуни олтинни тез ва тулик кайтариб, чуқтира олади. Рух кукуни хар 1 т. эритма

учун, олтин концентрациясига караб $15 \div 50$ г. гача сарф булади. Рух кукуни рух, кипигига караганда бир неча афзалликларга эга :

1. кукун, кипикдан кура арзон
2. кукун, кипкдан кам сарф булади.
3. Олтин туларок чукмага тушади.
4. Синил камрок сарфланади.
5. Айланма олтин ва рух камаяди.
6. Чукма сифати яхширок
7. Дастгохлар ихчамрок
8. Механизация ва автоматлаш мумкин.

Маъруза №27

Чукмаларга ишлов бериш

Чукиндени шлам дейилади. Шлам олтин билан яна жуда мураккаб таркибга эга. Унда Cu, Zn, Pb, Sb, Se, Te, As, Fe, ва бошка элементлар бор. Бундан ташкари CaO, Al₂O₃, SiO₂ ва шунга ухшаш оксидлар булади. Бошка купгина йуловчи модда ва элементлар ҳам шу чукмада тупланади. Булар: Ni, W, Ni, CO, Me ва бошқалардир.

Бу чукмаларда олтин 1 20% гача, 20 60% Zn, 4-15% Pb, 20-30% Cu бўлиб, айрим холда 12% гача Se булади.

Купинча бундай чукмалар сузиб куригилади ва печларда эритиб олтин-кумуш котишмаси олинади, ювилиб куригилга чукма 10-15% ли H₂ SO₄ да эритилади.

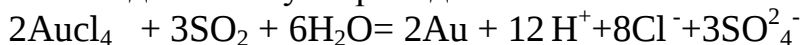
Бунда Zn, ва кислотада эрувчи элэментлар эриб кетади.

Танлаб H₂SO₄ ва эритиш, кургошин билан ураб копланган, аралаштиргичли ёгоч чанларда олиб борилади. Баъзан аралаштириш босим остида хаво билан амалга оширилади. Бундай чанларнинг диаметри 2-3 м. ва баландлиги 1,5-2,0 м. булади. Агар чан чукур булмаса, эриш реакцияси тезкор борганидан эритма атрофига сачраб, олтин йуколиши мумкин, эритма аралаштирилиб, баъзан иситилади, эриш жараёнида захарли газлардан :арен AsH₃, стибин SbH₃, синил кислота HCN ажралади. Ишчиларнинг захарланмаслиги учун чанлар герметик копкок билан ёпилиб, кучли равишда хаво суриш курилмалари ишлаб туради. Бу чанлар яхши шамоллатиладиган махсус хоналарга урнатилиши керак. танлаб эритиш 6 соат давом этади. Айрим холда 3 ва айрим холда 12 соат давом этади. Кислота 1 кг. Zn га, 1,5 кг. H₂SO₄ сарф булади. Эриб булган эритма коагуляниши – тиниши учун, уни бир неча соат тиндирилади. Тинган эритма куйиб олинади, чукма бир неча бор иссик сувда, сульфатлардан тозалаш учун ювилади. Сульфатлар ювилгач, чукма куригилиб печда эритилиб штейн олинади.

Штей металл котишмалари бўлиб, олтиннинг бир кисмини уз ичига олади. Агар чукма – шлам тоза ювилмаса кийин эритиладиган шлак ва штейн олинади. Бу эса олтин ва кумуш эритиб олишни огирлаштиради. Ишловдан чиккан эритма 164 л микдорда олтини булиши мумкин. Бундай эритма фаол кумир ёки катрон-смодали колонкадан утказилади. Бундан утган эритмадаги олтин 0,02-0,2 г/л гача камаяди. Бундай эритма ташламага ташланади ёки рух сульфати олиш учун ишлатилади. рух сульфати эритмадан кристаллантирилиб олинади. Рух карбонати сода билан чуктирилади, оксидгача тобланади ва рух заводига юборилади. Чукма ювиб, филъртлаб куригилади. Бу чукмада Au микдори 50% гача булади. Куригилган чукма флюслар билан аралаштирилиб, шихта тайёрлаб печларда эритилиб олтин-кумуш котишма олинади. Котишмадаги темир гидролитик тозалаш йули билан ажратилади. Бу технология билан 99,9% Au ва 99,4% Ag тоза металллар олиш мумкин. Au ва Ag билан бир каторда Cu, Zn, Pb ва бошка металллар олиниб рангли металл эритиш заводларига юборилади.

Баъзан олтин ва кумуш хлорлаш йули билан олинади. Газ холидаги хлор бутанага юборилади. Бунда 99,8% Au эритмага утади:

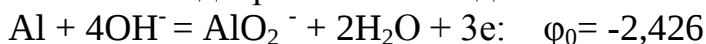
$2\text{Au} + 6\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{AuCl}_4^- + 4\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ + 3/2\text{O}_2$. Кумуш AgCl холида эримаган чукмада келади. Хлорланган бутанадан филтрлаш йули билан, филтрат олинади. Филтратдан эса олтингургут ангидрид газ иёрдамида металл холидаги Au чуқтирилади:



олинган олтинли чуқма, ёмби куйиш учун эритилади. Эримаган чуқмани 5%ли NaCl эритмаси билан ишлов бериб, кумуш ва колдик олтин олинади, эритма электролиз этилиб, кумуш метали олинади. Кушимча сифатида олтин хам ажралади олтин 0,04%тига йуколади. Бундай усулда куйилган олтин ёмби 999,5 пробали булади ва бошка ишлов талаб килмайди.

Алюминий билан чуқтириш

Худди рух каби алюминий хам синил эритмаларидан олтинни сиқиб чиқаради: Аммо алюминий нодир металллар билан комплекс туз хосил килмай, алтеминат оксидлари хосил килади:



Шу бошдан синил эритмаларини чуқтириш синилни регениратция эриш оркали кечади



Алюмин билан нодир металлларни чуқтириш усули, бирмунча вақт кумуш металини чуқтириш учун ишлатилди. Олтин кумушга караганда ёмон ва озрок чуқмага тушади. Агар эритмада 60г/л Ag булсагина, олтиннинг чуқмага тушиши тулик кечади.

Олтин ва кумушни Al билан чуқтиш Zn каранда бирмунча секин ва озрок микдорда юз беради. Шу боисдан амалда бу усул хозирги кунда ишлатилмайди, у факат илмий тадқиқадлар синови ва назарияси учунгина ишлатилади холос. Олтин ва кумушни ионит яъни катронлар ёрдамида чуқтириш олдинги бобларда курсатилган эди.

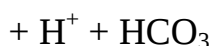
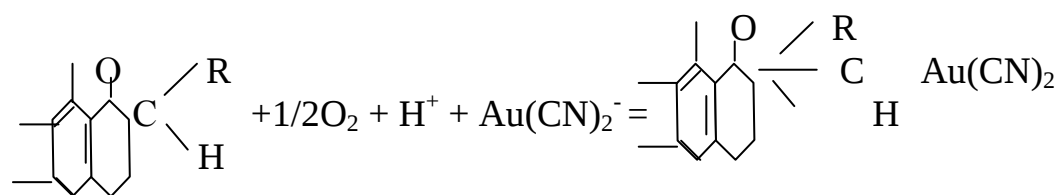
Писта кумир ва фаоллаштирилган кумирлар ёрдамида чуқтириш.

Писта кумир ва фаоллаштирилган кумир олтинни синил эритмалариданадсорбциялаб «шимиб» олади. Купгина илмий тадқиқотлар олиб борилганига карамай, кумир ёрдамида олтин чуқтирилиб олиш назарияси хали тула ишлаб чиқилгани йук.

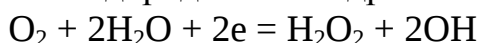
Олтиннинг кумир-углерод билан адсорбцияланиши куйидаги реакция буйича боради:



Бу реакцияни гросс ва Скотт таклиф этган. Аммо Гортен ва Вейсларнинг фикрича бу жараён куйидаги реакция билан боради:



А.Н.Фрункен эса бу жараёни электрохимия нуктаи назари билан тушунтиради. бу назария буйича назария кумирда кайтарилади ва унда перекис водород билан гидрооксил ионлари ҳосил булади:



Кумир мусбат зарядга эга бўлиб у узига манфий ионли олтин комплекс анионларини узига сорбциялайди.

Фаоллаштирилган ва писта кумирнинг олтин сорбция саноатида кенг кулламада ишлатилмаслигининг асосий сабаби, уларнинг олтин сингдириб олиш ҳажм кобилиятининг пастлигидадир. Масалан 1 т. кумир фақат 5-15 кг. олтинни сорбциялаши мумкин ҳолос. Бундан ташқари кумирлар физик нуктаи-назаридан мурт ва емирилувчандир. 1т. руда қайта ишланганда 200 кг. кумир ҳес-нобуд булади.

Назорат учун саволлар

1.Олтинни металл кукунлари билан чуқтириш қайси фабрика-заводларда кулланилади

3. Фаоллаштирилган кумир катрон билан рақобат қила оладими

4. Олтинни яна қандай усулда чуқтириш мумкин

Маъруза №28 Экстракция

Бу усулда олтин таркибли эритма, узида эримайдиган ва олтинни электр ион зарядига мос равишда ион алмашиб “ютадиган” органик модда, Э К С Т Р А Г Е Н Т билан аралаштирилади. Экстракция натижасида 2 хил махсулот олинади. Булардан бири, олтинли, органик фаза (экстракт) ва олтинсиз, аммо бошка элементлар булиши мумкин булган эритма (рафинат) олинади. Рафинат (эритма) таркибида олтин колмаган ва бошка керакли элементлар булмаса, чикинди сифатида отвалга юборилиши мумкин. Олтини бор булган органик фаза-экстракт, ундан олтинни олиш учун РЕЭКСТАКЦИЯ килинади.

Олтинни экстрактдан эритиб олувчи эритма реэкстракт дейилади. Олтини олинган экстрагент кайта ишлатилади.

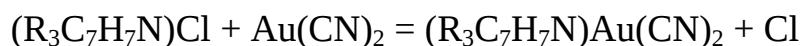
Нодир металлар синил эритмаларида комплекс анионлар шаклида булади.

Шунинг учун уларни экстракция этишга анион алмашувчи органик моддалар ишлатилади. бундай экстрагентлик хоссасига туртламчи аммоний тузларидан –триалкилбензинаммоний хлорид, кискача ТАБАХ ишлатилади. ТАБАХ структураси:

- 1) ($\text{CH}_2\text{R}_3\text{N}$)Cl –ТАБАХ
- 2) ($\text{CH}_2\text{R}_3\text{N}$)Cl –ТАМАХ -триалкилметиламмоний
- 3) (R_4N)Cl –ТААХ –тетраалкиламмоний хлорид.

Бу формулаларда $\text{R} = \text{C}_6\text{H}_{2m+1}$ ва $n = 8 \div 10$ экстракциялаш учун бу бирикмалар бирон энерт суюлтирувчилар билан (масалан керосин) аралаштирилиб, унга озрок юкори молекуляр спиртлар кушиб ишлатилади. экстрагентлар $5 \div 10$ эритма сифатида кулланилади.

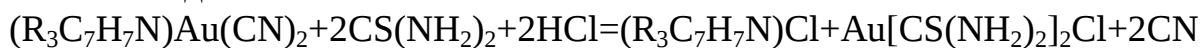
Экстракция куйидаги реакция буйича боради:



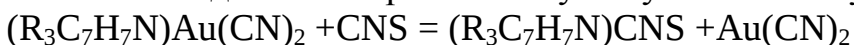
устидаги чизикча чизилган модда органик фазани билдиради.

Кумуш хамда мис ва рух анион комплекслари экстракцияси хам юкоридаги реакцияга ухшаш булади. Экстракция яхши бориши учун олтинли эритма, хамда экстрагент карши оким усулида юборилади.

Экстрагент таркибидаги олтин тиомочевина моддасининг нордон кислотали эритмасида олиб борилиши мумкин. реэкстракт таркиби 8% $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ тиомочевина, 5-10% H_2SO_4 , ёки 20-35 % роданит натрий эритмаси булиши мумкин. Биринчи галда олтин мустахкам катионли комплекс туз хосил килади:



иккинчи галда анионлар алмашинуви кузатилиши мумкин:



Реэкстракт концентрациясини узгартириш билан олтинни бошка ва кумушни яна бир бошка реэкстрактга туплаш мумкин.

Реэкстракция жараёнида органик фазани регенерациялаб, уни яна экстракцияда ишлатиш мумкин.

Олтин билан купрок туйинган реэкстракт эримайдиган анод билан электролиз килиниши мумкин. Электролиз давомида катодда ажралган нодир металллар микдори 90-95% булиб, унга олтиннинг 98-99% кисми, эритмадан ажратиб олиниши мумкин. Хозирча экстракция жараёни кам махсулдорли заводларда, масалан Ангрен олтин саралаш фабрикасида ишлатилмоқда.

Олтинни кварц ва оксидли рудалардан ажратиб олиш.

Хозирги кунла олтинни кварц ва оксидли рудалардан ажратиб олишнинг самарали усули, уни синилли эритмаларга танлаб эритишдир (цианлаш).

Аммо купгина олтин рудалари йирик ва майда олтин металл зарраларига эга булади. Олтиннинг йирик дончаси синил эритмаларида секин эрийди ва бу билан синиллаб эритишнинг самарадорилигини туширади, пасайтиради. Бундай пайтларда олтин саралаш схемасига гарвитация усулида бойитиш жараёни ва олинган олтин бойитмасини АМАЛЬГАМАЦИЯЛАШ жараёни киритилади. Гравитация усулида бойитилгандан чиккан, майда олтин заррали чикит, синил тузларида танлаб эритилади (выщелачивание).

Назорат учун саволлар

1. Экстракциянинг сорбциядан фарки нимада
2. Реэкстракция нима
3. Кандай экстрагентларни биласиз

Маъруза №29

Олтин рудаларини майдалаш ва янчиш.

Рудани майдалаб ва янчиб, олтин заррани “очиш” олтин рудасини кайта ишлашнингасосий тайёрлаш боскичини ташкил этади. Одатда олтин рудаларида турлича шакл ва катталикларда учрайди. олтиннинг рудадаги гранулометрик таркиби, улчамига караб, майдалаш ва янчиш схемаси танланади. Майдалаш ва янчишга, барча сарф харажатнинг 40- 50% кисми сарф булади. Рудалар улчами очик конларда 1000-1500 мм. га этади. Бу рудаларни биринчи боскич майдалашда жагли ёки конусли дробилкаларда 100, 200, 300 мм. га кичрайтириш мумкин.

Иккинчи боскич (2-ая сталия) майдалашларида киска конусли дробилкалардан фойдаланиб, руда улчами 10÷25 мм.га келтирилади. Майдалашдан сунг, руда соккали цилиндрсимон тегирмонларда сув кушиб янчилади. Кейинги пайтларда рудани соккасиз тегирмонларда янчиш синаб курилди. Бунда руда сувли ва сувсиз янчилиб, керакли улчамга келтирилади.

Хозирги амалиётда, айникса Навоий тоғ-металлургия комбинатида, Олмалик тоғ-металлургия комбинатида рудани курук янчиш схемаси ишлатилмайди. чунки бу усул рудадаги намлик 1,5-2% дан ошмаслигини талаб килади. соккасиз янчиш хам, янчиш муддатини чузиб юборади. Шу боисдан хозир албатта пулат соккалар ($d = 110 \div 120$ мм.), ишлатилади ёки соккалар талабга кура 50% кискартириб (камайтирилиб) ишлатилади. янчиш жараёни тегирмонларга, айланма синил эритмаларини ишлатиш, самарали деб хисобланмоқда. Бу усулда олтиннинг 40-80% кисми, янчиш жараёнидаёк бутана эритмасига утиши кузатилади. Бу эса синил эритмаси, охак сувини тежашга ёрдам беради. Аммо бунинг нуксонли томони хам бор. Биринчидан эриган олтин, асбёб ускунанинг нодир металлари билан цементацияланади. Иккинчидан синил эритмаси тез «толикади».

Йирик олтин зарраларини тутиб колиш учун, рудани янчиш ва классификация булимига чуктириб бойитиш машинаси (отсадка) ва бойитиш столлари куйилади. Олинган гравобойитма амальгамация килинади. Амальгама чикитлари, таснифлаш –классификациялаш (гидроциклон) кумлари билан бирга кайта янчиш тегирмонларига юборилади. Гравитация чикитлари, куюлтиргичларга юборилади. Куюлтиргичлар диаметри (НТМК)да 50 м. келади. Куюлтиришни тезлатиш учун полиакриламид препарати – флокулянти кушилади. Схема ва дастгохларини хисоблаш ва танлаш учун каттик ва суюк материалларнинг турли операциялардаги микдорини билиш керак ва зарурдир. Бу хисобни амалга ошириш учун жараённинг шлам схемаси баланси топилади.

Хисоб-китобларда куйидаги аник, яъни амалда олинган катталик ва микдорлар кабул килинади.: кунлик руда кайта ишлаш микдори -1000 т/кун

Махсулот чикиши % :

1 –нчи галвирдан	-25
2 –нчи галвирдан	-25

Руданинг намлиги, %	-4
Янчишда руда намлиги, %	-25
Янчишда циркуляция юкласи (нагрузка), %	-300
Чуктириб бойитишда К : С	- 3 : 1
Чуктириш бойитмаси микдори чиқиши, %	-1
Чуктиришда бойитма намлиги, %	-60
Амальгамада К : С	- 2:1

Кумлардаги намлик:

1 –нчи классификаторда (спирал клас –р), %	-20
2 –нчи классификаторда (гидроциклонда), %	-30
Классификаторда К : С (1 ва 2 клас –р)	-5:1
Куюлтиргичдаги К : С	-2:1
Чикитлардаги намлик, %	-20

Бу берилганларга асосланиб, металлургия жараёнидаги металлургик баланслар ҳам ҳисобланади. Металлургик балансларни ҳисоблашда куйидаги амалиётдан олинган микдорларни келтирамиз:

Рудадаги олтин микдори, г/т	- 3-5
Амальгамацияда олтин олиними, %	-30-36
Олтиннинг куюлтиришда эритмага утиши, %	-2
Чуктириш машинасида олтин ажратиш, %	-20-30
Бойитиш столарида олтин ажратиш, %	-20-40
Танлаб эритишда олтин пулпага утиши, %	-99-100
Ион алмашиб катронга олтин олиш, %	-98-99

Олтиннинг ташлама чикитга йуқолишини ҳисоблаш мумкин:

$$\varepsilon = \frac{200 + 62}{1000} \cdot 100 = 2,62\%$$

олтиннинг йукотилган қисмидан 75% эриман олтин ҳисобида, 25% олтин механик шакл ҳолида йукотилади.

Кварц ва оксидланган рудалардаги олтин нисбатан осон технологик йул билан олинади. Бу рудаларни эритишда синил эритмаси нисбатан кам сарф бўлади, яъни 1т. рудага 0,5 кг. синил тузи, 1т. рудага 0,5-1,0 кг. оҳак сарф бўлади. Олтиннинг 95-98% қисми ажартиб (ε) олинади.

Маъруза №30

Олтинни ажралиши кийин булган руда ва бойитмалардан олтин олиш.

Олтин ажратиш кийин булган руда ва бойитмалар:

Олтин ажратиш олиниши осон булган рудалар камайиб бормокда. Хозирги замон техникасида асосан мураккаб таркибли олтин рудалари кайта ишланмокда. Бу технологик схемаларга гравитация, магнит, электр, амальгамация, флотация каби жараёнлар ёрдамчи таркиб сифатида киритилмокда. Хатто пирометаллургия ва гидрометаллургия жараён таркиблари: куйдириш, юкори хароратда эритиш ёки танлаб эритиш кенг ишлатилмокда. Таркиби мураккаб булиб, унга кушимча ишлов беришни талаб киладиган технологияли рудалар –кийин технологияли рудалар (упорные) дейилади. Куйида 1-жадвалда айрим олтин таркибли рудаларни танлаб эритиш технологик курсатгичлари берилган. Бу жадвалда А, Б, В, Г ва Д гурухларига киритилган рудалар тавсифи берилган.

1-ЖАДВАЛ.

ТУРЛИ ГУРУХ РУДАЛАРИНИНГ ТАНЛАБ ЭРИТИШ ТЕХНОЛОГИЯ КУРСАТГИЧЛАРИ

Т/ р	Курсатгичлар	Рудалар гурухи				
		А Кварц- ли	Б Лойли	В Суль- фидли	Г углеро дли	Д Сурма- ли
1	Хомашёда Au микдори г/т	4,5	5,0	6,0	7,0	15-20
2	Янчиш даражаси, мм.	-0,15	-0,3	-0,15	-,015	-0,10
3	Ташлама чикитда кетган олтин Au г/т	-0,074	-0,074	-0,075	-0,074	-0,074
4	Куюлтиргичлар диаметри, м	0,3	0,4	5,5	5,5	7,5
5	Каттиклиги	50	50	50	50	50
6	Намлиги	2-2,5	2,5-3,5	2,0-3,0	3,0-4,0	2,5-3,0
7	Руда катта диаметри, мм	300- 1500	300- 1000	300- 900	300- 800	300- 700
8	Янчиш олди диаметри, мм	100- 300	20-30	10-20	20-40	10-30
9	Зичлиги, г/см ³ ; т/м ³	2,3-3,5	2,0-3,0	3,0-4,0	2-3	3-3,5
10	Каттиклиги	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6

Бу ерда яна шу нарсани айтиш керакки:

А –гурух рудалари танлаб эритишда осон кечади.

Б –эритмага Au тез утади. Фильтрлаш жараёни кийинлаштиради. NaCN –куп сарф булади. Бу гурух кийин технологияли рудага киради.

В –Au сульфид минераллари таркибига чукур сингиб жойлашган. Синиллаб эритиш юкори даражада бормаиди. Хамма олтин эримаиди. Бу гурух –ута кийин технологияли рудаларга киради.

Г –бу жараёнда, синил эритмага утган олтин углерод билан сорбцияланади. Шунинг натижасида олтин углерод билан чикиндига чикиб кетади.

Д –гурухдаги рудалардан сурма минераллари куп. Сурма синилда эрийди, олтин юзасини коплаб, унинг эришини тормозлайди.

Маъруза №31

Олтин рудаларини флотация усулида бойитиш

Сульфид рудаларида олтин кисман соф холда, кисман эса минераллар таркибига жойлашган булади. Бу рудалар кийин технологияли рудалар гурухига киради. Бундай рудалар флотация усулини куллаш билан бойитилади, флотацияни куллайдиган корхоналар дунёда 90%ни ташкил этади.

Флотацияни куллашдан мақсад, эркин катнашаётган олтин билан бирга, сульфид минераллари таркибига жойлашган олтинни ҳам бойитмага утказишдир. Айрим холларда сульфид рудаларидаги барча олтин бойитмага утади, ташлама чикитлар отвалга жунатилади. Бойитма таркибидаги олтинни ажратиб олиш, рудани кайта ишлашдан кура осондир.

Айрим холларда, флотация йули билан олинган бойитмага рудадаги барча олтин утмайди. Шундай булсада флотацияни куллаш фойдалидир, чунки бойитмага, тугридан-тугри синиллаб эритишда, гравитация ва амальгамацияда ажратиб олинishi кийин булган олтин утади. Флотация усули олтинни бошка асосий минераллар каторида йул-йулакай ажратиб олишда ҳам катта ахамиятга эгадир. Мис сульфид минералли рудалари бунга мисол була олади. Мис концентрати таркибига утган олтин, мис заводида эритилади дастлабки эритишда олтин штейнга, сунг коралама мисга, кейин эса рафинланган мисга утади. Тоза мис анос шаклида куйилиб, электролизланади. Унга 0,34 В ток берилгач, мис катодга утиради. Кайтарилишга ва электролизга 1,68 В талаб килган олтин электронлари катод юзига ета олмай ванна тубига чукиб шлам хосил килади. Шлам сузиб, куритилиб, шихталаб, муфил печида олтин-кумуш котишмаси, кейин эса тоза олтин ва тоза кумуш металл ёмбиси куйиб олинади. Таркибида олтин булган сульфидли минералларни флотация йули билан бойитишда тупловчи (собиратель) флотореагенти сифатида бутил ксантогенати (этил ксантогенати ёки амил ксантогенати) ишлатилади. Бундан ташкари дитиофосфат, меркаптан, ёг кислота тузлари ҳам куллаш мумкин. Ксантогенат сульфид минералли олтин юзасига сув ва хаво контакти булгандагина, унинг юза кисмини ксантогенат илаштириб, хаво ёрдамида бутана устига олиб чиқади тупловчи реагент катлам зичлиги сувда хаво билан тезда ошиб кетади. Кислород ёрдамида унинг зичлиги билан бирга мустахкамлиги ҳам ортади. И.А.Каковскийнинг курсатишича олтин билан ксантогенатнинг тасири оксидланиш-кайтарилиш жараёнидир. Бунда олтин уз электронини кислородга беради. Олтин юзасида калинлиги 30 А⁰ булган “оксид” пардаси хосил булади. Ксантогенат олтиннинг барча юза сиртида эмас, балки айрим фаол кисмидагина адсорбцияланади. Дастлаб адсорбция тезлиги юкори булиб, олтин ва ксантогенатнинг кимёвий узаро тасири, сувда кийин эрийдиган олтин ксантогенат AuROCSS хосил булади, кейин эса адсорбция тезлиги пасаяди.

Агар бутана таркибига цианид, Na_2S , NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2SO_4 , CuSO_4 , CuSO_4 булса, у флотацияни –бугади, сусайтиради. Олтинни кучли чуктирадиган яъни депрессиялайдиган реагент –олтингугурт сульфидидир Na_2S . Бундан ташкари Na_2S олтиннинг юза кисми билан кимёвий бирикишиб таъсирлашиб олтин сульфид Au_2S хосил килади. натижада гидрофилланиб флотацияланиш хусусиятини йукотади.

Цианид (NaCN) нинг депрессиялаш хусусияти шундаки, у олтин ксантогенати AuROCSS ни эритиб уни сорбциялайди. Цианид (NaCN) нинг депрессиялаш хусусияти ишкорли мухитда янада ҳам ошиб кетади. Демак pH мухитнинг ошиши флотацияга салбий тасир курсатади. Энг кучли тасир этувчи ишкор, бу $\text{Ca}(\text{OH})_2$ дир. Олтиннинг флотацияланиши бутанадаги бошка минералларга боглик. Масалан : SiO_2 –кварц –флотацияга тасир этмайди. Аммо FeS_2 –пирит, FeS_3 -пирротин, As_2S_3 -яъни арсенопирит, CuFeS_2 -халкопирит, Sb_2S_3 -антимонит, HgS –киновар олтин флотациясини ёмонлаштиради. Бу шароитда ушбу ишкор мухитини ошириш флотацияни яхшилаиди.

Айрим реагентлар олтинни флотациялашни фаоллаштиради, айримлари сусайтиради. Синтетик купиртирувчилар куллаб олтин ва бошка минералларни ажратиб, танлаб (селекция) флотация бойитмалари олинади. Агар руда кам сульфидли булса, купик баркарор булмайди, олтин ва айникса йирик олтин минераллари флотацияси ёмонлашади. Яхши купиклантирувчилар флотореагентлардан (соена) карагай мойи, терпинол, Т-80 кабилар ишлатилади. коксохкимё махсулотлари –крезол, огирпиридин, бекарор купиклантирувчилардир. Руда шламли булса ёки ёг кислотаси ишлатилса купик баркарорлашади. Охак мухит созловчи реагент сифатида, кам ишлатилади. чунки у купайса, олтин сульфид руда флотацияси бузилади. Бу уринда сода ёки NaOH ишлатилгани маъкул. Сода бутанани яхши диспергидлайди (сочади) ва огир рангли металлар томонидан олтинни депрессиялашни камайтиради. Темир ва темир сульфидлари олтинни тез депрессиялайди. Содани тегирмонга юклашбилан темирни темиргидратга айлантриб, уни олтин минералидан «очилгунча» улгурилади. Сода каттик сувда ҳам флотация олиб боришга имкон беради, чунки олтин бундай сувда флотация билан ёмон бойитилади. Олтин флотацияси унинг бутанадаги улчами ва шаклига ҳам боглик булади. Умуман 0,1 мм. дан катта олтин зарралари флотацияга нисбатан омонлашади.

Аммо олтиннинг флотация бойитмасига утиши унинг шакли , таркиби, бутана зичлиги, купик хусусияти ва бошка факторларга ҳам боглик булади. Флотация йули билан олтин рудасини бойитишда пневмамеханик флотомашиналари ишлатилса ҳам яхши булади. У олтин бириккан купикларни яхши кутариб, бутана юзасига олиб чикишга имкон беради. Аммо хар кандай шароитда ҳам йирик олтин минераллари флотация йули билан тулик олинмайди, бунда гравитация усули Au ҳам куллашга тугри келади .

Олтин рудаларидаги кушимча унсурлар тоза олтин минералини флотация килишдан кура кийин кечади. Шунинг учун флотация чиқиндиларида олтин билан купайган мис ва темир минераллари тупланиб қолади . Амалгагамацияланган олтин ҳам флотацияга мойил бўлмайди . Олтиннинг йуқолиши сабабларидан бири , олтин зарраларининг «қоплама» билан қопланиб қолишидир.

Купинча бундай «қопламалар» сифатида темир гидрокли олтинни ураб олади.Олтин минераллигида «бикиб»қолса, у шу минералнинг флототоптивлигига боғлиқдир,флотаоптив минерал бойитмага утади.

Олтин сульфид рудалари, купинча икки стадияли усулда флотацияланади. Бу усул ,олтин зарраларининг ута янчилишига йул қуймайди, барча олтиннинг флотацияга утишини таъминлайди.Олтин бойитмалари,жуда кам тозалов операциясига (перечистка) ёки бўлмаслиги билан характерланадир. Шу боисдан флоотация жараёнида, купрок олтин олган ва камрок (олтини бор) сифатли бойитма олишга харакат қилинади.

Назорат учун саволлар

- 1.Кандай рудалар флотация усулини қуллашга мажбур этади
- 2.Флотация усулида олтин кандай ажралади
- 3 Кандай флотомашиналар ишлатилади

Маъруза №32

Майда дона (мелковкрапленный) олтинли рудани кайта ишлаш.

Майда дона (тонковкрапленный) донадорли олтин рудалари кийин технологиялидир. Бу хилдаги рудалар 2 турга булинади: 1. Кварц билан ассоцияланган олтин рудалари. 2. Сульфидлар билан оссоцияланган олтин рудалари. Кварц рудаларини танлаб эритишга мослаб уни ута майда 0,074 мм.гача янчилади. Шу боисдан бундай рудалар уч стадияли янчиш схемаси буйича янчилади. Бунда 2 ва 3 стадия олдидан классификаця килинади. Бундай янчилган рудалар улчами 90-95% класс 0,04 мм булади ёки 70% класс 0,074 мм. булади. Аммо НТМК да бу максадга бор йуги икки стадияли янчиш эришилмокда. Бунда 300 мм ва ундан майда рудалар аввал диаметри 7 метр булган, узунлиги 5000 мм булган ярим узиянчар (полусамойзмельчение), сунг –классификацияланиб, кумлари эса узунлиги 7000 мм ва диаметри 5000 мм. соккали тегирмонларда 0,705 – 0,074 мм классга янчилмокда.

Биринчи стадияда ярим узиянчар (соккалар талабдан 50% кушилади.) тегирмонни куллаш билан, хамда руда ута майда вкраплен булмаганидан, ута кимматли янчиш олди олинади.

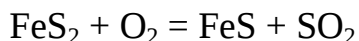
Иккинчи Б-категориядаги рудалар майда ва эмулцион вкраплен булиб, сульфидлар ва асосан пирит ва арсенопиритда ассоциацияланади.

Бундай рудалар флотация йули билан бойитилиб, олтин ва соф олтинлар бойитмага утказилади. Бойитмадаги олтинлар турли йулар билан ажратиб олинади.

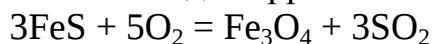
Агар олтин зарра ута кичик булмаса, флотоконцентрат кайта янчилиб, танлаб эритишга (цианлашга) утказилади.

Бу усулни куллаш билан, барча хомашёдаги рудани ута майда янчишдан четлаб, бор йуги 2-3 % чиккан флотоконцентрат кайта янчилади. Баъзан рудадаги олтин ута майда вкраплен буладик, уни бир неча бор кайта-кайта янчилганда хам, олтин юзаси очилмайди.. бундай холларда, олтин юза кисми куйдириш усули билан очилади. Оксидлантирувчи куйдириш жараёнида сульфид бойитмалари куйиб, улардаги олтин юзаси очилади, бойитма зарраси синил эритмаси етиб борадиган говакли куйиндига айланган булади. Навбатдаги куйинди огарокни синиллаб эритиб, эритмага олтин утказилади.

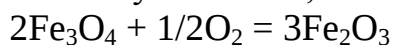
Пиритнинг оксидланиши 450-500 °С да бошланади. Жараён ораликда пиротин хосил килиш билан кеча боради:



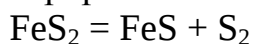
Уз навбатида перротин FeS_2 магнетитнга оксидланади:



кейин бу магнетит, гематитгача оксидланади:



харорат 600 °С га етганда, пирит оксидланиб, у пиротинга утади:

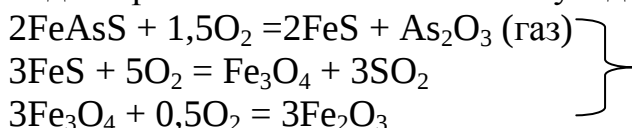


Кейин бу хам гематитга оксидланади.

Оксидланиб куйдириш жараёни куп факторларга боглик, булардан энг асосийси –хароратдир.

Куйдириш маромига етмаса (500°C) да огарок таркибида FeS_2 пирит куп колади ва у олтиннинг пирит таркибида эримай қолиб, йукотилишига олиб келади. Харорат юкори булса оксидлаб куйдириш тулик ва тез кечади. Аммо харорат ута ошиб $900-950^{\circ}\text{C}$ га етса, пирит ва магнетит эриш холатига якинлашиб колади. Бунда огарок ёпишиб –пишмага айланади, у яхши эримай, синиллашда олтин йуқолишига олиб келади. Куйдиришда газли фазадаги кислород концентрацияси хам катта ахамиятга эга булади. Кислород колнцентрацияси кам булса, куйинди тулик булмайди. Бу холда хам олтин эримай қолиб йуқолиши мумкин. агар кислород ута купайиб кетса, харорат тез $900-950^{\circ}\text{C}$ га кутарилади, орада куп бойитма яхши оксидланмайди, пишмга утиб колади. Пишим эса юкорида айтилганидек синилда ёмон эрийди. Огарок эриган пишмага айланиб, ёмн эрийди. Огарок яхши куйган куйинди булгани учун печ ичидаги бойитма тухтовсиз араштирилиб турилиши керак.

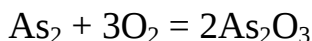
Арсенопирит минерали 450°C да тез оксидалана бошлайди, урта жараёнда пиротин ва магнетит хосил булади:



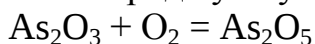
харорат 600°C га етганда оксидланган арсенопирит диссоцияланади:



газ холидаги маргумуш маргумуш уч оксидигача оксидланади: пиротин эса гематитига га оксидланади:



Хосил булган маргумуш уч оксиди енгил учувчандир. Харорат 450°C да буг As_2O_3 босими 1 атм. шу боисдан оксидланган $2\text{As}_2\text{O}_3$ газ холатига утади. Аммо кислород куп булса уч оксид, беш оксидга айланади:



Куриб утилган сульфид олтин бойитмасини оксидлаб куйдириб, сунг синил эритмасига утказиш кенг таркалган. Аммо у бирдан-бир усул эмас.

Купинча олтин сульфид концентратлари мис эритиш печларига юборилади. Бунда у, мис бойитмаси билан кушиб эритилади.

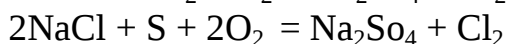
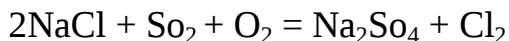
Аммо олтин маргумуш бойитмаси, печларда эритишдан олдин, куйдиришга кушилгани яхши. Бунда захарли As_2O_3 ажратиб олинади.

Олтин пиритли бойитмалар хам сульфат кислота олш максадида куйдирилиши мумкин. Сульфидли бойитмалардан олтинни тулик ажратиб олиш учун оксидлаб-хлорлаб куйдириш, хлоридли хайдаш, автоклавларда эритиш кабиянги жараёнларни келтириб чикаради.

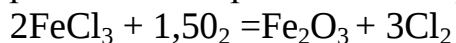
Маъруза №33 Оксидли – хлорлаб куйдириш.

Бу усул майда диспирсли олтин миниралларини кейинги синиллаб эритиш учун утказилади. Бунда хомашё-бойитма 5-20% NaCl билан аралаштирилиб, 500-600 °C оксидловчи атмосферада куйдирилади.

Бунинг механизими шундай: куйдиришда хосил булган олтингугурт SO₂ гази ва олтингугурт S-буглари, кислородли мухида As₂O₃ билан риакцияга киришади ва бунда эркин хлор гази ажралади: Реакция куйидагича ифодаланилади.



Кимёвий фаол булган хлор темир сульфитларива окситлари билан риаксияга киришиб FeCl₂ ва FeCl₃ хосил килади. Кейин бу темир хлор тузлари хаво кислороди билан парчаланади:



Ажралиб чиккан эркин хлор гази яна кайтадан реакцияга киришади. Хосил булган говак гематит Fe₂O₃ уз структурасига кура синил эритмасининг янчиб боришига ва олтиннинг тула эришига имкон беради.

Бойитмадаги огир рангли металллар хам хлоритларга айланади. Агарда бойитмада олтингугурт куп булса у оддий куйдирилиб, сунг хлоридловчи куйдиришга куйилади. Шу билан NaCl нинг ортикча исроф булиши олди олинади.

Хлорлаб учириб хайдаш-хлоридовозгонка.

Бу усул Б.Н.Лебедев томонидан киритилган аввалдагига ухшаш бойитма NaCl билан аралаштирилиб, оксидловчи атмосферада куйдирилади. Унинг аввалдан фарки, металл холидаги олтинни хами хлорли газ холига утказиб, уни учириб хайдаш ва тутиб олиш. Бу усул факат 950-1000 °C бажарилади. Олтин билан бирга Ag, Cu, Pb, Zn ва бошка металл хлоридлари хам кайтарилади. Механизм реакцияси худди оксидлаб – хлорлаб кабидир.

NaCl сарфи хомашёга нисбатан 10-20% ни ташкил этади. Хамма шарт-шароит яхши булганда куйиб учирмага (возгонка) 99% Au, 98% Ag, 96% Cu, 90% Zn утади. Куйиндидаги олтин 2 г/т дан ошмайди.

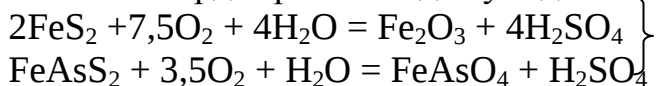
Куйиб учирмаларни кайта ишлаш учун уни сувда эритилади, эритмага As₂Cl₃, FeCl₃, CuCl₂, PbCl₂ ва ZnCl₂ ларни утказилади. Олтин кумуш билан эримайдиган чукмага AuAgCl булиб тушади. Чукма куритилиб, корама металл олиш учун печларда эритилади. Огир рангли металллар булса эритмадан ажратиб олинади. Хлоридлаб учириб универсал усул булиб, олтинни хар кандай бойитмалардан ажратиб олиш мумкин.

Камчилиги – дастгохлар туплаш огирлиги ва учирмаларни ишлаб олиш мураккаблигидир.

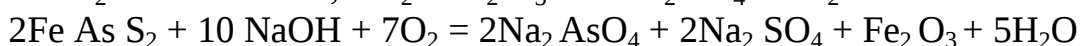
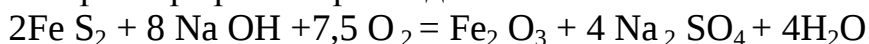
Автоклавларда эритиш.

Эритмаларни юкори хароратда 100-200 °C да эритиб ишлов беришдир. Кислород босими (1-20 атм) булиши керак.

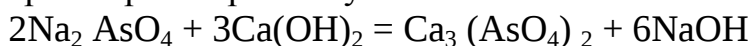
Автоклавларда эритилганда куйидаги кимёвий жараёнлар юз беради:



Ишкорий натрий эритмасида концентрат таркибидаги пирит ва арсенопиритлар эриш жараёнида:



Эритмага олтингугурт сульфидидан ташкари маргумуш хам утади. Бу танлаб эритишни осонлаштиради. Эритмани охак билан ишлов бериб NaOH ни ажратиб регенерлаш мумкин:



Хосил булган натрий арсенатни кимёвий ва ёгоч ишлаб чикариш саноатида ишлатиш мумкин.

Назорат учун саволлар

1. Кандай рудалар хлорланади
2. Автоклав усулининг афзаллиги ва камчилиги
3. Хлорлашда кандай максад кузда тутилади

Маъруза №34

Мисли олтин рудаларини кайта ишлаш.

Мис рудаларида-доимо олтин учраб туради. Олтин рудаларида мис булиши хам, синил тузларининг ортикча сарф булишига олиб келади. Аммо олтин билан бир каторда, бундай рудаларидан мис ажратиб олиш хам катта ахамиятга эгадир. Олтин рудаларида мис сульфид ёки оксидли минераллар холида катнашиши мумкин. Агар сульфидлари (халькопирит, халкозин, борнит куринишида булса) –флотация йули билан флотобойитма олинади. Бойитма мис заводига ва синиллаш учун гидрометаллургия заводига юборилади.

Агар мис оксидли минераллар (малахит, азурит ва бошка) куринишда булса- бундай рудаларни гидрометаллургия схемалари билан кайта ишлаш лозим. Бунда руда сульфат кислота ёрдамида эритилади, сунг эритмани темир пайраха ёрдамида мис цементация усулида чуктирилади. Танлаб эритиш чикити синиллаб эритишга юборилади. Ундан олтин сорбция усулида ионитлар ёрдамида ажратиб олинади. Агар оксидли минераллар купайиб кетса эритма сифатида H_2SO_4 аммиак-карбонат $(NH_2)_2CO_3$ эритмаси ишлатилади.

Бошка усуллардан яна бири В.Я.Мостович усулидир. Бу гидрометаллургия ва флотация усулларини боглаб олиб боришдир(1)271 бет. Руда майдалаб янчилгач $H_2 SO_4$ билан эритилади. Хосил булган бутанага темир таъсир эттирилади. Темир букмаси яхши натижа беради (губчатое железо). Хосил булган чулмадаги мис метали, олтин билан бирга флотацияланади. Сульфид минераллар мис ва олтин жами биргаликда олтин-мис бойитмасини ташкил этади. Флотация чикити – синил тузида танлаб эритилади ёки отвалга ташланади. Бу усулнинг ахамияти шуки мис оксидлар ва мис сульфидлари хам концентратга утади. Шу боисдан бу усул оксид-сульфидли ва мис-олтин аралаш рудаларини бойитиб ажотиб олишда катта ахамиятга эга. Мис оксидли минераллари хозирги кунда асосан флотация йули билан кайта ишланади. Яхши танлаб олинган технология ва реагенлар режими мис ва олтин ажратиб олишни самарали килишга кафолат бермокда.

Агар олтин рудасидаги мис кам булиб, уни ажратиб олиш иктисодий самара бермаса, у холда рудани концентрацияли синил тузи эритмасида охиста эритиб миснинг зарарини камайтириш лозим булади.

Синил концентратияси (0,02-0,03%) булади. Бунда мис синил тузи билан реакцияга унча тез киришмайди. Миснинг асосий куп кисми синиллаб эритиш чикиндисига колдирилади. [1. 271-бет].

Мис таркибли олтин рудаларини аммиакли синиллаш усули хам ахамиятлидир.

Бунда синиллаб эритиладиган рудага оз микдорда аммиакли эритма кушилади. Масалан аммоний хлорид $-NH_4Cl$. Бунда кам эрийдиган мис аммиак комплекс тузлари хосил булади.:



Бу реакция натижасида синил эритмаси мисдан сокит булади. Синил тузи ҳам кам сарфланади.

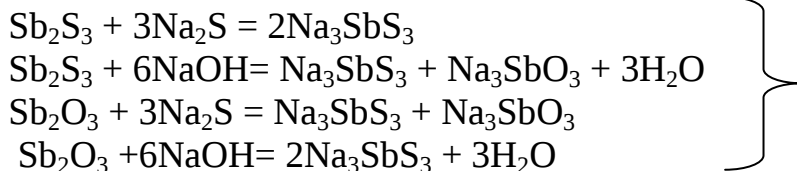
Сурма ва маргумушли олтин рудаларини кайта ишлаш.

Сурма рудалари –синиллаб эритишда узига хос мураккабликлар тугдиради. Сурма ва маргумуш минераллари NaCN куп сарф булишига, олтиннинг эришини тез пасайтирувчилардандир. Сурма минераллари кам ва майда дисперс олтин зарралари булмаган рудаларни синил тузлари эритмасида эритиб ажратиш учун ишлатса булади. Бунда ҳам синил тузи сархисоби ва олтин эриш технологиясини усталик билан олиб бориш керак булади. Мис минералидагидай сурма рудалари олтинлари ҳам ишкор ва синил тузларининг кам микдорли концентрациясида эритиш билан бажарилади (0,02% NaCN). Сурма минерали эритмадаги темир гидрооксидлари томонидан сорбцияланиши мумкин. Бунда темир гидрооксид моддалари сурма руда таркибида 1-2% булса ҳам, синиллаб эритиб олишда яхши натижалар беради.

Аммо сурма сульфидлари куп булган минералларни флотациялаб, сурмани алохида бойитма сифатида ажратиш яхши самара беради. Бойитма мис эритиш заводларига жунатилади. Флотациянинг чикиндиларидан олтин синиллаб, сорбция усулида олинади. Агар рудада сурма хаддан зиёд куп булса унда флотайия усули билан олтин сурма бойитмаси олинади. Бойитмада сурма 50-60 % етиши керак. сурма заводида бойитмадан сурма метали олиниб, олтин кушимча махсулот сифатида махсус технологияга жунатилади.

Агар олтин майда-дисперс холида булиб, сурма сульфид куп булса, бундай флотоконцентрат танлаб эритишга (синиллашга) юборилади. Сурма-олтин бойитма куйдириб, ишлов берилади. Сурма бойитмалардан гидрометаллургия йули билан ҳам ажратиб олиш мумкин; бунда сурма Na₂S, NaOH эритмаларида эритилади.

Танлаб эритиш йули билан сурма тиотузлари сифатида эритмага утказилади:



Маргумуш минералларидан синиллаб эритишда аурипигмент ва реаргар канча кийинчилик тугдиради. Арсенопирит танлаб эритишда катта хавф тугдирмайди. Шунинг учун арсенопирит минералли маргумуш рудалари, янчиш жараёнидан сунг танлаб эритилишга юборилиши мумкин.

Агар майда дисперс булиб, арсенопиритда катнашса, уни юкоридагидек куйдириб, ишлов берилади.

Маъруза №35

Углерод – олтин рудаларини кайта ишлаш (бойитиш).

Углерод-олтин рудаларини кайта ишлашнинг мураккаблиги шундаки, эриган олтинни углерод сорбциялаш қобилятига эга.

Бундай рудаларни танлаб эритганда, олтин эриб эритмага утиши билан бр каторда, эриган олтиннинг углерод (кумир) сиртига сорбцияланиб сингиш яъни эришнинг акс холи кузатилади. Шу боисдан отвалга ташланган ташламаларида нодир металлларнинг йуқолиши ортади.

Айрим рудаларда углерод олтинни сорбциялаб, ишни мушкуллаштиради, айрим углерод минераллари кучсиз сорбцияловчи бўлиб, уларнинг хафи унга катта эмас.

Бундай рудаларнинг кийин технологик (упорнить) хусусияти факат амалиётда синаб қурилгандагина билинади.

Углерод фаоллиги кам бўлган рудалар одатдагидек синил эритмалари ёрдамида танлаб эритиш орқали бориши мумкин. Бундай рудаларда олтиннинг эритмага утиш кинетикаси (тезлиги) –эриш ва адсорбцияланиш тезлигига боғлиқ бўлади. Адсорбция тезлиги, эритмадаги нодир металллар концентрациясига тугри пропорционалдир. Аввал олтин кам бўлганда, эриш тезлиги, адсорбциядан ортиқдир. Сунгра эритмада олтин қупайиши билан, унинг концентрацияси ортади ва адсорбция ҳам тезлашади. Маълумки бир вақтдан сунг бу икки катталиқнинг тезлиги тезлашади. Синиллашнинг давом этиши билан олтин концентрацияси ва унинг эритмага утиши секинлашади. Бунда адсорбция тезлиги, эриш тезлигидан юқори бўлади. Шундай қилиб, синиллашда, эритмада максимал эриш жараёнига, эришнинг маълум давомлиги тугри келади. Қупгина амалиётда эриш даври 35-40 соатни ташқил этади. Адсорбция тезлиги кумир моддасининг сирт юза фаоллигига ҳам боғлиқдир. Агар кумир – 4 мм. гача майдалаб янчилса, олтин тулик эриб, синил эритмасига утолмайди. Аммо 0,074 мм. ута майдалиқ қилиб, аввал бошдаёқ микрон зарра олтинлар кумирга адсорбцияланиб қолади. Демак янчилган материалларнинг улчами –0,83 мм. бўлиши керак. шундай қилиб кумир олтин рудаларини тугри синиллашда, янчишдаги оптимал –омилкор улчамни тугри топа билиш керак экан. Бунда руданинг синил эритмаси билан контактланиш вақти ҳам ахамиятга эгадир.

Эритишнинг яна бир самарали усули углерод-кумир олтин рудасини бир неча босқичда, эритмани янгилаб эритишдир. Бу эритмада олтин концентрацияси кам бўлса, адсорбция ҳам секин боради деган қоидага асосланади. Эритмани янгилаб туриш, олтинконцентрациясини маълум бир миёردа ушлаб туришга имкон беради.

Олтин ва кумуш кам адсорбцияланиб, бунинг ҳисобига, ташлама чикитлар билан йуқолиши қамаяди.

Баъзан органик эритувчилар – α –гидроксиланид қабиларни қуллаш билан ҳам, унинг кумирда адсорбцияланишини қамайтириш ҳисобига, эриш микдорини оширади.

Сорбция-усулида эритиш ҳам, олтин эриш ва ажратиш олиш жараёнини самарали кетади. Кумирнинг фаоллик кобилияти –сирт фаол моддаларда керосин, флотомой билан ишлов берибхам камайитириш мумкин.

Бу усулда кумир сиртида парда-тусик ҳосил булади ва эритмадаги олтин билан контактда була олмайди. Аммо бу унчалик самара берганича йук хали. Яна бир усул –десорбцияни куллаш. Бунда олтинни адсорбциялаган кумир, десорбцияланади ва олтин ундан «тортиб» олинади. Яхши, аммо киммат десорбент –аммиакдир. Яъни олтинни сорбциялаган кумир –шу аммиак билан ювилади.

Олтин кумир рудаларини флотация усулида бойитиш, ишлов бериш мумкин. Бу учун бойитмага, маълум микдорда кумирдан ташкари, олтин таркибли сульфид ва маълум микдор эркин олтин берилади. Кейинги ишлов бериш, уни мис эритиш заводида жунатиш ёки флотация чикитини синиллаб эритишдир. Ёки эритмани куйдириб, огарок – куйинди олиб, уни синиллаб эритиш лозим. Флотация чикити синиллаб эритилади. Кумир олтин рудасига бундай ишлов бериш – универсал усуллардандир.

Шлам – чукинди рудаларни кайта ишлаб олтин олиш.

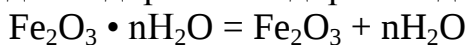
Бу рудаларнинг кийин (упорный) технолгиялигига сабаб, уларда ута майда зарра (шлам) чукинди минераллар куплигидир.

Бу рудалардаги олтин эритмага секин ва кам утади, маълум даражада ювилмай колган металлар, механик йукотилади. Куп холларда бундай рудаларни кайта ишлаганда реагентлар куп, ортикча сарф булади. Синил бутаналарини охак таъсирида коагуляциялаштирилса, шламларнинг майда зарралари бирлашиб, пага-пага агрегатлар ҳосил килади. улар орасида олтин зарралар уралашиб колган булади. Бундай пагалар орасига, синил ионларининг кучсиз диффузияси сабаб, кислород ионларининг кучсиз диффузияси сабаб, олтиннинг эриши сусаяди ёки батамом тухтайди. Айрим агрегатларлар бирлашиб «ургимчак туридек» кафас ҳосил киладики, жараёни умуман тухтатиб куйиш мумкин. бундай структурали бутаналарда олтин эриши ута паст даражада булади. Ута майда шлам зарралари сирти фаол булиб темир комплекс синил тузларини ҳосил килиб, реагентни сарфлайди. Шламни рудаларда олтин зарралари кам булса ёки булмаса шламни отвал ташламаси сифатида технологик жараёндан чиқарган маъкулдир. Аралаштириш тезкор булиб синил эритмаси билан янгидан таъминлаб туриш даркор. Бундай ҳаракат агрегатларини ва турсимон структура –копламини таркатиб олтиннинг эритмасини тезлатади. Эритиш жараёнини унча бузмаслик керак. чунки олтининг сорбцияланиб отвалга чикит билан чикиб кетишига олиб келади. Бундай рудаларни кайта ишлашнинг яна бир йули филтрлаш режимини ушлашдир. Филтрлашда агрегатлар ва турларда тез бузчилик олтиннинг эриши тезлашади.

Ионланувчи катронларнинг ва кумирни ишлатиш ҳам самара бериши мумкинлигини илмий изланишлар тасдиқлади.

Ферроолтин рудаларини қайта ишлаш.

Бундай рудаларда зич окислар ва гидроокислар (гетит, лимонит, магнетит ва х.к) куп булиб, улар билан олтин ассоциацияланган холда бириккан булиб кийин эрийди, шу боисдан кийин технологияли жараёни ташкил этади. Бу рудалардаги олтин боғланишлари турлича. Баъзи рудаларда олтин усти темир зангли руда билан мустахкам коплама ҳосил қилади ва олтиннинг эришига тускинлик қилади. Бошқа холда олтин ута майда вкпаленли (донадорлик) булиб унга эритма етиб боролмайди. Бундай рудани қайта ишлашнинг самарали йули уни прокалка –тоблаш, яъни 300-350 °C да тобида киздириш. Киздирилганда рудалар гидрооксидларга парчаланеди:



Лимонит ва гетит таркибида кристаллизация суви қочғач, гематит заррасининг говакли минераллари ҳосил булиб эришига қаршилиқ қилмайди.

Термик ишлов бериш учун турли лойихадаги печлар (масалан кувур шаклида, бино шаклда) ишлатилиши мумкин. бундай кувур печ барабан шаклида булиб маълум бурчак остида урнатилган булади. Бундай рудаларни дастлаб натрий ишқори билан ишлов берса яхши натижа беради.

Гравитация бойитмалари.

Гравитация бойитмалари олтин сульфид минераллари, олтин усмалари, донодор зарралардан иборат булади. Бу рудалар таркиби моддавий (вещественный) таркиби жихатидан турли туман булиши мумкин. Кам сульфидли кварц рудаларидан олинган бойитмалар таркибида кварц, пирит, арсенопирит куп булиши мумкин. бу бойитмаларда олтин усимтасимон донадор булиб ута майда донадорлиги кам булади.

Амальгамация бмлан ишланган бойитма асосан йирик донали олтинга мулжалланган булади. Занг олтин «куйлакли олтин» майда дисперсли олтин амальгама билан ишлов беришда самара бермайди. Амальгама ташламасида ҳам майда усимтасимон олтин тупланади. Шунинг учун гравитация бойитмасидан амальгама усулида олтиннинг

50-70% олиниши ҳам мумкин. амальгама ташлама (хвост) ларидаги олтинни ажратиб олишда уни танлаб эритиш ахамиятга эгадир. Шу боисдан гавитация бойитмаларидаги олтиннинг ажратиб олиш ҳам кийин технологияли ишлов беришга қиради.

Хозирги кунда гравобойитмадан олтин олишнинг самарали усулидан бири, уни куйдириб веркблей –пирометаллургия йули билан эритиб олишдир. Веркблей нодир металлни кургошин каби нодир металлда туплаб ишлашдир.

Бундай гравобойитмада олтин тоннасига бир неча килограмга етиши мумкин.

Печда эриб штейн ва шлейза (мис ва олтин тошкол – шлаки) хосил килмаслиги учун, гравобойитма оксидловчи атмосферада куйдирилади. Бунда сурма ва маргумуш газли фазага утказиб юборилади. Куйинди темир натрийли шлак олиш билан эритилади. Шлак таркиби: FeO , SiO_2 ва Na_2O таркибида 24,5% Fe, 32% SiO_2 , 23-33% Na_2O ва 10% CaO бор булади. Бундай шлак пирозэритишни 1000 –1200 °C олиб боришга имкон яратади. Бунда нодир металлар кургошинда тупланади ва штейнли фаза хосил булишига йул бермайди.

Флюслар сифатида сода, шиша ва бура кайтарувчи сифатида ун (крахмал) ёки кумир ишлатилади. кургошинни коллектор сифатида олтин туплай олиш учун шихтага глет – PbO кушилади. Унинг микдори куйинди хомашёнинг 7-10% ни ташкил этади. Тайёр шихта 1050-1200 °C эритилади. Эритиш пайтида PbO –глет метал кургошинга кайтарилади. Кургошин узида олтинни эритиб туплайди. Эритма махсус колипга куйилади. Шлак олтинли кургошин (веркблейдан) ажратилади. Веркблей металл олиш билан эртилади. Бу эриган металл Доре ва Глетдан иборат. Металл, Доре аффинаж заводига, глет эса, айланма флюс сифатида, куйиндини эритиш учун жараёнга кайта ишлатилади. шлак таркибидаги олтинни ажратиб олиш учун, уни янчиб,синил тузи эритмасида кайта эритилади. Агар бойитмада олтин куп булса, уни глетсиз хам (коллекторсиз) эритиб, хосил булган котишмани аффинажга жунатиш мумкин. гравобойитмани кайта ишлашнинг яна бир тури хлоридлаб, уни хайдаб ишлов бериш, жараён аввалги маърузаларда ёритилган эди.

Назорат учун саволлар

1. Мисли олтин руда кандай кайта ишланади
2. Сурма ва маргумушли рудалар кандай кийинчиликлар тугдиради
3. Темир ва кумирли рудаларга кандай ишлов берилади

Хулоса

Куриб чирилган мавзу ва маърузалардан куринадики олтин руда таркибида соф, сочма, сульфидли минераллар билан, оксидли, маргумушли ва бошка минераллар билан бирга учрайди. Бу хол олтин ишлаб чикариш технологиясида турли туман жарёнларни куллаш кераклигини белгилайди. Шу сабабдан олтин ишлаб чикариш корхонасида ишлашни истаган мухандис барча махсус фанлардан назарий ва амалий билимга эга булиши керак булади.

Асосий адабиётлар

1. Масленицкий И.Н, Чугаев Л.В, Стрижко Л.Е «Металлургия благородных металлов» М, Metallurgia 1987
2. Разумов К.А, Перов В.А, «Проектирование обогатительных фабрик» М. Недра. 1982
3. Кучерский Н. И «Золото кызылкумов» Тошкент. 1998
4. Зеленов В.А Методические исследование золотосеребро содержащих руд.М. Недра 1989 г
5. Журнал Цветные металлы №7 1999 г
6. Гидрометаллургия золото М. наука 1980
7. Горный журнал «ахборотнома» №8 1998й
8. Полькин И.С «Обогащения руд и россыпей редких и благородных металлов» М. Недра 1987г
9. Шохин В.Н, Лопатин Л.Г «Гравитационные методы обогащения» М. Недра 1993г
10. Поленко Г.С «Минерология золото чертвертычных россыпей Узбекистана» Ташкент. Фан 1982г
11. Стрижко Л.С. Абдурахманов С.А «Металлургия золото и серебра» Навоий 2000 (рукопись), переден в печать
12. Стрижко Л.С , Абдуравхманов С.А , Аскарлов М.А «Металлургия благородных металлов» (технологические расчеты) рукпись на кафедре готовится к печати
13. Абдурахманов С.А и др. Лабораторный практикум по курсу «Комплексная переработка сырья благородных металлов» Ташкент 1986г