

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
ҲУЗУРИДАГИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАҲБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА  
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ  
БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ  
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ  
ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**“Тасдиқлайман”**

ТДТУ ҳузуридаги педагог кадрларни  
қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини  
ошириш тармоқ маркази директори  
\_\_\_\_\_ Н.Э.Авезов

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 йил

**ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯ ЖАРАЁНЛАРИДА ЯНГИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
МОДУЛИДАН  
ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА**

**Ишлаб чиқди: т.ф.н. доцент Худояров С.Р.**

## МУНДАРИЖА

ИШЧИ ДАСТУР .....	3
МАЪРУЗА МАТНИ.....	10
1-мавзу: Metallургияда гидрометаллургик жараёнларнинг ўрни. (2 соат).....	10
2-мавзу: Турли металл сақловчи хом ашёларни қайта ишлашда гидрометаллургик жараёнларни қўлланилишининг замонавий аҳволи. (2 соат).....	15
3-мавзу: Гидрометаллургик жараёнларнинг технологик схемалари ва уларни такомиллаштириш йўллари. (2 соат).....	21
4-мавзу: Metallларни эритмага ўтказиш ва эритмалардан ажратиб олиш жараёнларда қўлланиладиган инновацион технологиялар. (2 соат).....	26
АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ.....	31
1-мавзу: Гидрометаллургик усулларни қўллаб хом ашёларни қайта ишлаш технологик схемаларини тузишнинг умумий принципи. (2 соат).....	31
2-мавзу: Гидрометаллургик усулларни қўллаб хом ашёни қайта ишлашда қўлланиладиган жараёнлар кетма - кетлигини таҳлил қилиш ва асослаш. ....	33
3-мавзу: Оксидланган олтин сақловчи рудаларни сорбцион танлаб эритиш технологиясининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули. ....	37
4-мавзу: Олтинга тўйинган қатрондан олтинни десорбциялаш ва қатронни регенерациялаш жараёнининг технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули. ....	43
5-мавзу: Сульфид-маргумушли олтин сақловчи руда ва бойитмаларни биотехнологик жараёнларни қўллаб қайта ишлаш схемаларини таҳлил қилиш. ....	49
6-мавзу: Бактериал оксидлаш жараёнларини қўллаб рангли metallлар рудаларини қайта ишлаш схемаларини таҳли қилиш. ....	52
7-мавзу: Олтинни нордон тиомочевина эритмаларидан электролиз усулида чўктириш жараёнининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.....	56
8-мавзу: Анод мисни электролитик рафинирлаш жараёнининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули. ....	59

## ИШЧИ ДАСТУР

### I. Модулнинг мақсади ва вазифалари

#### **“Гидрометаллургия жараёнларида янги технологиялар” модулининг мақсади:**

Металл сақловчи руда ва бойитмалардан металлларни турли эритувчиларнинг сувли эритмалари ёрдамида эритмага ўтказиб ва сувли эритмаларидан металлларни ажратиб олиш жараёнларининг (гидрометаллургик жараёнлар) замонавий аҳволи ва ривожлантиришнинг истиқболлари, металл сақловчи хом ашёларни гидрометаллургик усулда қайта ишлашда кенг тарқалган технологиялари, ишлатиладиган дастгоҳлари, ускуналари бўйича билим, кўникма ва малакани шакллантиришдир.

#### **“Гидрометаллургия жараёнларида янги технологиялар” модулнинг вазифаси:**

- турли металл сақловчи хом ашёларни гидрометаллургик усуллардан фойдаланиб қайта ишлаш жараёнларининг замонавий аҳволини ўрганиш;
- гидрометаллургик схемаларда қўлланиладиган янги усулларни қўллаш;
- гидрометаллургик схемаларда қўлланиладиган янги дастгоҳлардан фойдаланиш;
- дунёда металл сақловчи хом ашёларни қайта ишлайдиган корхоналарнинг технологик схемаларини ўргатишдан иборат.

### II. Модул бўйича билимлар, кўникмалар, малакаларга қўйиладиган давлат талаблари

**Кутилаётган натижалар:** Тингловчилар “Гидрометаллургия жараёнларида янги технологиялар” модулини ўзлаштириш орқали куйидаги билим, кўникма ва малакага эга бўладилар:

#### ***Тингловчи:***

- металл сақловчи хом ашёларни гидрометаллургик усулларни қўллаб қайта ишлаш соҳасидаги Республикамиздаги ижтимоий-иқтисодий ислохотлар натижалари, ҳудудий муаммолар ва фан, техника ва технология ютуқларини;
- гидрометаллургик жараёнларнинг моҳиятини;
- металл сақловчи хом ашёларни танлаб эритиш ва металл сақловчи эритмалардан металлларни ажратиб олиш технологик жараёнларни билиши зарур.

#### ***Тингловчи:***

- турли металл сақловчи хом ашёларни танлаб эритиш жараёнида қўлланиладиган эритмаларни тайёрлаш;
- гидрометаллургик схемаларда металл сақловчи хом аёларни қайта ишлаш жараёнларнинг кетма-кетлигини аниқлаш;
- металл сақловчи руда ва бойитмаларнинг моддий ва кимёвий таркибига асосланган ҳолда тегишли қайта ишлаш технологиясини танлаш ва технологик ҳисобларни бажариш **кўникмаларига эга бўлиши лозим.**

#### ***Тингловчи:***

- эгаллаган билим ва кўникмаларга асосланган ҳолда металл сақловчи хом ашёларни гидрометаллургик усуллардан фойдаланиб ишлаб чиқариш технологик жараёнларини ташкил этиш;
- металл сақловчи хом ашёларни гидрометаллургик усуллардан фойдалани қайта ишлаш жараёнларининг муаммоларини ечиш **малакаларига эга бўлади.**

### III. Модулнинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Гидрометаллургия жараёнларида янги технологиялар” модули ўқув режадаги куйидаги фанлар билан боғлиқ: “Металлургияда энергия ва ресурс тежамкор технологиялар”, “Пирометаллургия жараёнларида инновацион технологиялар”.

#### IV. Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Ўзбекистон Республикасида гидрометаллургик жараёнларни қўллаб ишлайдиган бир қатор корхоналар мажуд, булар Олмалик кон-металлургия комбинати, Навоий кон-металлургия комбинати. ОКМК да гидрометаллургик усулда рух бойитмаси қайта ишланади. НКМК да олтин сақловчи рудалар 4 та гидрометаллургик заводларида қайта ишланади. Бу корхоналарда замонавий технологиялардан фойдаланилади. Шуниндек НКМК нинг 3 ва 4 – Гидрометаллургик заводларида энг замонавий хорижий технологияларидан бактериал оксидлаш в танлаб эритиш (3-ГМЗ) ва интенсив цианлаш (4-ГМЗ) технологиялари жорий этилган. Шу сабабдан олий таълим китувчиларининг малакасини оширишда “Гидрометаллургия жараёнларида янги технологиялар” фани алоҳида аҳамиятга эга.

#### V. Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат					Мустақил таълим
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси				
			Жами	Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот	
1.	Металлургияда гидрометаллургик жараёнларнинг ўрни.	2	2	2			
2.	Турли металл сақловчи хом ашёларни қайта ишлашда гидрометаллургик жараёнларни қўлланилишининг замонавий аҳволи.	4	2	2			2
3.	Гидрометаллургик жараёнларнинг технологик схемалари ва уларни такомиллаштириш йўллари.	4	2	2			2
4.	Металларни эритмага ўтказиш ва эритмалардан ажратиб олиш жараёнларида қўлланиладиган инновацион технологиялар.	4	2	2			2
5.	Гидрометаллургик усулларни қўллаб хом ашёларни қайта ишлаш технологик схемаларини тузишнинг умумий принципи	2	2		2		
6.	Гидрометаллургик усулларни қўллаб хом ашёни қайта ишлашда қўлланиладиган жараёнлар кетма - кетлигини таҳлил қилиш ва асослаш	2	2		2		
7.	Оксидланган олтин сақловчи рудаларни сорбцион танлаб эритиш технологиясининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.	2	2		2		
8.	Олтинга тўйинган қатрондан олтинни десорбциялаш ва қатронни регенерациялаш жараёнининг технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули	2	2		2		
9.	Сульфид-маргумушли олтин сақловчи руда ва бойитмаларни биотехнологик жараёнларни қўллаб қайта ишлаш схемаларини таҳлил қилиш	2	2		2		
10.	Бактериал оксидлаш жараёнларини қўллаб рангли металлар рудаларини қайта ишлаш схемаларини таҳлил қилиш	2	2		2		
11.	Олтинни нордон тиомочевина эритмаларидан электролиз усулида чўктириш жараёнининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули	2	2		2		

12.	Анод мисни электролитик рафинирлаш жараёнининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.	2	2		2		
	Жами:	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>6</b>

## МОДУЛ БИРЛИГИНИНГ МАЗМУНИ

### Назарий таълим мазмуни

#### 1-Мавзу: Металлургияда гидрометаллургик жараёнларнинг ўрни.

**Режа:**

1. Гидрометаллургия тушунчаси
2. Гидрометаллургияда қўлланиладиган асосий жараёнлар

Гидрометаллургияда сувли эритмалар ёрдамида кон маҳсулотларидан металл ёки унинг бирикмаларини ажратиб олиш жараёнлари. Металларни хомашёдан гидрометаллургия усулларида ажратиб олишнинг тартиблари. Танлаб эритишга юбориладган минерал заррачаларини қисман ёки тўлиқ очиш мақсадида, рудага дастлабки механик ишлов бериш жараёнлари. Майдалаш, янчиш, синфлаш. Сувли эритмаларда қийин эрувчи минералларни эрувчан ҳолатгача ўтказиш. Сульфатловчи, хлорловчи, оксидловчи куйдириш, автоклавларда оксидлаш, кимёвий бирикмалар билан парчалаш. Танлаб эритиш жараёни – металлни эритмага ўтказиш: чанларда танлаб эритиш, автоклавларда танлаб эритиш, уюмда ва ер ости танлаб эритиш. Таркибида металл сақловчи эритмаларни бўш жинс қолдиқлардан ажратиш мақсадида сувсизлантириш ва ювиш жараёнлари – қуюқлаштириш, филтрлаш. Металл сақловчи эритмалардан металлни ажратиб олишга тайёрлаш жараёнлари – кислородсизлантириш. Металл ва унинг бирикмаларини эритмалардан ажратиб олиш жараёнлари – электрчўктириш (олтин, кумуш, мис, рух), кам эрувчи бирикмалар ҳолатида чўктириш, ионалмашувчи смолалар ёрдамида сорбциялаш, экстракция, цементация, дурланиш ва ҳ.к. усуллар.

#### 2-Мавзу: Турли металл сақловчи хом ашёларни қайта ишлашда гидрометаллургик жараёнларни қўлланилишининг замонавий аҳволи.

**Режа:**

1. Республика ва хорижий давлатларда гидрометаллургик схемаларни қўллаб ишлайдиган корхоналар тўғрисида маълумотлар.
2. Гидрометаллургик жараёнларни ривожланишнинг асосий йўналишлари.

Рангли ва ноёб металллар истеъмоли. Рангли ва ноёб металллар металлларнинг захиралари йилда йилга камайиб бориши. Таркибида қимматбаҳо металлларнинг миқдори кам бўлган рудаларни қайта ишлаш. Кўп миқдордаги руда хом ашёсини бойитиш. Олинадиган металлнинг таннархини ошиши. Камбағал рудаларни қайта ишлаш учун арзон, самарали, металлларни юқори миқдорда ажратиб олиш имкониятини берувчи технологик жараёнлар. Арзон, самарали, металлларни юқори миқдорда ажратиб олиш технологик жараёнларини ишлаб чиқаришга жорий этиш.

#### 3-Мавзу: Гидрометаллургик жараёнларнинг технологик схемалари ва уларни такомиллаштириш йўллари.

**Режа:**

1. Гидрометаллургик жараёнларнинг технологик схемаларини тузиш принциплари.
2. Гидрометаллургик жараёнларни ривожланишнинг асосий йўналишлари.

Кон маҳсулотлари (руда ва бойитма), таркибида металллар туғма (Au, Ag, Pt) ёки ҳар хил бирикмалар. Кон маҳсулотлари (руда ва бойитма), таркибида кераксиз бирикмалар (SiO<sub>2</sub>,

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, FeS, FeO ва бошқалар) бўлиши. Керакли металлни кераксиз моддалардан гидрометаллургик усул билан ажратиб олиш. Кон маҳсулотларини махсус шароитда, махсус кимёвий модда (реагент)нинг сувдаги эритмаси билан ишлов бериш. Керакли металл ёки унинг бирикмаси реагент билан реакцияга киришиши. Сувда яхши эрийдиган модда ҳосил қилиш ва металлни эритмага ўтказиш. Гидрометаллургик схемани белгилаб берувчи босқич.

#### **4-Мавзу: Металларни эритмага ўтказиш ва эритмалардан ажратиб олиш жараёнларда қўлланиладиган инновацион технологиялар.**

##### **Режа:**

1. Олтин сақловчи рудаларни сорбцион танлаб эритиш технологияси.
2. Олтинни тўйинган смоладан десорбциялаш технологиясию.
3. Нордон тиомочевинали эрималардан олтинни электролиз учулида чўктириш.

Кон маҳсулотларини танлаб эртилиганда металл эритмага ион ҳолда ўтаиши. Эритмадан металлни ажратиб олиш учун ҳар хил усуллардан фойдаланиш. Электролиз, газлар, металллар ёрдамида қайтариб чўктириш. Кам эрийдиган бирикма ҳолда чўктириш. Электролиз, газлар, металллар ёрдамида қайтариб чўктириш, кам эрийдиган бирикма ҳолда чўктириш усулларининг самарадорлиги. Танлаб эритилгандан сўнг ўта суюлтирилган эритмалар ҳосил бўлиши. Металлни ажратиб олиш учун ионалмашув ёки экстракция жараёнлари. Юқори концентрацияли эритмалар олиш. Қатрондан металлни ажратиб олиш. Қатрондан металлни ажратиб олиш учун куйдириб кулига ишлов бериш. Қатрон ёрдамида бажарилган жараёнларнинг самарадорлигини оширишнинг учун қатрондан кўп мартаба фойдаланиш.

#### **АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАВЗУСИ**

**1-Мавзу: Гидрометаллургик усулларни қўллаб хом ашёларни қайта ишлаш технологик схемаларини тузишнинг умумий принципи.**

##### **Режа:**

1. Технологик схемалар тушунчаси.
2. Гидрометаллургик схемаларда Аги асосий қайта ишлаш босқичлари.

Технологик схемаларни ишлаб чиқиш. Хом ашёларни қайта ишлаш технологик схемаларини тузиш. Гидрометаллургик қайта ишлаш учун хомашёни рационал таркибини ҳисоблаш методикаси.

**2-Мавзу: Гидрометаллургик усулларни қўллаб хом ашёни қайта ишлашда қўлланиладиган жараёнлар кетма - кетлигини таҳлил қилиш ва асослаш.**

##### **Режа:**

1. Рудаларни танлаб эритиш жараёнига тайёрлаш босқичларининг мақсади ва вазифалари.
2. Танлаб эртиш жараёнининг мақсади ва вазифлари.
3. Сувсизлантириш ва металлларни эритмалардан чўктириб олиш жараёнларининг мақсади ва вазифлари.

Гидрометаллургик усулларни қўллаб хомашёни қайта ишлашда қўлланиладиган жараёнлар. хомашёни қайта ишлашда қўлланиладиган жараёнлар. кетма - кетлигини таҳлил қилиш ва асослаш. Рудаларни танлаб эритиш жараёнига тайёрлаш босқичлари. Танлаб эртиш жараёнининг материал балансини ҳисоблаш ва дастгоҳни танлаш. Сувсизлантириш ва металлларни эритмалардан чўктириб олиш жараёнларининг материал баланси.

**3-Мавзу: Оксидланган олтин сақловчи рудаларни сорбцион танлаб эритиш технологиясининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.**

##### **Режа:**

1. Сорбцион танлаб эритиш жараёнида қатроннинг оқимини аниқлаш.
2. Сорбцион танлаб эритиш жараёнини ҳисоблаш учун дастлабки зарурий кўрсаткичларни аниқлаш.

3. Сорбцион танлаб эритиш технологик схемасини ҳисоблаш ва материаллар балансини тузиш.

Оксидланган олтин сақловчи рудаларни сорбцион танлаб эритиш технологияси. Сорбцион танлаб эритиш жараёнида қатроннинг оқимини аниқлаш. Сорбцион танлаб эритиш жараёнини ҳисоблаш учун дастлабки зарурий кўрсаткичларни аниқлаш. Сорбцион танлаб эритиш технологик схемасини ҳисоблаш. Сорбцион танлаб эритиш материаллар балансини тузиш.

**4-Мавзу: Олтинга тўйинган қатрондан олтинни десорбциялаш ва қатронни регенерациялаш жараёнининг технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.**

**Режа:**

1. Тўйинган смолани регенерациялаш технологик схемасида жараёнлар ва маҳсулотлар миқдорини аниқлаш.
2. Регенерация жараёнининг шлам схемасини ҳисоблаш.
3. Регенерация жараёнининг миқдор схемасини ҳисоблаш.

Олтинга тўйинган қатрондан олтинни десорбциялаш. Қатронни регенерациялаш жараёнининг технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш. Тўйинган смолани регенерациялаш технологик схемасида маҳсулотлар миқдорини аниқлаш. Регенерация жараёнининг шлам схемасини ҳисоблаш. Регенерация жараёнининг миқдор схемасини ҳисоблаш.

**5-Мавзу: Сульфид-маргумушли олтин сақловчи руда ва бойитмаларни биотехнологик жараёнларни қўллаб қайта ишлаш схемаларини таҳлил қилиш.**

**Режа:**

1. Сульфид-маргумушли олтин сақловчи рудаларни бир босқичли бактериал оксидлаш ва танлаб эритиш схемасининг таҳлили.
2. Сульфид-маргумушли олтин сақловчи рудаларни икки босқичли бактериал оксидлаш ва танлаб эритиш схемасининг таҳлили.

Сульфид-маргумушли олтин сақловчи руда ва бойитмаларни қайта ишлаш схемаларини таҳлил қилиш. Сульфид-маргумушли олтин сақловчи рудаларни бир босқичли бактериал оксидлаш схемасини ҳисоблаш. Сульфид-маргумушли олтин сақловчи рудаларни танлаб эритиш схемасининг таҳлили. Сульфид-маргумушли олтин сақловчи рудаларни икки босқичли бактериал оксидлаш схемасининг таҳлили.

**6-Мавзу: Бактериал оксидлаш жараёнларини қўллаб рангли металл рудаларини қайта ишлаш схемаларини таҳлил қилиш.**

**Режа:**

1. Мис - рухли рудаларни қайта ишлашнинг комбинирланган технологиясининг таҳлили.
2. Мис рудаларини тўдада бактериал танлаб эритиш технологиясининг таҳлили.

Рангли металл рудаларини қайта ишлаш схемаларини таҳлил қилиш. Мис - рухли рудаларни қайта ишлашнинг комбинирланган технологиясини ҳисоблаш. Мис рудаларини тўдада бактериал танлаб эритиш технологиясини ҳисоблаш

**7-Мавзу: Олтинни нордон тиомочевина эритмаларидан электролиз усулида чўктириш жараёнининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.**

**Режа:**

1. Олтинни тиомочевинали эриталардан электролиз усулида чўктиришнинг шлам схемасини ҳисоблаш.
2. Олтинни тиомочевинали эриталардан электролиз усулида чўктиришнинг миқдор схемасини ҳисоблаш.

Олтинни чўктириш жараёнининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш. Электролиз усулида чўктиришнинг шлам схемасини ҳисоблаш. Электролиз усулида чўктиришнинг микдор схемасини ҳисоблаш.

### **8-Мавзу: Анод мисни электролитик рафинирлаш жараёнининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.**

#### **Режа:**

1. Мисни электролитик рафинирлаш жараёнининг материал балансини ҳисоблаш.
2. Мисни электролитик рафинирлаш жараёнининг дастгоҳларининг сонини ва ўлчамларини ҳисоблаш. Анод мисни рафинирлаш жараёнининг технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш. Электролитик рафинирлаш жараёнининг материал балансини ҳисоблаш. Электролитик рафинирлаш жараёнининг дастгоҳларининг сонини ва ўлчамларини ҳисоблаш.

### **МУСТАҚИЛ ИШ МАВЗУЛАРИ**

1. Қаттиқ жисмни механик фаоллаштириш усули
2. Қаттиқ жисмни ультратовуш ва ҳарорат (термик) фаоллаштириш усуллари.
3. Танлаб эритиш жараёнини тезлаштириш усуллари
4. Танлаб эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар
5. Танлаб эритиш мароми ва дастгоҳлар сонини аниқлаш
6. Нодир металллар – Ўзбекистоннинг бойлиги.
7. Олтин сақловчи рудаларни тўдада танлаб эритиш.
8. Сульфидли олтин сақловчи руда ва бойитмаларни бактериал оксидлаш ва танлаб эритиш.
9. Олтинни олтин сақловчи эритмалардан ажратиб олиш.
10. Активирланган кўмир ёрдамида олтинни эриталарда сорбциялаш.
11. Металлларнинг таснифланиши ва ишлатилиши
12. Metallургия жараёнларнинг таснифланиши
13. Metallургия жараёнларнинг таснифланиши
14. Metallургия ишлаб чиқаришнинг маҳсулотлари ва ярим маҳсулотлари
15. Metallургия ёқилғи ва уларнинг хиллари
16. Ўтга чидамли материаллар, уларнинг хиллари ва ишлатилиши
17. Автоген жараёнининг назарияси ва печларнинг турлари.
18. Агрэгатларни футеровкалаш ва кессонлаш
19. Мис металлургияси
20. Миснинг хоссалари ва ишлатилиши
21. Мис ажратиб олиш учун ишлатиладиган хомашёлар.
22. Алюминий металлургияси
23. Алюминий ва уни ишлаб чиқариш усуллари
24. Глиназемни Баер усулида қайта ишлаш

### **V. Фойдаланилган адабиётлар рўйхати**

#### **Асосий адабиётлар**

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - ДарСлик. - Навоӣ 2001 . – 320 б.

2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интернет Инжиниринг, 2003. – 464 с.

#### **Қўшимча адабиётлар**

1. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Metallургия блАгородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.

2. МаСленицкий И.Н., Чугаев Л.В. Metallургия блАгородных металлов. - М.: Metallургия, 1997. - 432 с.

3. Стрижко Л.С. Metallургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.

4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.



5. Степанов Б.А. Расчёты технологических схем золотоизвлекательных заводов и выбор оборудования Учебное пособие. –Т.: ТашГТУ, 1998. - 126 с.

**Интернет сайтлари**

1. [www.ngmk.uz](http://www.ngmk.uz)
2. [http://www.elibrary.ru/menu\\_info.asp](http://www.elibrary.ru/menu_info.asp)
3. <http://misis.ru>
4. <http://www.mining-journal.com>
5. <http://www.minenet.com>

## МАЪРУЗА МАТНИ

### 1-мавзу: Металлургияда гидрометаллургик жараёнларнинг ўрни. (2 соат).

#### Режа:

1. Гидрометаллургия тушунчаси.
2. Эритмалар ва уларнинг хоссалари.
3. Гидрометаллургияда қўлланиладиган асосий жараёнлар.

**Таянч сўз ва иборалар:** Гидрометаллургия, эритмалар, жараёнлар, кон маҳсулотлари, пирометаллургия, саноат, кон маҳсулотлари, сорбция, экстракция, ионлашув, танлаб эритиш, коннинг ўзида танлаб эритиш, экологик тозалиги, эритма, концентрация, эритманинг хоссалари.

Саноатда кон маҳсулотларидан металлarnи ажратиб олиш учун гидрометаллургия ва пирометаллургия усулларидан фойдаланилади.

Ҳозирги вақтда кўпгина металл бевосита ёки билвосита гидрометаллургия жараёнлари ёрдамида олинмоқда ва йил сайин уларнинг салмоғи ошиб бормоқда. Бунга сабаб, гидрометаллургиянинг пирометаллургияга нисбатан бир қанча афзалликларидир, жумладан:

- оддий қурилмалар ёрдамида кам ҳаражат билан, паст ҳароратда ҳар қандай кон маҳсулотларидан (руда ва бойитмалардан) металлarnи танлаб эритиш мумкинлиги;
- коннинг ўзида танлаб эритиш жараёнини амалга ошириш мумкинлиги;
- сорбция, экстракция ва ионлашув жараёнларини саноатда қўлланилиши ҳисобига иқтисодий самарадорлиги;
- экологик тозалиги, меҳнат шароитини яхшилиги.

Икки ёки бир неча моддadan иборат бир жинсли (гомоген), бир фазали системалар эритма деб аталади. Эритма эрувчи ва эритувчи моддadan иборат. Эритмага ўтган модда ўз хусусиятини йўқотиб, эритманинг аъзоси (компоненти) бўлиб қолади. Эрувчи модда эритувчининг ичида майда зарралар, молекулалар ва ионлар холда тарқалган бўлади.

Эритманинг хоссалари эритувчида эриган модданинг миқдорига-концентрацияга боғлиқ бўлади. Эритмаларнинг концентрациясини ифодалаш учун бир қанча усуллардан фойдаланиш мумкин. Техникада эритма концентрацияси фоизлар билан ифодаланади.

Бунинг учун 100 г эритмада бўлган эрувчи модданинг миқдори ҳисобланади. Масалан: 10 фоизли 100 г эритма тайёрлаш учун 10 г эрувчи ва 90 г эритувчи олинади.

Эритманинг концентрациясини 1 л эритмада бўлган эрувчи модданинг грамм-молекулалари сони билан ҳам ифодалаш мумкин. Агар 1 л эритмада 1 грамм-молекула эрувчи модда бўлса, бундай эритма моляр эритма дейилади. Агар эритманинг 1 литрида 1 грамм эквивалент эриган бўлса, бундай эритмалар нормал эритма дейилади. Агар 1000 г эритувчида 1 грамм-молекула модда эриган бўлса, бундай эритма моляр эритма дейилади. Эритманинг молярлиги ҳароратнинг ўзгариши билан ўзгармайди.

Ишлаб чиқаришда концентрацияни г/л (бир литр эритмада эриган модданинг граммлар сони) ва г/100 г (100 грамм эритмада эриган модданинг граммлар сони) каби ифодалари ишлатилади.

#### Гидрометаллургияда қўлланиладиган асосий жараёнлар

Металлarnи хомашёдан гидрометаллургия усулларида ажратиб олишда турли жараёнлар куйидаги тартибда олиб борилади:

- танлаб эритишга юбориладиган минерал зарраларини қисман ёки тўлиқ очиш мақсадида, рудага дастлабки механик ишлов бериш жараёнлари – майдалаш, янчиш, синфлаш;
- сувли эритмаларда қийин эрувчи минералларни эрувчан ҳолатгача ўтқизиш жараёнлари – сульфатловчи, хлорловчи, оксидловчи куйдириш, автоклавларда оксидлаш, кимёвий бирикмалар билан парчалаш;
- танлаб эритиш жараёни – металлarnи эритмага ўтқизиш: чанларда танлаб эритиш, автоклавларда танлаб эритиш, уюмда ва ер ости танлаб эритиш усуллари;
- таркибида металл сақловчи эритмаларни бўш жинс қолдиқлардан ажратиш мақсадида

сувсизлантириш ва ювиш жараёнлари – қуюқлаштириш, филтрлаш;

- металл сақловчи эритмалардан металлни ажратиб олишга тайёрлаш жараёнлари – кислородсизлантириш;

- металл ва унинг бирикмаларини эритмалардан ажратиб олиш жараёнлари – электрчўктириш (олтин, кумуш, мис, рух), кам эрувчи бирикмалар ҳолатида чўктириш, ионалмашувчи смолалар ёрдамида сорбциялаш, экстракция, цементация, дурланиш ва ҳ.к. усуллар.

Бундан кўришиб турибдики, кон маҳсулотларидан металлларни гидрометаллургия усули билан ажратиб олиш кўп босқичли мураккаб жараёндир. Ҳар бир босқич эса ўз навбатида турли тармоқларга бўлинади ва маълум физик ва кимёвий қонунларга бўйсунди. Бу қонуниятларнинг амалий тадбиқини ўрганиш ва уларни ривожлантириш гидрометаллургия жараёнлари назарияси фанининг вазифасига кирилади.

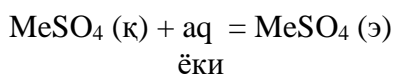
Кон маҳсулотлари (руда ва бойитма), таркибида металллар туғма (Au, Ag, Pt ) ёки ҳар хил бирикмалар холида (MeS, MeO, MeCO<sub>3</sub> ва бошқалар) бўлади. Бундан ташқари уларнинг таркибида кераксиз бирикмалар (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, FeS, FeO ва бошқалар) бўлиши мумкин. Керакли металлни кераксиз моддалардан гидрометаллургия усули билан ажратиб олиш учун кон маҳсулоти махсус шароитда, махсус кимёвий модда (реагент)нинг сувдаги эритмаси билан аралаштирилади. Бунда керакли металл ёки унинг бирикмаси реагент билан реакцияга киришиб, сувда яхши эрийдиган модда ҳосил қилади ва металл эритмага ўтади. Кераксиз бирикмалар эса ўз ҳолича қолади. Бу жараён – танлаб эритиш деб аталади.

Танлаб эритиш жараёни мураккаб жараён бўлиб, металлни тўлиқ, эритмага ўтказиш учун маълум вақт ва махсус шароит (ҳарорат, босим, аралаштириш шиддати) талаб қилинади.

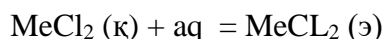
Танлаб эритиладиган модданинг хусусиятига ва кимёвий таркибига қараб, эритувчи модданинг қимматбаҳо компонент билан таъсирлашув механизми турли бўлиши мумкин.

#### I. Оддий танлаб эритиш (эриш)

Оддий эриш ҳолати металл қаттиқ фазада сувда эрувчи ҳолатда мавжудлигида кузатилади. Танлаб эритиш натижасида қаттиқ фазадаги моддалар кимёвий таркибини ўзгармасдан эритмага куйидаги схема орқали ўтадилар:



ёки



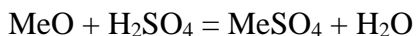
бу ерда ақ – эритувчи (сув).

Масалан – оғир рангли металлларни сульфатловчи ёки хлорловчи куйдиришдан сўнг сувда танлаб эритиш.

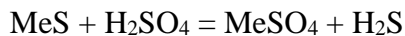
#### II. Алмашувчи реакциялар билан оқиб борадиган танлаб эритиш (эриш)

Бу турдаги танлаб эритишнинг уч хил кўриниши мавжуд:

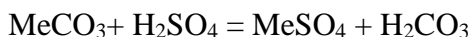
1. Металл оксиди кислота билан таъсирлашуви натижасида эрувчан туз ва сув ҳосил бўлиши билан оқиб борадиган реакциялар. Масалан – оксидловчи куйдириш натижасида ҳосил бўлган рух куйиндиларини танлаб эритиш.



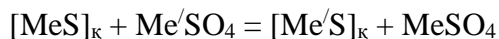
2. Бирикма анионларининг газ фазасига ўтиши билан, MeS, MeCO<sub>3</sub> турдаги қийин эрувчи бирикмаларнинг эриши.



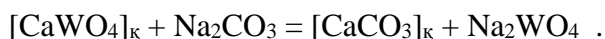
ёки



3. Ажратиб олинган металлнинг (Me) қийин эрувчи бирикмаси иккинчи металлнинг (Me') эрувчан тузи билан таъсирлашуви билан борадиган танлаб эритиш. Бу турдаги танлаб эритиш натижасида иккинчи металлнинг кам эрувчи бирикмаси ва биринчи металлнинг эрувчан тузи ҳосил бўлади.



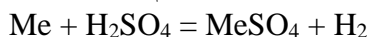
Бу турдаги танлаб эритишга шеелитни автоклавларда сода билан эритиш реакцияси мисол бўлиши мумкин:



#### III. Металл оксидланиши билан борадиган танлаб эритиш (эриш)

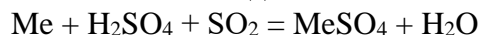
Бу турдаги танлаб эритишнинг ҳам уч хил кўриниши мавжуд:

1. Кислотанинг водороди тикланиши ҳисобига металлнинг оксидланиши:



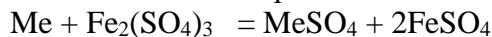
Бу механизм бўйича барча электрманфий металлларнинг эриши оқиб боради.

2. Ҳаво кислороди ҳисобига металлнинг оксидланиши:

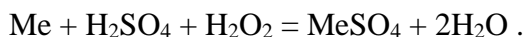


Бу жараён электрмусбат металлларнинг эришида кузатилади.

3. Жараёнга қўшиладиган оксидловчи моддалар ҳисобига металлнинг оксидланиши:

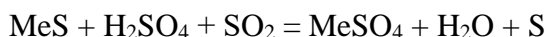


ёки

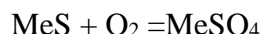


#### IV - Анионнинг оксидланиши билан борадиган танлаб эритиш (эриш)

Қатор ҳолларда эримийдиган металл бирикмаларини эритмага ўтказиш учун, металл эримийдиган бирикма ҳолатига боғлаган анионни ва металлни ўзини бир вақтнинг ўзида оксидлаш лозим:



ёки

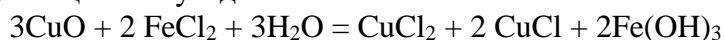


шуниндек паст валентликгача тикланиш хусусиятига эга бўлган ионлар билан анионларни оксидлаш:



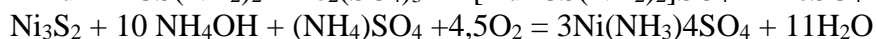
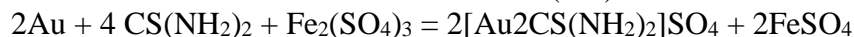
#### V - Металлни тикланиши билан борадиган танлаб эритиш (эриш)

Бу ҳолат ажратиладиган металл бир неча оксидланиш даражасига эга бўлган ионларни ҳосил қилганида кузатилади. Масалан ўз таркибига оксидланиш даражаси юқори қийматга эга металлни олган эримийдиган бирикма, у металлнинг тикланиши натижасида паст оксидланиш даражасига ўтганда эрувчи ҳолатга ўтади:



#### VI. Комплекс ҳосил қилиш билан борадиган танлаб эритиш (эриш)

Бу турдаги танлаб эритиш жараёнини қуйидаги реакциялар орқали ифодалаш мумкин:



Танлаб эритиладиган металлни комплекс бирикмага ўтказиш жараёнининг танловчанлигини оширишига олиб келади ва металл эритувчида эриш тезлигини оширади.

#### Танлаб эритиш жараёнларининг тавсифи

- танловчанлик (селективлик), керакли эритувчини, унинг концентрациясини танлаш, танлаб эритиш жараёнининг ҳароратини, pH кўрсаткичисини ва жараённинг давомийлигини бошқариш;

- гетерогенлик – танлаб эритиш жараёнида камида иккита фаза (қаттиқ ва суюқ) ёки учта фаза иштироқ этади ( қаттиқ, суюқ ва газсимон);

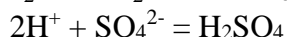
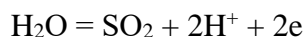
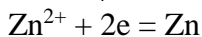
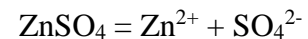
- кўп босқичлик - танлаб эритиш жараёни бир нечта босқичлар билан тавсифланади, босқичларнинг бири энг секин босқич бўлади (лимитловчи босқич) ва жараённинг умумий тезлигини аниқлайди, мисол учун олтинни цианли эритмалар билан танлаб эритиш жараёнида бешта босқич бор (ҳаводаги кислородни эритмада эриши, олтин заррачасининг юзасига эриган кислородни ва цианид ионининг диффузияси, кимёвий реакция, ҳосил бўлган олтин цианид комплексининг эритма хажмига диффузия йўли билан ўтиши)

- ажратиб олинадиган модданинг физика-кимёвий хусусияти – танлаб эритиш механизмини аниқловчи тавсифдир, масалан бир нечта металлларнинг тузлари сувда яхши эрийди, бунда модда ҳеч қандай кимёвий ўзгаришсиз эритмага ўтади – оддий эриш жараёни; кимёвий ўзгаришлар билан борадиган танлаб эритиш жараёни, масалан олтинни цианили эритмаларда эриши.

### Эритувчиларни танлаш ва синфлаш

Гидрометаллургик жараёнларда металлни қаттик фазадан суюқ фазага ўтказиш учун турли ҳилдаги эритувчиларнинг (ажратиб олинмаган моддага қараб) сувдаги эритмаси ишлатилади. Эритувчи моддаларни танлашда қуйидаги критерияларни инобатга олиш керак:

- танлаб эритиш табиати (кимёвий ёки физикавий танлаб);
- эритувчининг нархи;
- танлаб эритиш жараёнида қулланиладиган дастгоҳга эритувчининг таъсири (коррозия);
- жараённинг танловчанлиги;
- эритувчининг хусусиятини қайта тиклаш имконияти (масалан, рух куйиндисини сульфат кислотаси билан танлаб эритишда, сульфат кислота рухни электрқўштириш жараёнида хусусиятларини қайта тиклайди);



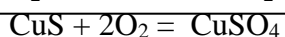
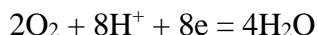
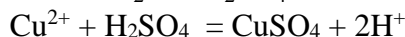
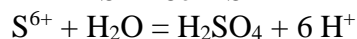
- унсур моддаларнинг кам микдорда эриши (эритувчи модданинг кам концентрацияси, эритишнинг минимал харорати, танлаб эритишнинг қисқа давомийлиги).

Эритувчиларни қуйидаги синфларга бўлса болади:

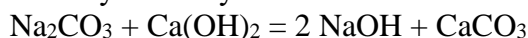
а) **Сув** – сульфатловчи ёки хлорловчи куйдириш маҳсулотларини танлаб эритишида қулланилади. Масалан –  $\text{MoS}_2$  бойитмаларини кўп тубли ёки қайнар қатлам печларида куйдиришида газ фазасига ўтган  $\text{Re}_2\text{O}_7$  ни танлаб эритиш



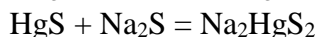
ёки автоклавларда сульфидларга ишлов бериш натижасида олинган сульфатларни танлаб эритиш



б) **Тузларнинг сувдаги эритмалари** – бунга алюминий минералларининг сода эритмалари билан танлаб эритиш мисол бўлиши мумкин:



яна битта мисол сифатида симоб ва сурма сульфидларини танлаб эритилиши:



в) **Кислоталар:**

- сульфат кислота  $H_2SO_4$  – мис ва рух гидрометаллургиясида энг кенг тарқалган эритувчи;  
Масалан, мисни малахит минералидан танлаб эртиш  
$$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + H_2SO_4 = 3CuSO_4 + 3H_2O + CO_2$$
- хлорид  $HCl$  ва нитрат  $HNO_3$  кислоталари – вольфрам ва молибден гидрометаллургиясида қўлланилади;
- ишқорлар –  $NaOH$  ва аммоний гидроксиди – вольфрам ва молибден гидрометаллургиясида ва оксидланга мис минералларини танлаб эртишида қўлланиладию  
Масалан,  $CuO$  – тенорит минералини танлаб эртиш:  
$$CuO + 2NH_4OH = Cu(NH_3)_2^{2+} + 2OH^-$$

### **ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ**

1. Гидрометаллургия тушунчаси.
2. Эритмалар ва уларнинг хоссалари.
3. Гидрометаллургияда қўлланиладиган асосий жараёнлар

### **Фойдаланилган адабиётлар**

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгохлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Interment Iginiring, 2003. – 464 с.
3. Стрижко Л.С. Metallургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.
4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.

## **2-мавзу: Турли металл сақловчи хом ашёларни қайта ишлашда гидрометаллургияк жараёнларни қўлланилишининг замонавий аҳволи. (2 соат).**

### **Режа:**

1. Metallургиядаги истиқболли, замонавий йўналишлар ҳақида умумий маълумотлар.
2. Республикамиздаги металлургияк корхоналар амалиётида қўлланилаётган замонавий жараён ва усуллар

**Таянч сўз ва иборалар:** Хом ашёни комплекс қайта ишлаш, жараёнлар, кон маҳсулотлари, пирометаллургия, саноат, кон маҳсулотлари, сорбция, экстракция, ионлашув, танлаб эритиш, коннинг ўзида танлаб эритиш, экологияк тозаллиги, эритма, концентрация.

Ўзбекистон иқтисодиётини ривожлантириш концепсиясида ёритилган энг муҳим муаммолардан бири, бу мамлакатнинг бой минерал-хомашё ресурсларидан ратсионал ва комплекс фойдаланишдир.

Ўзбекистон металлургия саноатининг асосий ва муҳим йўналишларидан бири, бу республика ҳудудида жойлашган йирик металл сақловчи конларни қазиб олиш ва ишлаб чиқаришга жалб этишдир ва шунга республикамизда барча имкониятлар мавжуд.

### **Металлургиядаги истиқболли, замонавий йўналишлар ҳақида умумий маълумотлар**

Металлургиядаги истиқболли, замонавий йўналишлар -металлургия саноати ишлаб чиқаришида асосий ўринни эгаллайди.

Ҳозирги вақтгача мис металлургиясида кенг тарқалган технологияк схема ва уларнинг қурилмарини жойлашиш схемалари кўпгина камчиликларга эга. Уларнинг асосий камчилиги сифатида қимматли компонентларни технологиянинг маҳсулот ва ярим маҳсулотлари билан ифлосланишига олиб келувчи, рудали хом ашёнинг кўп босқичли қайта ишланишини келтириш мумкин. Бунинг натижасида улар рудали хом ашёдан тўлиқ ва ҳамма фойдали компонентларни ажратиб олинишини таъминламайди. Бундан ташқари, мавжуд пирометаллургияк жараёнлар, биринчи навбатда энергетик сарф – харажатлар билан боғлиқ бўлган рудали эритиш атроф муҳитни ифлосланишига олиб келади. Қўлланилаётган кўпгина жараёнларни эскириб, ҳозирги кун талабига жавоб бермайдиган деб аташ мумкин.

Рангли металлургияда бир вақтнинг ўзида хомашёдан комплекс фойдаланиш ва атроф – муҳитни зарарли чиқиндилардан ишончли ҳимоя қилишни таъминлайдиган қурилмалар ва кам хомашё сарфлайдиган технологияларнинг металлургияк ишлаб чиқаришга қўлланила бошланиши илмий – техник тараққиётнинг муҳим йўналишларидан бири ҳисобланади.

Хом ашёни комплекс қайта ишлашнинг юқори даражаси деганда биринчи навбатда ундаги барча қимматли компонентлар: мис, никел, рух, кобальт, олтингугурт, темир, нодир металл, ноёб ва сочма металлларни ажратиб олиш, шунингдек рудали хом ашёнинг силикатли қисмидан тўлиқ фойдаланиш тушунилади. Сульфидли руда ва бойитмалар қайта ишланганда, шуни назарда тутиш керакки, улар етарлича юқори ёниш иссиқлигига эга бўлиб, ундан технологияни олиб бориш учун фойдаланиш керак. Унинг ёниш иссиқлигидан фойдаланиш, маҳсулотнинг табиий захираларидан тўлиқ фойдаланиш тушунчасига киради.

Металлургияда замонавий жараёнларга қуйидаги хусусиятларга эга бўлган жараёнлар тушунилади:

- кам ёқилғи, электр-энергия сарф қилувчи;
- нисбатан сифатли маҳсулот (металл), шу билан бирга хом ашё таркибида миқдори жуда оз бўлган металлларни ажратиб олувчи;
- чиқиндилар таркибидаги асосий металлларни минимал ҳолга келтирувчи;
- ишлаб чиқариш чиқиндиларидан, таркибида металл миқдори жуда оз бўлган маҳсулотлардан металл ажратиб олувчи;
- чиқиндилар таркибидаги асосий металлларни минимал ҳолга келтирувчи;
- ишлаб чиқариш чиқиндиларидан, таркибида металл миқдори жуда оз бўлган маҳсулотлардан металл ажратиб олувчи;
- рудадан тўғридан-тўғри, уни бойитмасдан металл ажратиб олувчи;
- экологияга зарарли таъсири кам бўлган жараёнлар;

- металл ажратиб олишга маҳаллий хом ашёлар талаб қилинувчи жараёнлар.

Замонавий металлургик жараёнлардан ҳозирги пайтда қуйидаги йўналишлар ажралиб чиқди:

- автоген жараёнлар;
- уюмда ва ер остида танлаб эритиш;
- космик металлургия;
- биометаллургия.

### **Республикамиздаги металлургик корхоналар амалиётида қўлланилаётган замонавий жараён ва ускуналар**

Давлатимиз бир қанча металлларни ишлаб чиқариш ва уларни заҳиралари бўйича дунёда етакчи ўринларни егаллайди.

Республикада бир неча йирик комбинатлар мавжуд бўлиб, бу корхоналарда юз минглаб малакали кадрлар меҳнат қилади. Ўзбекистондаги бу корхоналар асосан ўтган асрнинг 40-50 йилларида бунёд қилинди.

Мустақилликдан сўнг, бу соҳада Давлат дастури асосида металлургик корхоналардаги мавжуд ускуналарни такомиллаштириш, замонавийлари билан алмаштириш, ишлаб чиқаришга замонавий ускуналарни қўллаб, янги истиқболли конлардан, ишлаб чиқариш чикиндиларидан, камбағал ва балансдан ташқари рудалардан металл ажратиб олишга катта эътибор қаратилди. Натижада бир қанча ижобий кўрсаткичларга эришилди.

1991 йил 1 октябрда Ўзбекистон ҳукумати фармоиши билан НКМК асосида «Қизилқумнодирметаллолтин» давлат концерни ташкил қилинди. Давлат дастури асосида комбинатда фан-техника ютуқлари ишлаб чиқаришга тадбиқ этиб, юқори сифатли маҳсулотлар олиш, маҳсулот таннархини арзонлаштириш, экологияга зарарини камайтиришга катта эътибор қаратилган.

НКМКда ишлаб чиқаришни ривожлантириш учун хориж корхоналаридан қолишмайдиган, айрим кўрсаткичлар билан улардан ҳам ўтиб кетаётган технологиялар яратилди:

1. Ишлаб чиқаришни автоматлаштирилган лойиҳалаш ситемаси;

2. Мураккаб структурали конларни математик моделини яратиш ва уларни заҳираларини компьютер технологиялари ёрдамида ҳисоблаш;

3. Карьердаги автотранспортларни бошқаришни автоматлаштирилган ситемаси;

4. Руда оқимини сифатини бошқаришни автоматлаштирилган ситемаси;

5. Сульфидли олтин рудаларини навларга ажратиб бойитиш технологияси;

6. Таркибида олтин бўлган рудаларни гамма-активасион таҳлил қилиш технологияси.

Комбинатда ИНТЕГРА ГРОУП компанияси томонидан ишлаб чиқилган сульфидли олтин рудаларини навларга ажратиб бойитиш технологияси қўлланилиши қуйидаги имкониятларни беради:

- рудани сифати яхшиланади, олтин миқдори ўртача икки марта ортади;

- камбағал ва балансдан ташқари рудалардан қўшимча олтин олиш имконияти яратилади;

Комбинатда рудаларни таркибидаги олтин миқдорини аниқлашда фан техникани сўнгги ютуғи бўлган гамма-активасион таҳлил қилиш ускунаси қўлланмоқда. У руда таркибидаги олтинни 0,6 г/т гача бўлган миқдорини аниқлайди.

Бу ускуна дунё амалиётида биринчи марта НКМКда қўлланди. Таҳлил учун 8 секунд кифоя қилади, шунингдек бошқа элементларни ҳам аниқлаш мумкин.

Конларда дунёда биринчи бўлиб реагентсиз ер остида урanni танлаб эритиш технологияси яратилди ва ишлаб чиқаришга қўлланди. Қудукда урanni миқдорини лаҳзали босим нейтронлари усулида аниқланмоқда. Бу геофизик изланишларни осонлаштиради. Шунингдек бундай қурилмаларни ҳаракатланувчи типлари ишга туширилиши, бу ускуналарни бир жойдан иккинчи жойга ўтказиб ишлатиш имкониятларини яратди.

ГМЗ – 3 да сульфидли рудаларни бактериялар ёрдамида оксидлантириш қўлланмоқда (БИОХ®). Бу технология техникани сўнгги ютуғи ҳиобланади. Махсус бактериялар ёрдамида сульфидларни оксидлантириб, оксид рудаларни қайта ишлаш технологиясига яроқли бўлган маҳсулот ҳолига келтиради. БИОХ® технологияси, ҳорижда қўлланиб келинаётган сульфидли рудаларни автоклавда оксидлантириш ва қуйдириш технологияларини ўрнига ишлатилади.



«Зарафшон-Нюмонт» қўшма корхонасида балансдан ташқари рудаларни уяли танлаб эритиш усулида қайта ишланмоқда.

ГМЗ – 2 марказий руда бошқармаси таркибига кирувчи улкан ишлаб чиқариш объекти ҳисобланади. Бу корхона йириклиги бўйича Индонезиядаги Грасберг корхонасидан кейинги иккинчи ўринда туради. Иттифоқ парчалангандан сўнг бу корхонани ривожлантириш мақсадида энг янги технологиялар қўллаш бошланди:

- турли хил маркадаги янги тегирмонлар, классификаторлар, чўктириш машиналари ўрнатилди;

- дунё амалиётида пулпадан олтинни гравитацион-сорбцион усулда ажратиб олишни ионалмашиниш технологияси биринчи марта қўлланди;

- ускуналарни такомиллаштириш натижасида натрий сианидни сарфи 400 г/т дан 200 г/т га тушди, бунда олтинни ажратиш миқдори илгариги кўрсаткичда қолди;

- тоғ массаини карьердан транспортировка қилишда циклик-оқим технологияси, рудани ташишни эффе́ктивлигини кескин оширади;

Мустақилликдан сўнг Олмалиқ кон-металлургия комбинатида рангли металларни ишлаб чиқариш ҳажмини кўпайтириш ва янги металларни ишлаб чиқариш мақсадида комбинат республика ҳукумати билан ҳамкорликда корхонани техник қайта қуриш ва реконструкциялаш дастурини ишлаб чиқди.

Бу дастурга асосан қуйидаги ишларни амалга ошириш кўзда тутилган:

- мис бойитиш фабрикасининг майдалаш бойитиш комплексини ҳорижий, юқори рентабелли ускуналар билан реконструкция қилиш;

- Қалмоқир конида циклик-оқим технологиясини қўллаш;

- рангли металларга ишлов берувчи завод қуриш;

- мис эритиш заводини янги машаълли барбатаж эритиш технологиясини қўллаб реконструкция қилиш.

Ўзбекистон ўтга чидамли ва қаттиқ қотишмалар комбинати сўнги йилларда чет ел фирмалари билан ҳамкорликда фан-техникани сўнги ютуқлари жамланган бир қанча ишлаб чиқариш бўлимларини ташкил қилмоқда, булар:

- вольфрам ангидриди, кукуни ва штабиклари ишлаб чиқарувчи;

- аммоний, молибдат, молибден кукуни ва штабиклари ишлаб чиқарувчи;

- молибден ва уни қотишмаларидан турли хил буюмлар ишлаб чиқарувчи қўшма корхоналар.

Бундан ташқари юқори тозаликдаги ноёб ер металлари: скандий, скандий оксиди, иттирий, европий, самарий, лютенсий ишлаб чиқариш технологияларини йўлга қўймоқда. Бу металларни фақат замонавий жараёнларни қўллаб олиш мумкин. Бунинг учун комбинатда плазмали тиклаш, ультра дисперс кукунлар олиш технологияларини қўллаш керак бўлади.

Табиатда рангли металларни сульфидли ва бошқа бирикмаларни оксидлаб, эритувчи холатга ўтказувчи бактериялар мавжуд. Бактерияларни бу хусусиятларини рудалардан металл олишда қўллаш мақсадга мувофиқдир. Айниқса рентабеллиги жуда паст бўлган шахталарда (бундай шахталарда 5 дан 20 фоизгача руда заҳиралари бўлади) рудадан металл ажратиб олишда «**биометаллургия**» ни имконияти чексиз (10.5.-расм).

Изланишлар шуни кўрсатдики, халкопиритдан мисни бактериялар ёрдамида эритиш, кимёвий усулда нисбатан тахминан 100 марта тез бўлади. Бактериялар ёрдамида эритишни эффе́ктивлиги, бир қанча хо риждаги мис ишлаб чиқарувчи корхоналар амалиётида чиқинди ва бўш жинсли рудалардан қайта ишлашда ҳам қўллаш мақсадга мувофиқлиги исботланган.

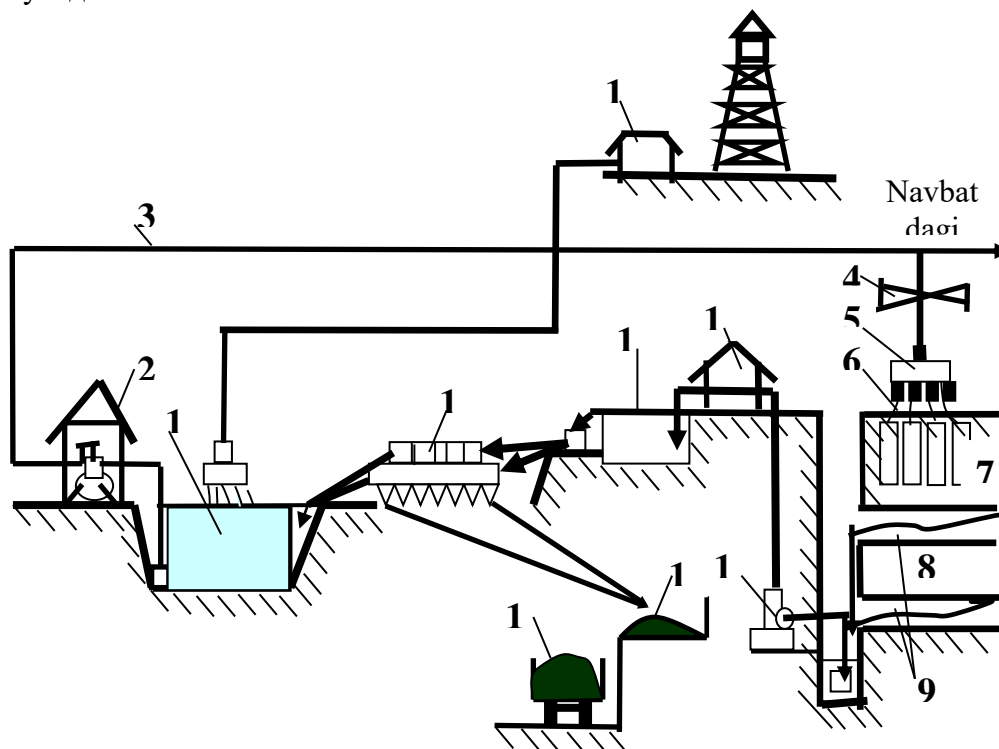
Бактериялар ёрдамида титан, алюминий, рух, никел, кобалт, олтин, уран, рений, германий минералларини рудалардан эритувчи бирикмалар ҳолига ўтказиш мумкин.

Металл сульфидларини оксидлашга ёрдам берувчи бактериялар кон олди кўлмак сувларидан, кон жинсларидан топилади ва махсус шарт-шароитлар яратилиб кўпайтирилиб, эритиш шароитига мослаштирилган бактериялар олинади.

Микроорганизмларни кўпайтириш учун махсус мосламалар – инкубаторлар барпо қилинади. Бу ерда уларни кўпайтириш учун керакли шароитлар ҳарорат, нордон муҳит, биокўшимчалар, ҳаво мавжуд. Шу билан бирга паст ҳароратга, юқри концентрасияли тузли

еритмаларга ва бошқа шароитларга чидамли микроорганизм ва штаммлар олиш устида илмий изланишлар олиб борилмоқда.

Бактерияларни яшаши учун яхши шароит яратилса улар жуда тез кўпаяди. Бактерияларнинг кўпайиши уларнинг тенг иккига кўпайиши ҳисобига бўлади. Бундай бўлиниш ҳар 20-30 минутда рўй беради. Ҳисоларга қараганда, 36 соат ичида битта бактериянинг ҳосил бўлинишидан ҳосил бўлган бактериялар бир қатор қилиб терилса, уларнинг узунлиги 40000км га тенг бўлади.



10.5-расм. Бактериялар ёрдамида ер остида танлаб эритиш мосламасини схемаси: 1-бактерияларни регенерасиялаш ҳовузчаси; 2-насос ускунаси; 3-руда қатламига эритувчи юбориладиган қувур; 4-задвижка; 5-коллектор; 6-эгиловчан шлангалар; 7-эритувчи юбориш учун қудуқлар; 8-руда қатлами; 9-шахта горизонтлари; 10-бойиган эритмаларни сементасияга ҳайдаш насоси; 11-кузатиш ва таҳлил қилиш пункти; 12-эритмаларни тиндиргич; 13-цементациялаш ваннаси ёки нови; 14-мисни қуриштириш ва сақлаш жойи; 15-ташиш тележкаси; 16-компрессор станцияси.

Айниқса охириги йилларда металлургия саноатида ҳосил бўлаётган оқова сувларни юқори даражада тозалашда биотехнологияни қўллаш имконияти юқори баҳоланмоқда.

### **Республикамиздаги металлургик корхоналар амалиётида қўлланилаётган замонавий жараён ва ускуналар**

Давлатимиз бир қанча металлургия ишлаб чиқариш ва уларни захиралари бўйича дунёда етакчи ўринларни егаллайди.

Республикада бир неча йирик комбинатлар мавжуд бўлиб, бу корхоналарда юз минглаб малакали кадрлар меҳнат қилади. Ўзбекистондаги бу корхоналар асосан ўтган асрнинг 40-50 йилларида бунёд қилинди.

Мустақилликдан сўнг, бу соҳада Давлат дастури асосида металлургик корхоналардаги мавжуд ускуналарни такомиллаштириш, замонавийлари билан алмаштириш, ишлаб чиқаришга замонавий ускуналарни қўллаб, янги истикболли конлардан, ишлаб чиқариш чикиндиларидан, камбағал ва балансдан ташқари рудалардан металл ажратиш олишга катта етибор қаратилди. Натижада бир қанча ижобий кўрсаткичларга еришилди.

1991 йил 1 октябрда Ўзбекистон ҳукумати фармони билан НКМК асосида «Қизилқумнодирметаллолтин» давлат концерни ташкил қилинди. Давлат дастури асосида комбинатда фан-техника ютуқлари ишлаб чиқаришга тадбиқ этиб, юқори сифатли маҳсулотлар

олиш, маҳсулот таннархини арзонлаштириш, экологияга зарарини камайтиришга катта эътибор қаратилган.

НКМКда ишлаб чиқаришни ривожлантириш учун хориж корхоналаридан қолишмайдиган, айрим кўрсаткичлар билан улардан ҳам ўтиб кетаётган технологиялар яратилди:

7.Ишлаб чиқаришни автоматлаштирилган лойиҳалаш ситемаси;

8.Мураккаб структурали конларни математик моделини яратиш ва уларни заҳираларини компьютер технологиялари ёрдамида ҳисоблаш;

9.Карердаги автотранспортларни бошқаришни автоматлаштирилган ситемаси;

10. Руда оқимини сифатини бошқаришни автоматлаштирилган ситемаси;

11. Сульфидли олтин рудаларини навларга ажратиш бойитиш технологияси;

12. Таркибида олтин бўлган рудаларни гамма-активасион таҳлил қилиш технологияси.

Комбинатда ИНТЕГРА ГРОУП компанияси томонидан ишлаб чиқилган сульфидли олтин рудаларини навларга ажратиш бойитиш технологияси қўлланилиши қуйидаги имкониятларни беради:

- рудани сифати яхшиланади, олтин миқдори ўртача икки марта ортади;

- камбағал ва балансдан ташқари рудалардан қўшимча олтин олиш имконияти яратилади;

Комбинатда рудаларни таркибидаги олтин миқдорини аниқлашда фан техникани сўнги ютуғи бўлган гамма-активасион таҳлил қилиш ускунаси қўлланмоқда. У руда таркибидаги олтинни 0,6 г/т гача бўлган миқдорини аниқлайди.

Бу ускуна дунё амалиётида биринчи марта НКМКда қўлланди. Таҳлил учун 8 секунд кифоя қилади, шунингдек бошқа элементларни ҳам аниқлаш мумкин.

Конларда дунёда биринчи бўлиб реагентсиз ер остида урanni танлаб эритиш технологияси яратилди ва ишлаб чиқаришга қўлланди. Қудуқда урanni миқдорини лаҳзали босим нейтронлари усулида аниқланмоқда. Бу геофизик изланишларни осонлаштиради. Шунингдек бундай курилмаларни ҳаракатланувчи типлари ишга туширилиши, бу ускуналарни бир жойдан иккинчи жойга ўтказиб ишлатиш имкониятларини яратди.

ГМЗ – 3 да сульфидли рудаларни бактериялар ёрдамида оксидлантириш қўлланмоқда (БИОХ®). Бу технология техникани сўнги ютуғи ҳиобланади. Махсус бактериялар ёрдамида сульфидларни оксидлантириб, оксид рудаларни қайта ишлаш технологиясига яроқли бўлган маҳсулот ҳолига келтиради. БИОХ® технологияси, ҳорижда қўлланиб келинаётган сульфидли рудаларни автоклавда оксидлантириш ва куйдириш технологияларини ўрнига ишлатилади.

«Зарафшон-Нюмонт» қўшма корхонасида балансдан ташқари рудаларни уяли танлаб эритиш усулида қайта ишланмоқда.

ГМЗ – 2 марказий руда бошқармаси таркибига кирувчи улкан ишлаб чиқариш объекти ҳисобланади. Бу корхона йириклиги бўйича Индонезиядаги Грасберг корхонасидан кейинги иккинчи ўринда туради. Иттифоқ парчалангандан сўнг бу корхонани ривожлантириш мақсадида энг янги технологиялар қўллаш бошланди:

- турли хил маркадаги янги тегирмонлар, классификаторлар, чўктириш машиналари ўрнатилди;

- дунё амалиётида пульпадан олтинни гравитацион-сорбцион усулда ажратиш олишни ионалмашиниш технологияси биринчи марта қўлланди;

- ускуналарни такомиллаштириш натижасида натрий сианидни сарфи 400 г/т дан 200 г/т га тушди, бунда олтинни ажратиш миқдори илгариги кўрсаткичда қолди;

- тоғ массини карердан транспортировка қилишда циклик-оқим технологияси, рудани ташишни эффективлигини кескин оширади;

Мустақилликдан сўнг Олмалик кон-металлургия комбинатида рангли металларни ишлаб чиқариш ҳажмини кўпайтириш ва янги металларни ишлаб чиқариш мақсадида комбинат республика ҳукумати билан ҳамкорликда корхонани техник қайта куриш ва реконструкциялаш дастурини ишлаб чиқди.

Бу дастурга асосан қуйидаги ишларни амалга ошириш кўзда тутилган:

- мис бойитиш фабрикасининг майдалаш бойитиш комплексини ҳорижий, юқори рентабелли ускуналар билан реконструкция қилиш;

- Қалмоқир конида циклик-оқим технологиясини қўллаш;

- рангли металлларга ишлов берувчи завод куриш;
- мис эритиш заводини янги машъалли барбатаж эритиш технологиясини қўллаб реконструкция қилиш.

Ўзбекистон ўтга чидамли ва қаттиқ қотишмалар комбинати сўнги йилларда чет эл фирмалари билан ҳамкорликда фан-техникани сўнги ютуқлари жамланган бир қанча ишлаб чиқариш бўлимларини ташкил қилмоқда, булар:

- волфрам ангидриди, кукуни ва штабиклари ишлаб чиқарувчи;
- аммоний, молибдат, молибден кукуни ва штабиклари ишлаб чиқарувчи;
- молибден ва уни қотишмаларидан турли хил буюмлар ишлаб чиқарувчи қўшма корхоналар.

Бундан ташқари юқори тозаликдаги ноёб ер металлари: скандий, скандий оксиди, иттирий, европий, самарий, лютеций ишлаб чиқариш технологияларини йўлга қўймоқда. Бу металлларни фақат замонавий жараёнларни қўллаб олиш мумкин. Бунинг учун комбинатда плазмали тиклаш, ультра дисперс кукунлар олиш технологияларини қўллаш керак бўлади.

Иккиламчи металлургия тармоғига кирувчи ва темир чиқиндиларига ишлов берувчи Ўзбекистон металлургия комбинатида ҳам замонавий жараёнларни қўллашга катта эътибор берилмоқда: йирик эмал цехи ишга туширилган, чиқиндиларни парчаловчи йирик станлар ўрнатилмоқда, темир-терсақларни саралашда лаҳзали таҳлил технологияси қўлланилмоқда, иккинчи электр пўлат эритиш печи ишга туширилди.

### **ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ**

1. Металлургиядаги истиқболли, замонавий йўналишлар хақида нимани биласиз?
2. Республикамиздаги металлургик корхоналар амалиётда қўллаётган замонавий жараёнлар хақида тушунча беринг.
3. Гидрометаллургик жараёнларда қўлланиладиган замонавий ускуналардан қайсиларини биласиз?

### **Фойдаланилган адабиётлар.**

1. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Металлургия благородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.
2. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. Металлургия благородных металлов. - М.: Металлургия, 1997. - 432 с.
3. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.
4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.
5. Степанов Б.А. Расчёты технологических схем золотоизвлекательных заводов и выбор оборудования Учебное пособие. –Т.: ТашГТУ, 1998. - 126 с.

### **3-мавзу: Гидрометаллургик жараёнларнинг технологик схемалари ва уларни такомиллаштириш йўллари. (2 соат).**

#### **Режа:**

1. Олтин ва кумушнинг энг асосий физик-кимёвий хоссаларини .
2. Олтин эритувчи қайси эритма.
3. Кумушнинг электрон конфигурацияси.

**Таянч сўз ва иборалар:** Рангли ва нодир металл рудалари, нархининг стабиллашуви, чиқиндиларни зарарсизлантириш, чиқинди сувларни нейтраллаш жараёнларининг.

1. Бутун дунёда рудадан рангли металлларни қазиб олиш жараёни қимматлашиб бормоқда асосан буни олтин ва кумуш мисолида кўришимиз мумкин. Бунга асосий сабаб қилиб қуйидаги омилларни келтиришимиз мумкин:

-Рангли ва нодир металл рудалари захираларининг камайиши ва бу металлларни олишга кетадиган харажатларнинг ошиши;

-хомашё маҳсулотлари нархининг стабиллашувига миллий ва халқаро бозорларнинг доимий аралашувларининг кенгайиши;

- атроф муҳитни муҳофаза қилиш бўйича давлат ва халқаро талабларни бажариш, чиқиндиларни зарарсизлантириш ва чиқинди сувларни нейтраллаш жараёнларининг қийинчилиги ва қимматлилиги;

- хомашё ва электр энергия нархининг тез суратда ўсиши.

Шуни эътиборга олиш лозимки нодир металлларнинг ноёб физик-кимёвий хоссалари туфайли уларнинг фан ва техниканинг кўп соҳаларида кенг қўлланилишига олиб келмоқда. Нодир металлларнинг асосий вазифаси уланинг юқори нархи сабабли белгиланган бўлиб, бу уларнинг давлат ички ва ташқи иқтисодига таъсири билан алоқадорлигидадир. Нодир металллар металлургияси йўналиши жуда мураккаб соҳа бўлиб уни эгаллаган мутахассисдан нафакат олтин ва кумушни бирламчи хомашёдан ажратиб олишни, балки иккиламчи хомашёдан ажратиб олишни, бойитиш жараёнларини, гидрометаллургия, пирометаллургия жараёнларини чуқур билишни талаб қилади.

1. Нодир металллар гуруҳига олтин, кумуш ва платина гуруҳи металлари рутений, палладий, осмий, иридий, платина киради.

Олтин, кумуш, мис ва соф темир билан бирга биринчи металл сифатида қадимдан инсониятга маълум. Ўзининг жозибдорлиги ва жилоси билан одамлар эътиборини ўзига тортиб келган бу металл эрамиздан аввалги 8000-12000 йилларда қазиб олина бошлаган. Ўша даврдаёқ олтин тақинчоқ, зеб-зийнат ва бошқа маиший жиҳозлар ишлаб чиқаришда ишлатилган.

Қадимги асрларда олтин ва кумуш Европа ва Яқин Шарқ, Хитой, Ҳиндистон халқлари томонидан кўп миқдорда ишлаб чиқарилган ва ишлатилган. Қадимги грек ва римликларда олтин қазиб олиш юқори даражада бўлган.

Қадимги замонда асосий олтин қазиб олиш марказлари: Африка, Кичик ва Ўрта Осиё, Испания, Кавказ, Венгрия, Чехия, Арманистон ва Урал, Сибирнинг тоғли раёнлари ҳисобланган.

Қадимги вақтда қулдорчилик ва феодал муҳитида олтин қазиб олиш, қайта ишлаш фақатгина қўл меҳнати ёрдамида амалга оширилган. Руда бўлақларини майдалаш ҳам қўл меҳнати билан амалга оширилган. Олтиннинг йирик бўлақчаларини ушлаб қолиш ҳайвонлар териси ва тарновларда ювиш билан амалга оширилган.

Ўша давр тараққиётидан бизгача металлларни еритиш, олтин ва кумуш кўрғошин қотишмасидан купеллаш усули билан ажратиб олиш, ҳамда кислоталар ёрдамида олтин ва кумушни ажратиб олиш усуллари етиб келган. Бундан ташқари, олтинни ёғли юзага ушлаб қолиш ва ажратиб олиш усули эрамиздан аввалги 5000-йилларда маълум бўлган. Тарихий манбаларга кўра, бундан 2000 йил олдин олтинни ажратиб олиш учун амалгамация усули ишлатилган.

Рим империяси кулаб, феодал муносабатлар ривожланган ўрта аср даврида олтин ва кумуш қазиб олиш пасайган. Европа уйғониш даврида олтин ва кумуш қазиб олиш пасайган. Европа уйғониш даврига келиб, айниқса Америка қитъаси очилгандан сўнг, олтин қазиб олиш сезиларли ошди. Ўша пайтда қазиб олиш ишларида бир қанча ўзгаришлар қилинди, жумладан, сочма

конларни гидравлик усулда ювиш, руда сув усулида янчиш, сўнгра тарновларда ювиш, амалгамация жараёнлари татбиқ қилина бошланди. Қадимги ва ўрта асрда қазиб олинган олтин миқдори 127000 тоннани ташкил етди.

XVIII асрда олтин қазиб олиш асосан Бразилия ҳисобидан ошди, чунки ўша пайт бу мамлакатда кўплаб олтиннинг сочма конлари топилган эди. XIX аср 1-ярмида Россия давлати олтин қазиб олиш бўйича етакчиликка даъвогарлик қилди, чунки шу даврда Урал ва Сибирнинг олтинга бой сочма конлари очилиб ўзлаштиришга киришилди. Савдонинг ривожланиши, техника ва саноатнинг тараққий этиши олтин ва кумушга бўлган талабни оширди, бу эса ўз навбатида Янги конлар излаб топиш ва очиш сабаб бўлди. Калифорния (1848 й) ва Австралия (1851 й) нинг бой сочма конларининг очилиши ва туғма олтин конларнинг топилиши олтин олишининг сезиларли даражада ўсишига олиб келди.

Бирок бу ўсишдан сўнг, кўп ўтмай XIX аср 2-ярмида олтинга бой сочма конларнинг ўзлаштирилиб бўлиши натижасида бу металл қазиб олиш миқдори камайди. Олтин қазиб олиш миқдорини кўпайтириш мақсадида бир қанча техник қурилмалар замонавийлаштирилди, жумладан, сочма конлардан қазиб олиш ва ювиш ишлари механизациялаштирилди, бу ўз навбатида аввал носаноат деб ҳисобланган камбағал сочма олтин конларини очилиши ва ўзлаштирилишига олиб келди. Сульфидли руда ва концентратларни қайта ишлаш учун амалгамация фабрикалари қурилди. Сульфидли рудаларни қайта ишлашда штейнга эритиб олиш ва кейинчалик металл олиш усуллари ишлатила бошланди.

Олтин ишлаб чиқариш саноатида айниқса аҳамиятли ва узоқ кўтарилиш 1890 йилдан кузатила бошланди. Бу даврда ЖАРнинг дунёдаги энг йирик ва бой олтин конлари очилди ва ўзлаштирила бошланди. Бир вақтнинг ўзида Ҳиндистон (1880й) ва Аляска (1890 й) да олтин конлари очилди. 1843 йилда рус олими Багратион томонидан кашф этилган рудалардан олтинни ажратиб олиш учун цианлаш жараёнини саноат миқёсида қўлланиши олтин қазиб олишда муҳим ўрин тутарди. Бу юқори самарали усул бутун дунё миқёсига ёйилди ва ҳозирда олтин ажратиб олишда энг кўп ишлатиладиган ва асосий гидрометаллургик жараён ҳисобланади. Россияда сиянлаш жараёни 1897-98 йилларда Березов ва Кочкар корхоналарида биринчи бўлиб қўлланилди.

XX асрда дунёда олтин қазиб олиш саноти бир текис тараққий етмади. Асрнинг бошланишидаги тез суръатлар билан ўсишни 1914-1918 йиллардаги 1-жаҳон уруши секинлаштириб қўйди. 1914 йилдаги олтин қазиб олиш суръатига фақатгина 1934 йилда еришилиб 1940 йилгача давом етди. Сўнгра, 2-жаҳон уруши бошланиши муносабати билан яна олтин қазиб олиш суръати камайди, 1970-йилгача олтин қазиб олиш миқдори секинлик билан ўсди. Охириги йилларда олтин қазиб олиш миқдори дунё бўйича камайди, лекин 1982-1999 йилларда бироз кўтарилиш кузатилади.

1-Жадвал. Дунё бўйича олтин қазиб олинishi 1991-2000йй.

Олтин ишлаб чиқариш	1992 й	1993 й	1994 й	1995 й	1996 й	1997 й	1998 й	1999 й	2000й
Дунё бўйича:	2234	2287	2278	2273	2357	2464	2636	2568	2584
ЖАР	614,1	619,5	579,3	522,4	496,85	491,7	464,3	451,3	428,3
АҚШ	322,2	332,1	326	317	326	362	366	342	355
Австралия	243,5	247,2	256,2	253,5	289,5	314,5	310,1	301,1	296,4
Хитой	112	119	121	133	145	175	178	173	175
Индонезия	46	52	42,6	62,9	83,6	86,9	124	152	140
Канада	161,4	150,9	146,4	152	166,4	171,5	165,6	157,6	153,8
Россия	146,1	149,5	142,6	131,9	123,6	125,6	114,6	126,1	142,7
Перу	18	27	47,8	57,7	64,8	79,1	94,2	128,5	132,6
Ўзбекистон	64,5	66,6	64,4	66	78	81,7	83	86	88
Гана	-	-	43,5	53,1	49,2	54,7	72,5	77,95	74
Бразилия	86	75,7	72,4	64,4	60	58,5	49,6	52,6	52

2-Жадвал. Дунёда олтин ишлаб чиқариш, ҳамда ўсиш ва камайиш даврлари ва сабаблари.

Дунёда олтин ишлаб чиқариш, ҳамда ўсиш ва камайиш даврлари ва сабаблари					
Йил	Қазииш	Ўсиш ва камайиш сабаблари	Йил	Қазииш	Ўсиш ва камайиш сабаблари
1900	389,5	Англия уруши	1942	1000	Урушдан кейинг энг юқори кўрсатгич
1901	392,7		1943	772	
1904	522,7	Аляска сочма конлари очилиши	1945	654	
1910	684,2		1949	728	
1915	717	1-Жаҳон уруши ва Россиядаги инқилоб	1959	998	Капиталистик давлатлар валютаси доимийлиги
1918	579		1960	1040	
1920	501,7		1966	1285	
1925	591,8		1970	1273	
1930	651	Доллар курсининг ошиши	1972	1180	Валюта металл олтиннинг сифатида ўз кучини ёъқотиши
1934	731	Доллар нархининг меёрлашуви	1975	953	
1935	785		1980	946	Олтиннинг нархининг тез кўтарилиши
1938	1010	Уруш олди энг юқори кўрсатгичи	1982	1023	
1940	1165		1984	1148	

2. Олтин казиб олишнинг тезкор суратда узиш даври урушдан кейин 1970йилда Жанубий Африка Республикаси ҳиссасига тўғри келди, унга асосан 1 йилда ЖАР 1000,3 т олтин казиб олиб, бу бутун дунёда казиб олинган олтиннинг 80%ни ташкил қилди. Сўнгги йилларда ЖАР олтин казиб олиш ҳажми 450-500т гача қисқарди. Шунингдек 2-жаҳон урушидан сўнг АҚШ ва Канадада ҳам олтин казиб олиш ҳажми анча қисқарди.1995-98йй.ларга келиб эса олтин ишлаб чиқариш саноати янги олтин казиб олиш фабрикалари ҳисобидан ошди, бу АҚШ, Канада, Австралия, Хитой, Индонезия, Папуа-Янги Гвинея давлатлари ҳиссасига тўғри келди.

Айни вақтда олтин казиб олиш бўйича 1-ўринни ЖАР, 2-ўринни АҚШ, 3-ўринни Австралия, 4-ўринни Канада, 5-ўринни Хитой эгаллаган. (1-жадвал.)

Олтиннинг катта қисми(94-96%)рудалардан казиб олинади, 2,5-3% эса йўлдош усулда бошқа рангли металлларни олиш вақтида казиб олинади. Бироқ етакчи капиталистик давлатлар ҳисобланган Канада ва АҚШда бу кўрсатгич 20-25-30%ни ташкил қилади.

Сўнгги йилларда жаҳон миқёсида олтинга бўлган талабнинг ошиши кўп миқдорда олтин захираларининг вужудга келишига имкон яратди. Жаҳон иқтисодиётида иккиламчи ресурсларнинг қўлланилишининг тинимсиз ўсишига олиб келди. Олтин захиралари тахминан қуйидагича тахсимланади: 60% давлат ғазнасида(банкларда), 20% - хусусий қўлда(тупланиши) ва 20% - қимматбаҳо буюмлар ҳолатида(заргарлик ва тасвирий ишланмалар куринишида) ва саноат маҳсулотлари шаклида.

Ҳозирги вақтда олтин металлургияси олдида мураккаб таркибли аталмиш сульфидли, мишякли, сурмали ва глинали рудалардан олтин ва бошқа металлларни тўлиқ ажратиб олиш янги ривожланган усуллар евазига амалга оширилмоқда. Бўтаналардан олтинни сорбсия усулида ажратиб олиш кенг миқёсида қўлланилмоқда. Рангли металлларни йўлдош усулда казиб олиш ҳажми янада кенгаймоқда. Олтин ажратиб олишнинг МДХ давлатларида тарқалиши тахминан қуйидагича кўринишга эга: рудадан 50%, сочма конлардан 40%, йўлдош усулда қайта ишлаш 10%ни ташкил қилади. Айни вақтда олтин казиб олувчи заводларнинг захираси бўйича, руда таркибидаги олтин миқдори бўйича, ишлаб чиқариш ҳажми бўйича ва 1грамм олтин олиш учун тан нархига оид кўрсатгичлар қуйидаги жадвалда келтирилган.(3-Жадвал).

3-Жадвал. 1грамм олтин олиш учун тан нархига оид кўрсатгичлар .

Захираси, т.	Руда таркибидаги олтин	Олтин ишлаб	1гр.олтин олиш учун тан
--------------	------------------------	-------------	-------------------------

	миқдори, г/т	чиқариш ҳажми т/й.	АҚШ долл.
Жуда кўп ...>1000	Жуда бой..... >10	Жуда кўп...>50	Юқори фойдали < 4
Кўп.....100	Бой.....5-10	Кўп.....10-50	Фойдали.....4-6
Ўртача.....10-100	Ўртача..... 2-5	Ўртача... 5-10	Ўртача фойдали...6-10
Кам ..... 1-10	Камбағал.. 0,5-2,0	Кам.....1-5	Кам фойдали ...10-14
Жуда кам....< 1	Жуда камбағал..<0,5	Жуда кам ..< 1	Фойдасиз.....> 14

3. Олтиннинг энг яқин хусусиятларини ўзида жамлаган, аммо ҳавода узоқ турса оксидланиб қорайиб қоладиган, айрим кислоталарда эрийдиган кумуш ишлаб-чиқариш ва халқ хўжалигида ишлатилиши жиҳатидан олтиндан кейинги ўринда туради. Олтин ўзининг ўзгармас ва нодир хусусиятлари билан давлатлараро пул муомаласи ўрнида, валюта сифатида кенг ишлатилади. Бундан ташқари у давлатларнинг жаҳон банкларидаги бойлик жамғармалари сифатида ундан фойдаланиб бойлик орттириб даромад келтирувчи вазифани ҳам бажаради.

Давлатлараро товар айирбошлашда олтин бирдан бир ишончли муомала воситасидир.

Фан ва саноатда олтин (ювелир) заргарлик, тиш протезлаш, мицинада, космик лабораторияда ва стансия қурилмаларида қотишма-металл сифатида, ўтга ва кислотага чидамли асбоб-ускуналарда ишлатилади. Олтин ва унинг қотишмалари самалётсозлик ва ракетасозликда юқори сезгирликка эга элементларни оксиднашини олдини олиш учун қўлланиладиган дастгоҳларда ишлатилади: оловбардош қотишмаларни пайвандлашда, ракетасозликда, реактив двигателларда, ядреректорларида, космик кемаларда кенг қўлланилади. Турли хилдаги радио ва рентген дастгоҳлари ишлаб чиқаришда электроника ва электротехникада кенг қўлланилади.

Кумуш саноатда каталитизаторлар сифатида, кумуш қоплама, халқ хўжалигида идиш-товоқ тайёрлашда ишлатилади. Кумуш идишларда сақланган сув узоқ пайтгача айнимайди. Платина ва платиноидлардан энг сезгир, ўтга чидамли, асбоб-ускуна, лаборатория жиҳозлари таёрлашда ишлатилади. Платина ва палладий нефть саноатида катализатор сифатида кенг ишлатилади. Шу боисдан нодир металлларни кўпроқ ишлаб-чиқариш зарурдир. Бунинг учун рудалар таркибида мураккаб шароитда бўлган нодир металл элементларини, фан ва техниканинг энг илғор, фаол, самарали ютуқларидан фойдаланиш зарур бўлади.

Миснинг асосий истеъмолчилари фото ва киномотографияда, рентгенографияда ва бошқа фото маҳсулотлар олишда ишлатилади. Шунингдек кумуш электроника ва электротехникада, радиотехника ва машинасозликда кенг қўлланилади. Кумушнинг муҳим истеъмолчиларидан ракетасозлик, космик ва авиотехника, денгиз харбий қисмлар, шунинг билан бир қаторда кумуш-рух ва кумуш-кадмийли аккумуляторлар ишлаб чиқариш саноатидир. Хозирги вақтда кумушнинг 70%дан ортиғи саноат мақсадида ишлатилса, қолган қисми эса танга тайёрлашда, безаг воситалар ва уй рўзғор буюмлар тайёрлашда ишлатилади.

Кумушнинг асосий истеъмолчилари (т/й): АҚШ 3500-4500; Россия 1400-1500; Япония 1800-3200; Италия 900-1100; Англия 700-850; Франция 450-600. Бу давлатлар ҳиссасига барча истеъмол қилинадиган кумушнинг 85% тўғри келади. Кумуш ишлаб чиқаришнинг 80% йўлдош усулда казиб олишга асосланган бўлиб фақатгина 20%гина тўғридан тўғри рудадан олинади.

Платина гуруҳи металлари юқори каррозияга чидамли ва энг қийин шароитларда ҳам ўз хусусиятларини ўзгартирмаслиги сабабли халқ хўжалигида кенг қўлланилди.

2-Жаҳон урушига қадар 60% платина зарагарлик ва медицинада ишлатилди. 2-жаҳон урушидан сўнг эса шу соҳаларда платина қўлланилишининг улуши 8-10% гача тушиб кетди. Шунинг билан бир қаторда платина саноатда кенг қўлланила бошланди.

Платина гуруҳи металлларининг асосий истеъмолчилари кимё саноати, нефтьни қайта ишловчи саноатда, электротехникада ва автомобил саноатида, шунингдек шиша ишлаб чиқаришда, асбобсозликда ва мудоофаа саноатида кенг қўлланилади.

Кимёвий тажриба шароитида платина тажриба идишлари ва дастгоҳларида тайёрлашда ишлатилади. Бу металллар электротехника саноатида эритмаларда эримайдиган анод шаклида қўлланилади, масалан водород перексид ишлаб чиқариш саноатида, перхлорат олишда кенг қўлланилади. Платина ва палладий қопламалари реакторлар ва маҳсус идиш ва дастгоҳлар тайёрлашда ишлатилади.



Кимё саноатида платина ва палладий махсус мачалкалар олишда, панжаралар тайёрлашда, симилар листлар ва каллоидлар олишда қўлланилади, шунингдек органик ва неорганик маҳсулотлар олишда катализатор сифатида ишлатилади. Уларни азотдан аммиак ишлаб чиқаришда ишлатилади. Катализатор сифатида платинининг қотишмалари яъни палладий-платинали, родийли, иридийли ва рутенийлилари ишлатилади.

Электротехника саноатида, электроника ва асбобсозликда платина кенг қўлланилиб, платина қотишмалари контактлар тайёрлашда, электр қаршилик асбобларида, потенциометр олишда, электр сақлагич ишлаб чиқаришда, рентген қувурларини электродлари олишда, алоқа воситаларида, астрономик асбоблар олишда ишлатилади.

Платина ва родийли қотишмалар юқори ҳароратни ўлчовчи термпаралар олишда ишлатилади (1300-1800 °С). 40% Ир ва 60% Рх ли қотишмалар 2000-2300 0С температурани ўлчашга бардошлидир.

Рутений юқори зичликка эга бўлган деталлар тайёрлашда кенг қўлланилади.

Осмий ва Иридий жуда юқори қаттиқликка эгаллиги билан бошқа металллардан ажралиб туради ва шунинг учун юқори аниқликка эга бўлган ўлчов асбоблари олишда ишлатилади. Платина ва кобальт қотишмаси кучли доимий магнит олишда ишлатилади.

Медицинада платина ва унинг қотишмалари игна, шприслар тайёрлашда ишлатилади. Палладий тиш протезлари олишда ишлатилади.

Палладий ва рутений бир мунча платинадан арзон бўлиб, бошқа қиммат металлларни ўрнини алмаштириш учун ишлатилади.

#### **Назорат саволлари:**

1. Нодир металлларни санаб беринг?
2. Ўрта асрларга келиб олтин қазиб олишнинг ўсишига асосий сабаб нима?
3. Олтин ишлаб чиқаришнинг замонавий аҳволи ҳақида сўзлаб беринг?

#### **Фойдаланилган адабиётлар.**

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.

2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Interment Iginiring, 2003. – 464 с.

3. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Metallургия блАгородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.

4. Стрижко Л.С. Metallургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.

#### 4-мавзу: Металларни эритмага ўтказиш ва эритмалардан ажратиб олиш жараёнларида қўлланиладиган инновацион технологиялар. (2 соат).

##### Режа:

1. Металларнинг умумий таснифланиши.
2. Олтиннинг физик ва кимёвий хоссалари.
3. Кумушнинг физик ва кимёвий хоссалари.

**Таянч сўз ва иборалар:** Олтиннинг иссиқлик ва ток ўтказувчанлиги, атом радиуси, ионли радиуси, иссиқлик ўтказиш сиғими, солиштирама электр ўтказиш, мустаҳкамлик, қаршилиқ модули, мустаҳкамлик чегараси.

##### 1. Олтиннинг физик хоссалари.

Олтин - олтин ранг, сарик, юмшоқ металл, томонлари марказлашган куб шакл кристаллик панжарага эга, бошқа металллардан енгил болғаланувчанлиги ва чўзилувчанлиги билан ажралиб туради. Бунга кўра олтиндан 1/1000 мм ёки 0,0001мм зар қоғоз (фолга) яшаш мумкин. 1гр олтинни салкам 3 км узунликка чўзиш мумкин ёки олтин 0,001ммбулган сим тортиш мумкин бўлади. Олтиннинг иссиқлик ва ток ўтказувчанлиги жуда юқори, бунда у фақат кумуш ва мисдан кейинги 3- ўринда туради.

Олтиннинг муҳим физик хоссалари 4-жадвалда келтирилган.

Олтин Менделеев даврий системасининг 1-гурухида жойлашган бўлиб, қолган ўзининг ўхшаш металлари каби - кумуш ва мис сингари, ички қаватда 1тадан с электрон бўлса, охиридан олдинги қаватда 18та электрони мавжуд (с2р6д10). Муайян шароитда охиридан олдинги 18та электронли қават қисман юқотилиш қобилиятига эга ва шу сабабдан мис, кумуш ва олтин ўзининг бирикмаларида нафақат +1, балки с-электронларни йўқотиш эвазига мутаносиб равишда +2 ва +3 шаклида учрайди. Шунинг учун миснинг оксидланиш энергияси +1 ва + 2, кумуш учун эса +1 ва олтин учун эса +1 ва +3 дан иборатдир.

##### 4-Жадвал. Олтиннинг муҳим физик хоссалари.

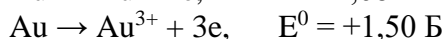
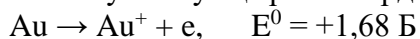
№	ХОССАЛАРИ	ОЛТИН
1	Атом массаси	196,967
2	Зичлиги, г/см	19,3
3	Атом радиуси, А	1,44
	Ионли радиуси, А	1,37
5	Эриш температураси, °С	1063
6	Қайнаш температураси, °С	2880
7	Эриш иссиқлик сиғими, кол/г	15,5
8	Буғланиш иссиқлик сиғими, кол/г	415
9	Солиштирама иссиқлик сиғими кол/ггград	0,0306
10	Иссиқлик ўтказиш сиғими <sup>0</sup> дан 100 <sup>0</sup> С гача кол/ смг град г сек	0,744
11	Солиштирама электр ўтказиши 200 да ом/сек	2,25г10
12	Мустаҳкамлик, қаршилиқ модули кг/мм <sup>2</sup>	7900
13	Мустаҳкамлик чегараси кг/мм <sup>2</sup>	14
14	Қаттиқлиги (Брюнелча) кг/мм <sup>2</sup>	18
15	Қаттиқлиги (Моосча) кг/мм <sup>2</sup>	2,5

Олтиннинг ажралиб турадиган хусусятларидан яна бири комплекс бирикма хосил қилишга мойиллиги ва унинг уз бирикмаларидан металл ҳолигача осон қайтарилишидир.

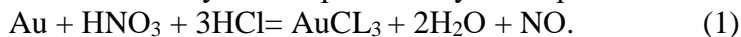
##### 2. Олтиннинг кимёвий хоссалари.

Кимёвий фаол бўлмаган элемент электронга нисбатан олганда энг нодир металлдир. Ҳатто юқори температураларда ҳам кислород, азот, водород ва углерод билан кимёвий реакцияга киришмайди. Кимёвий бирикмаларда у бир ва уч валентлидир. Аммо унинг бирикмалари унча кучли бўлмай, тезда металл ҳолига қайтарилла олади.

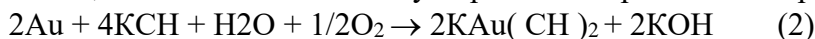
Сувли суюк эритмаларда олтиннинг электрон потенциали:



Шунинг учун олтин ишқорларда, кислоталарда (азот, сульфат, хлор) эримади. Бироқ олтин кислоталар аралашмаси: хлор билан азот, сульфат билан марганец, сульфат билан азотлардаэ. «Шоҳ ароғи» деб аталувчи, бир ҳисса азот ва уч ҳисса хлор кислотаси аралашмаси, сульфат ва марганец кислотаси, сульфат ва азот кислотаси аралашмаларида эрий олиши мумкин. «Шоҳ ароғи» эритмасида олтин куйидаги реакция бўйича эрийди.



Шунингдек, олтин Na ва K синил тузларида кислород ва ҳаво ёрдамида эрийди:



Олтин оксидлари  $\text{Au}_2\text{O}$  ва  $\text{Au}_2\text{O}_3$  куйидаги гидрооксидларни қиздириш йўли билан олинади:  $\text{AuOH}$  ва  $\text{Au}(\text{OH})_2$

$\text{AuO}$  яъни олтин икки оксиди кулранг бинафша тусли порошок  $200^\circ\text{C}$  да элементар моддаларга парчаланиб кетади. Олтиннинг кислородли бирикмалари беқарордир. Улар тез парчаланиб кетадилар. Олтиннинг бир валентли тузлари ҳам беқарор, улар ҳам тез парчаланаяди.



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

$140\text{--}150^\circ\text{C}$  да хлорли ҳавода қиздирилган олтин, олтин хлориди ҳосил қилады.  $\text{AuCl}_3$  ва  $180\text{--}190^\circ\text{C}$  да  $\text{AuCl}$  ҳосил қилады.

Олтин моногалогениди турлича товланувчи сариқ тусга бўялады.

Олтин монофториди  $\text{AuF}$  фақат буғ ҳолида мавжуд. Олтин трагалогениди  $\text{AuI}_3$  - сувда эрийди. Олтин фтори  $\text{AuF}$  - зангори рангда,  $500^\circ\text{C}$  да парчаланаяди. Олтин хлор тузлари  $\text{AuCl}$  - нина шаклидаги кристаллар бўлиб қизил рангга эгадир. Эриш температураси  $288^\circ\text{C}$ .

Олтин бром тузи  $\text{AuBr}$  - тўқ қўнғир рангли, сувда эримади. Калий бромли эритмада олтин бром тузи ҳосил бўлады:  $\text{K}[\text{AuBr}_4]$

Олтин ёд  $\text{AuI}_3$  - тузи тўқ яшил, сувда эримади. Оддий температурада олтин ёд бирикмаси  $\text{AuI}_3$  ҳосил бўлады. 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 тиокарбамид олтин тузи ҳосил қилады. Аммо бу реакциянинг бориши учун оксидловчи бўлиши шарт. Шунда у  $\text{AuCl}_2\text{SC}(\text{NH}_2)_2$  - ҳосил қилады.

Олтин хлориди  $\text{AuCl}_3$  тиниқ гикроскопик нинасимон кристал моддадир. У сувда ертганда еквикислотанинг  $\text{H}_2(\text{O}[\text{AuCl}_2])$  қизил зангори эритмаси ҳосил булады. Олтин хлоридни  $185\text{--}190^\circ\text{C}$  да қиздирганда



Олтин хлор тузи сарик-лимон рангли кукун, учмайди ва уй хароратида буғланмайди, сувда яхши парчаланаяди ва олтин хлорид



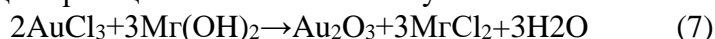
Бу реакция иссиқда тезроқ боради. Олтин, хлор турли қайтарувчилар олтингургурт, ангидрид газы, қўмир билан қалай хлоры билан, теллур гидразин ва шавель кислотасы билан металл холигача қайтарилады.

Олтин кислород билан кўкимтир ва бинафша ранг  $\text{Au}_2\text{O}$ , ҳамда қора рангли кукунни ҳосил қилады, ҳосил бўлиш реакцияси:



Ҳосил бўлган  $\text{Au}_2\text{O}$  олтин икки оксиди  $250^\circ\text{C}$  металл холига ва кислородга парчаланиб кетади: ( $\text{Au}_2\text{O} \rightarrow \text{Au} + 1/2\text{O}_2$ );

Олтин оксиди куйидаги реакция билан олиниси мумкин:



### 3. Кумушнинг физик хоссалари.

Кумуш ҳам юмшоқ металл бўлиб, фақат ранги «кумушсимон» оқ, у ҳам олтин каби томонлари марказлашган куб шаклдаги кристалл панжарага эга, бошқа металллардан енгил

болғаланувчанлиги ва чўзилувчанлиги билан ажралиб туради. Иссиклик ва ток ўтказувчанлиги бўйича барча металлларни ордта қолдириб 1-ўринда туради. Кумуш бошқа металллардан юқори температурада қайтарилувчанлигидан кўра учувчанлик ҳолати билан ажралиб туради.

Кумуш даврий жадвалнинг 1-гуруҳида жойлашган бўлиб д элемент ҳисобланади ва ички қаватда 1та с электрон бўлса, охиридан олдинги қаватда 18та электрони мавжуд (с2р6д10). Муайян шароитда охиридан олдинги 18та электронли қават қисман ёқотилиш қобилиятига эга ва шу сабабдан кумуш ўзининг бирикмаларида нафақат +1, балки с-электронларни ёқотиш евазига мутаносиб равишда +2 ва +3 шаклида учрайди. Шунинг билан, кумушнинг оксидланиш энергияси +1 дан иборатдир.

#### 5-Жадвал. Кумушнинг асосий физик хоссалари.

№	ХОССАЛАРИ	Кумуш
1	Атом массаси	107,87
2	Зичлиги, г/см	10,5
3	Атом радиуси, А	1,44
4	Ионли радиуси, А	1,13
5	Эриш температураси, 0С	960,5
6	Қайнаш температураси, 0С	2200
7	Эриш иссиқлик сиғими, кол/г	25,4
8	Буғланиш иссиқлик сиғими, кол/г	565
9	Солиштирма иссиқлик сиғими кол/ггград	0,0565
10	Иссиқлик ўтказиш сиғими 00 дан 1000С гача кол/ смг град г сек	0,998
11	Солиштирма электр ўтказиши 200 да ом/сек	1,59г10
12	Мустаҳкамлик, қаршилиқ модули кг/мм2	7648
13	Мустаҳкамлик чегараси кг/мм2	10
14	Қаттиқлиги (Брюнелча) кг/мм2	25
15	Қаттиқлиги (Моосча) кг/мм2	2,7

#### Кумушнинг кимёвий хоссалари.

Кумуш ўзининг фаоллик бўйича олтин ва мис оралиғида жойлашгандир. Одатий шароитда кислород билан тасирлашмайди. Кумуш водород, азот ва углерод билан одатий шароитда тасирлашмайди. Юқори ҳароратда углерод кумуш билан кумуш карбиди  $Ag_2C_2$ , фосфор билан  $AgF$ ,  $Ag_2F_3$  ва  $AgF_2$  ҳосил қилади. Қиздирилган ҳолатда кумуш олтингугурт билан тасирлашиб  $Ag_2S$  ҳосил қилади. Бу бирикма кумушдан олтингугуртни газ ҳолатда ўтказишдан қайсики сульфид минералларининг парчаланишидан чиққан газ тасирида содир булади. Водородсульфиднинг охиста тасирлашуви натижасида ҳам кумуш юзасида қора парда ҳосил бўлади  $Ag_2S$ . Бу жараён кумуш буюмларнинг вақт утиши билан қорайиб қолиш жараёнини изоҳлайди. Шунинг билан биргаликда кумуш хлор, бром ва ёд билан тасирлашиб мутаносиб равишда ушбу металмас галогенларини ҳосил қилади. Бу жараёнлар оддий шароитда секин кечиб, намлик ёхуд температура тасирида тезлашади.

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, қалинликдаги кислород пардаси ҳосил бўлади, ҳарорат оша бориши билан, кислород пардаси ҳам қалинлашади. Ҳарорат  $4000C^0$  га этганда кислород кумушда  $Ag_2O$  сифатида эрийди. Босим 414 атм. бўлганда  $AgO_2$  системасида  $5070C^0$  да евтектика ҳолати кузатилади (евтектика шу бирикмада икки элементнинг бир-бирида ерий олиш қобилиятидир), (масалан  $AgO_2$  - 51%). Ериётган кумуш ўзига кислород ютади, совуганда у газ сифатида ажралиб чиқади, кумуш оксидланади:  $Ag_2O$ ,  $AgO$ ,  $Ag_2O_3$  лар ҳам маълум.

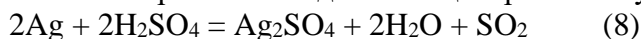
Сувли суюқ эритмаларда кумушнинг электрон потенсияли қуйидагича:



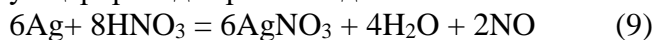
Шу сабабдан кумуш ҳам олтин сингари сувли эритмаларги кислоталардан водородни сиқиб чиқара олмайди, ишқорлар билан тасирлашмайди. Олтиндан фарқли улароқ кумуш кучли кислота

ва кучли оксидловчилар масалан консентирланган сулфат кислотаси ва нитрат кислотаси тасирида эрийди. Кумуш ҳам «Шох ароғида» яхши эрийди, тўйинган хлорид кислотаси билан ҳам реакцияга киришади.

Нитрат кислотада ва концентранган сулфат кислотада кумуш яхши эрийди.

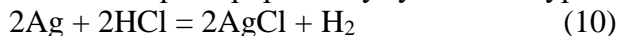


Кумуш сульфати оқ тусли ромбик шаклидаги кристаллар бўлади. Азот кислотаси кумушни уй ҳароратида эрита олади:



Кумуш нитрат  $\text{AgNO}_3$  - ромб шаклидаги рангсиз кристаллардир.

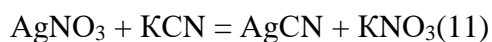
Юқори ҳароратда кумуш ва  $\text{HCl}$  ўртасида мувозанатли реакция юз беради:



Фтор билан кумушнинг қуйидаги бирикмалари мавжуд:  $\text{AgF}_2$ ,  $\text{Ag}_2\text{F}$ ,  $\text{AgF}$ .

Кумуш бирикмаларида кумуш хлорид  $\text{AgCl}$  - амалий аҳамиятга эгадир. У оқ кристаллик модда, одатда кумуш хлорид кумуш азот тузлари таъсирида чўкмага  $\text{AgCl}$  сифатида ўтиради. Кумуш хлорид тузи фотоматериаллар тайёрлашда кенг қўлланилади. Кумуш хлорид асосан космик нурланишларда детекторлар сифатида ишлатилади. У медицинада ҳам ишлатилади. Кумуш бром бирикмалари кумуш ёд ҳам фотоматериаллар тайёрлашда ишлатилади. Кумуш сульфид -  $\text{Ag}_2\text{S}$  - 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 қўл келади.

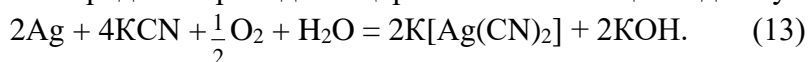
$\text{AgNO}_3$  эритмасининг калий цианид эритмаси билан таъсири натижасида оқишсимон кумуш цианиди ҳосил бўлади:



$\text{AgCN}$  нинг қўп бўлиши унинг яна калий цианиди билан бирикиб комплекс цианид тузи ҳосил бўлишига олиб келади.



Олтин ва кумуш кислоталар иштирокида ишқорий металлнинг цианидли тузларида эрийди:

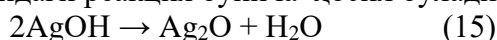


Кумуш оксиди  $\text{Ag}_2\text{O}$  қора жигарсимон рангда бўлиб қуйидаги усулда олинади:

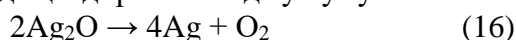
$\text{AgNO}_3$  эритмасига ишқор эритмаси қуйилади натижада қорамтир гидрооксид чўкмаси қуйидаги реакция бўйича ҳосил бўлади.



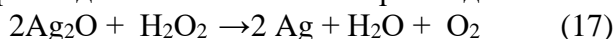
Эритмани чўкмадан ажратиш кичик чинни идишга ўтказилиб, сув билан ювилади ва  $50-60^\circ\text{C}$  да қуритилади. Кумуш оксиди қуйидаги реакция бўйича ҳосил бўлади:



Кумуш оксидини  $250^\circ\text{C}$  да қиздирганимизда у кумуш ва кислоталарга парчаланadi:



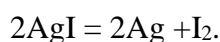
Водород перексид уни уй шароитидаёқ металлгача қайтара олади:



$\text{AgBr}$  – кумушбромиди уз хоссаларига кура кумушхлоридга ўхшаш. Аммиакли эритмаларда, тиосульфат эритмаларида, сульфит ва цианит эритмаларида яхши эрийди ва металл холигача осон қайтарилади.

$\text{AgI}$  кумушнинг ёдли бирикмаси  $\text{AgCl}$  ва  $\text{AgBr}$  дан фарқли ўларок аммиакли эритмаларда эрмайди аммо  $\text{CN}^-$  ва  $\text{C}_2\text{O}_3^{2-}$  ионлари иштирокида аммиакка нисбатан кучлироқ комплекс бирикма ҳосил қилади.

Кумушнинг қийин эрувчи галогенларининг характерли томони шундаки улар ёруғликка сезгирлик қобилиятига эга бўлиб, ёруғлик тасирида кумуш галогенлари еркин металл ва галогэнга парчаланadi:



Кумуш галогенларининг бу хусусиятлари улардан фотоматериаллар тайёрлашда асос бўлиб хизмат қилади. Уларнинг ёруғлик сезгирлик хусусияти қуйидаги қатор бўйлаб ўсиб боради

$\text{AgI} < \text{AgCl} < \text{AgBr}$ , шу сабабдан фотомасхулотлар тайёрлашда кўпинча кумуш бромиди ишлатилади.

**Назорат саволлари:**

1. Олтин ва кумушнинг энг асосий физик-кимёвий хоссаларини санаб ўтинг?
2. Олтин қайси эритмаларда эрийди?
3. Кумушнинг электрон конфигурациясини ёзиб беринг?

**Фойдаланилган адабиётлар.**

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгохлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Interment Iginiring, 2003. – 464 с.
3. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Metallургия благородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.
4. Стрижко Л.С. Metallургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.

## АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

### 1-мавзу: Гидрометаллургик усулларни қўллаб хом ашёларни қайта ишлаш технологик схемаларини тузишнинг умумий принципи. (2 соат)

**Режа:**

1. Технологик схемалар тушунчаси.
2. Гидрометаллургик схемалардаги асосий қайта ишлаш босқичлари.

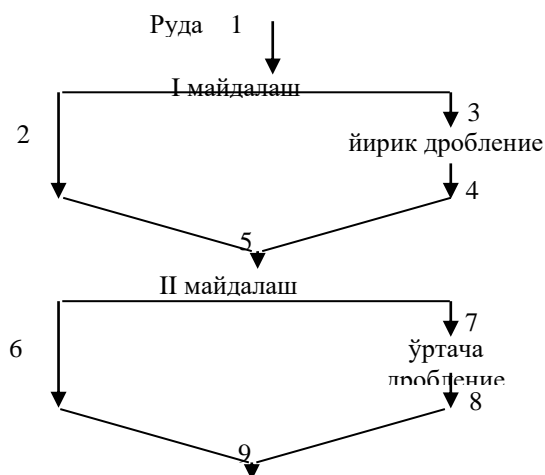
Олтин ажратиш олиш заводларида асосан икки босқичли майдалаш схемаси кенг тарқалан. Майдалашнинг ҳар бир босқичида майдаланиш даражаси аниқланади яъни рудаларнинг максимал бўлакчалар улчамларининг  $D_{max}$ , майдаланиш махсулотлари улчамларига  $d_2$  нисбати тушинилади.

$$i_1 = \frac{D_{max}}{d_1} ; \quad i_2 = \frac{d_1}{d_2}$$

Иккита босқичнинг ҳам майдаланиш даражаси-суммали майдаланиш даражаси деб аталади.

$$i_{\Sigma} = i_1 \cdot i_2 = \frac{D_{max}}{d_1} \cdot \frac{d_1}{d_2} = \frac{D_{max}}{d_2}$$

На рисунке 1 расмда Икки босқичли майдалаш жараянининг технологик схемаси берилган.



#### 1 - расм. Икки босқичли майдалаш жарайнининг технологик схемаси

Хисоблаш схемада номерланган махсулотнинг массалари бўйича олиб борилади. Бу технологик схемада 6 та жараён (4 ажралиш жараёни майдалаш 1, 2 йирик ва ўртача майдалаш, 2 та аралаштириш жараёни мавжуд), 9 та махсулот (руда, 6 ажралиш жараёни махсулотлари ва 2 аралаштириш жараёни махсулотлари. Хисоблашни битта компонент, қаттиқ руда бўйича олиб борамиз. Бу технологик схемани хисоблаш учун умумий кўрсаткич сонини аниқлаймиз.

$$N_n = C(n_p - a_p) = 1(6 - 4) = 2$$

бу ерда,  $C$  – компонентлар сони;  $n_p$  – ажралиш жараёни махсулотларининг;  $a_p$  – аралаштириш жараёни махсулотларининг сони.

Майдалаш натижасида  $e_3$  ва  $e_7$  ларнинг ажралиш чиқиш коэффициентлари мос равишда 70,0 ва 85,0 % деб қабул қиламиз. Майдалаш циклини хисоблашни унумдорлиги йириклиги -300мм бўлган 600 т рудаларни қайта ишлайдиган олтин ажратиш олиш заводи мисолида олиб борамиз. Майдалаш -30мм йирикликкача олиб борилади. Бу ердан суммали майдалаш даражаси қуйидагига тенг бўлади.

$$300 : 30 = 10$$

Алоҳида майдалаш даражаси  $i_1 = 3,33$  и  $i_2 = 3,0$  деб қабул қиламиз.

Дастлабки рудаларнинг элакраниш хусусиятлари:

йириклик, мм	%, сум
+300	0
+90	19,6
+60	37,6
+30	68,9
+15	76,6
+7,5	88,3
-7,5	11,7

**Йирик майдалаш учун тегирмонларини танлаш**

Тегирмондан чиқаётган руда парчаларининг максимальный катталиги яъни улчами

$$300 : 3,33 = 90 \text{ мм}$$

Размер разгрузочной щели щековой дробилки:

$$90 : 1,7 = 57 \text{ мм}$$

где 1,7 – тажрибавий коэффициент.

Тегирмоннинг юклаш туйнигининг кенглиги

$$300 : 0,85 = 353 \text{ мм}$$

бу ерда 0,85 – конструктив коэффициент.

Тегирмоннинг юклаш туйнигининг кенглигини билган холда туйнукнинг улчамларини белгилаб олимиз 400x600, бу ерда 600 – юклаш туйнигининг узунлиги.

Танланган шекали тегирмоннинг унумдорлиги католог буйича аниқланади. [1].

Туйнук ўлчами, мм	т/с
100	35,0
-	
40	13,6
<hr/>	
60	21,4
21,4 : 60 =	0,35 т/мм · ч
40	13,5
+	
13	0,35 · 13 = 4,6
<hr/>	
53	18,2

Тегирмонга келаётган рудаларнинг миқдори. (сетка усти махсулотлари):

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = Q_1 - Q_1 \beta_1 \varepsilon_3 = Q_1 (1 - \beta_1 \varepsilon_3)$$

бу ерда  $v_1$  – майдалашнинг биринчи босқичидАги махсулотлар таркиби (90-мм синфли) Бу қиймат 0,804 га тенг оламиз.  $\varepsilon_3$  – Биринчи тегирмоннинг самарадорлиги 0.7 га тенг.

$$Q_3 = 600(1 - 0,804 \cdot 0,7) = 262 \text{ т.}$$

Жағли тегирмоннинг ишлаш давомийлиги:

$$262 : 18,2 = 14,4 \text{ с.}$$



## 2-мавзу: Гидрометаллургик усулларни қўллаб хом ашёни қайта ишлашда қўлланиладиган жараёнлар кетма - кетлигини таҳлил қилиш ва асослаш.

### Режа:

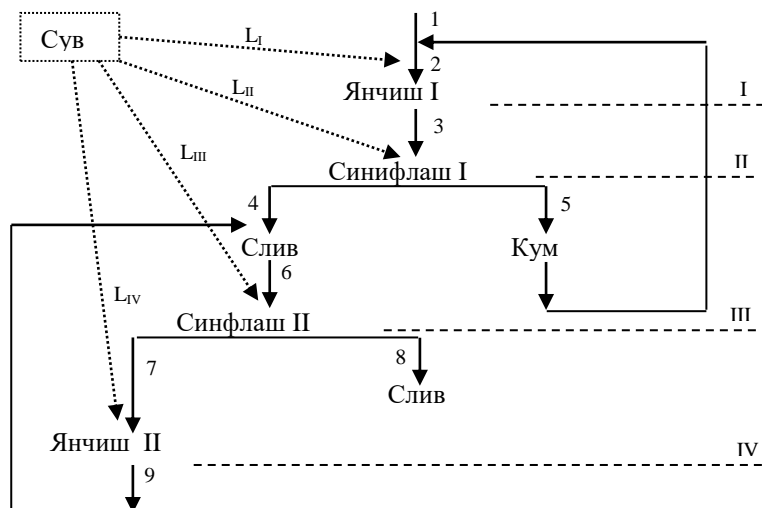
1. Рудаларни танлаб эритиш жараёнига тайёрлаш босқичларининг мақсади ва вазифалари.
2. Танлаб эртиш жараёнининг мақсади ва вазифлари.
3. Сувсизлантириш ва металлларни эритмалардан чўктириб олиш жараёнларининг мақсади ва вазифлари.

### 1. Янчиш жараёнини ва цианлашга юбориладиган бўтана хажмининг ҳисоботи

Бир суткада 1100 т оксидланган олтин сақловчи рудаларни цианлаш ва цианли эритмалардан олтинни Рух кукини билан чўктириш (цементлаш) жараёнини ва асосий дастгоҳини ҳисоблаш вазифаси берилган.

Цианлаш жараёнига келадиган олтин сақловчи руда олтин юзасини эритувчи учун очиш мақсадида майдаланади ва янчилади. Одатда олтин ажратиш олиш заводларида икки босқичли янчиш жараёни кенг тарқалган.

Ҳисобот учун икки босқичли янчиш жараёнини қабул қиламиз. Икки босқичли янчиш жараёнининг технологик схемаси 3.1-расмда кўрсатилган.



3.1.-расм. Икки босқичли янчиш жараёнининг технологик схемаси

Схемада 6 жараён (4 ажратиш жараёнлари ва 2 аралаштириш жараёнлари), 9 маҳсулот (руда, 6 ажратиш жараёнларининг маҳсулотлари ва 2 аралаштириш жараёнларининг маҳсулотлари).

Технологик схемани ҳисоблаш учун қуйидаги амалиёт кўрсаткичларини қабул қиламиз:

-жараён ва маҳсулотлардаги суюқ ва қаттиқ нисбатлиги

$$(P_n): P_{II} = 0,3; P_4 = 1,5; P_1 = 0,04; P_v = 0,25; P_{IV} = 0,5; P_8 = 2,5;$$

- циркуляцион юклама:  $K_5 = 250\%$  ,  $K_9 = 50\%$  (дастлабки озикадан).

3.1-жадвал

Жараён ва маҳсулот №	К <sub>н</sub> , т/сут	Р <sub>н</sub>	W <sub>н</sub> , м <sup>3</sup> /сут	Жараён ва маҳсулот №	К <sub>н</sub> , т/сут	Р <sub>н</sub>	W <sub>н</sub> , м <sup>3</sup> /сут
1	1100	0,04	44	6	1650	--	--
2	3850	--	--	ИИИ	1100	--	--
И	3850	0,3	1155	8	1100	2,5	2750
3	3850	0,3	1155	7	550	0,3	165
ИИ	3850	--	--	ИВ	550	0,4	220
4	1100	1,5	1650	9	550	0,4	220
5	2750	0,25	687,5				

И-янчишга қўшиладиган сувнинг миқдори:

$$W_1 + W_5 + L_1 = W_7$$

$$L_1 = W_7 - W_1 - W_5 = 1155 - 44 - 687,5 = 423,5 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

И-синфлашга бериладиган сувнинг миқдори:

$$W_3 + L_2 = W_4 + W_5$$

$$L_2 = W_4 + W_5 - W_3 = 1650 + 687,5 - 1155 = 1182,5 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

ИИ –синфлашга бериладиган сувнинг миқдори:

$$W_4 + W_9 + L_3 = W_7 + W_8$$

$$L_3 = W_7 + W_8 - W_4 - W_9 = 165 + 2750 - 1650 - 220 = 1045 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

ИИ-янчишга бериладиган сувнинг миқдори:

$$W_7 + L_4 = W_9$$

$$L_4 = W_9 - W_7 = 220 - 165 = 55 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Янчиш босқичига бериладиган умумий сувнинг миқдори:

$$L_{\Sigma} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = 423,5 + 1182,5 + 1045 + 55 = 2706 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Бўтана хажмини аниқлаймиза. Маҳсулотларнинг зичлигини  $d = 2,8 \text{ т/м}^3$  қабул қиламиза.

$$V_n = Q_n \left( \frac{1}{d} + R_n \right) \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$V_1 = 1100 \left( \frac{1}{2,8} + 0,04 \right) = 436,5 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$V_3 = 3850 \left( \frac{1}{2,8} + 0,3 \right) = 2530,0 \text{ --- // ---}$$

$$V_4 = 1100 \left( \frac{1}{2,8} + 1,5 \right) = 2042,5 \text{ --- // ---}$$

$$V_5 = 2750 \left( \frac{1}{2,8} + 0,25 \right) = 1670,0 \text{ --- // ---}$$

$$V_7 = 550 \left( \frac{1}{2,8} + 0,3 \right) = 361,4 \text{ --- // ---}$$

$$V_8 = 1100 \left( \frac{1}{2,8} + 2,5 \right) = 3140,8 \text{ --- // ---}$$

$$V_9 = 550 \left( \frac{1}{2,8} + 0,4 \right) = 416,4 \text{ --- // ---}$$

Икки босқичли янчиш жараёнининг шлам схемаси

Жар. ва мах №	Жараён ва маҳсулот номи	$Q_n$ , т/сут	$P_n$	$W_n$ , м <sup>3</sup> /сут	$B_n$ , м <sup>3</sup> /сут
<b>И</b>	<b>Янчиш</b>				
	Киради:				
1	Руда	1100	0,04	44	436,5
5	Синфлаш кумлари	2750	0,25	687,5	1670
	Сув	-	-	423,5	423,5
	<b>Жами:</b>	<b>3850</b>	<b>0,3</b>	<b>1155</b>	<b>2530</b>
	Чиқади:				
3	Тегирмон бўтанаси	3850	0,3	1155	2530
	<b>Жами:</b>	<b>3850</b>	<b>0,3</b>	<b>1155</b>	<b>2530</b>
<b>ИИ</b>	<b>1-Синфлаш</b>				
	Киради:				
3	Тегирмон бўтанаси	3850	0,3	1155	2530
	Сув	-	-	1182,5	1182,5
	<b>Жами:</b>	<b>3850</b>	<b>0,6</b>	<b>2337,5</b>	<b>3712,5</b>
	Чиқади:				
4	Классификатор Сиви	1110	1,5	1650	2042,5
5	Классификатор кумлари	2750	0,25	687,5	1670
	<b>Жами</b>	<b>3850</b>	<b>0,6</b>	<b>2337,5</b>	<b>3712,5</b>
<b>ИИИ</b>	<b>ИИ - Синфлаш</b>				
	Киради:				
4	Классификатор сливи	1110	1,5	1650	2042,5
9	ИИ-тегирмон сливи	550	0,4	220	416,4
	Сув	-	-	1045	1045
	<b>Жами</b>	<b>1650</b>	<b>1,8</b>	<b>2915</b>	<b>3503,9</b>
	Чиқади:				
8	Гидроциклона сливи	1100	2,5	2750	3140,8
7	Кумлар	550	0,3	165	361,4
	<b>Жами</b>	<b>1650</b>	<b>1,8</b>	<b>2915</b>	<b>3503,9</b>
<b>ИВ</b>	<b>ИИ-Янчиш</b>				
	Киради:				
7	Гидроциклон кумлари	550	0,3	165	361,4
	Сув	-	-	55	55
	<b>Жами</b>	<b>550</b>	<b>0,4</b>	<b>220</b>	<b>416,4</b>
	Чиқади:				
9	Тегирмон сливи	550	0,4	220	416,4
	<b>Жами</b>	<b>550</b>	<b>0,4</b>	<b>220</b>	<b>416,4</b>

**ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ**

- 1.Металлургиядаги истикболли, замонавий йўналишлар хақида нимани биласиз?
- 2.Республикамиздаги металлургик корхоналар амалиётда қўллаётган замонавий жараёнлар хақида тушунча беринг.

3. Гидрометаллургик жараёнларда қўлланиладиган замонавий ускуналардан қайсиларини биласиз?

#### **Фойдаланилган адабиётлар.**

1. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Металлургия благородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.

2. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. Металлургия благородных металлов. - М.: Металлургия, 1997. - 432 с.

3. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.

4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.

5. Степанов Б.А. Расчёты технологических схем золотоизвлекательных заводов и выбор оборудования Учебное пособие. –Т.: ТашГТУ, 1998. - 126 с.

### 3-мавзу: Оксидланган олтин сақловчи рудаларни сорбцион танлаб эритиш технологиясининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.

#### Режа:

1. Сорбцион танлаб эритиш жараёнида қатроннинг оқимини аниқлаш.
2. Сорбцион танлаб эритиш жараёнини ҳисоблаш учун дастлабки зарурий кўрстагичларни аниқлаш.
3. Сорбцион танлаб эритиш технологик схемасини ҳисоблаш ва материаллар балансини тузиш.

#### 3.1. Сорбцион танлаб эритиш кўрсаткичларининг ҳисоби

Сорбцион танлаб эритиш схемасини ҳисоблашда куйидаги асосий кўрсаткичлар ишлатилади :

- сорбцион танлаб эритишнинг давомийлиги (СТЭД);
- смоланинг сорбцион циклининг давомийлиги.

Сорбцион танлаб эритишнинг давомийлиги  $\phi$  танлаб эритиладиган хом ашёнинг ва эритувчининг физика-кимёвий хусусиятига, янчиш даражасига, С:К нисбатлигига, эритувчининг концентрациясига ва ионалмашувчи смолаларнинг сорбциялаш имконига боғлиқ

СТЭД  $\phi$  одатда 4 – 10 соатни ташкил этади. СТЭД бўтанани сорбцион пачукларда, пачукларнинг ҳажмини  $V$  м<sup>3</sup> ва бўтананинг оқимини аниқлайди  $\Pi$ , м<sup>3</sup>/с :

$$\tau = \frac{V}{\Pi} \cdot c$$

СТЭД дастлабки тадқиқотлар билан аниқланади.

Бўтананинг оқими заводнинг белгиланган ишлаб чиқариш унумдорлиги билан аниқланади. Унда пачукларнинг умумий ҳажмини куйидаги тенглама ёрдамида аниқласа бўлади:

$$V = \tau \cdot \Pi, \text{ м}^3$$

Бизнинг шароитда заводнинг белгиланган ишлаб қайта ишлаш унумдорлиги руда бўйича суткасига 1000 т. Унда цианлаш жараёнига келиб тушаётган бўтананинг ҳажми 2857,2 м<sup>3</sup>/сут. БўтанадАги суюқ қаттиқ нисбатлиги  $P = 2,5$  тенг, бу кўрсаткич цианлашда қабул қилинган С:К кўрсаткичисидан икки марта ортиқ ( $P = 1,25 - 1,5$ ). Шу сабабдан бўтана қуюклантирилади. Қуюқлаштирилган бўтананинг ҳажми:

$$V = 995 \left( \frac{1}{2,8} + 1,25 \right) = 1600 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

(бир суткадаАги қайта ишлаш унумдорлиги янчиш бўлиминда отсадка бойитмасини ажратиб олиш ҳисобига 5 тага камайган).

Сорбцион танлаб эритиш давомийлигини 6 соат деб қабул қиламиз, демак бир суткада 4 цикл танлаб эритиш амалга оширилади. Бир циклдаги бўтананинг ҳажми:

$$1600 : 4 = 400 \text{ м}^3.$$

Бўтананинг соат оқими:

$$400 : 6 = 66,6 \text{ м}^3.$$

Бундан келиб чиқган ҳолда пачукларнинг фойдали ҳажми:

$V = 66,6 \cdot 6 = 400 \text{ м}^3$ . Амалиёт кўрсаткичлари бўйича пачуклар сонини 10 деб қабул қиламиз (оддий цианлашда 3 пачук ва сорбцион танлаб эритишда 7). Битта пачукнинг фойдали ҳажми:

$$400 : 10 = 40 \text{ м}^3.$$

Саноатда ишчи ҳажми 20 м<sup>3</sup> бўлган пачуклар ишлаб чиқарилди. Лойиҳалаштириладиган бўлимимизига пачукларни икки қатор ўрнатамиз, ҳар бир қатордаги пачукларнинг сони 10 тадан. Ўрнатилган пачукларнинг ўлчамлари  $D \times H = 2,1 \times 3,6$ . Бўлимда ўрнатилган пачукларнинг умумий сони 20 дона [14].

Пачуклар каскадида бўтана ва смола оқими бир бирига қарама қарши ҳаракатланадилар. Смоланинг оқими қ сорбцион танлаб эритиш жараёнидаги олтиннинг материал баланси бўйича аниқланади:

$$\Pi(C_o - C_k) = q(a_n - a_o),$$

тенгламада  $\Pi$  – смоланинг соатл оқими,  $\text{м}^3$ ,  $C_o$  – оддий цианлашдан сўнг (дастлабки бўтанада) суяқ фазадаги олтиннинг миқдори,  $\text{г}/\text{м}^3$ ,  $C_k$  – охириги пачукдан чиқаётган ташландик бўтанадаги олтиннинг миқдори,  $\text{г}/\text{м}^3$ ,  $a_n$  – циклдан чиқариладиган смоланинг олтин бўйича сиғими,  $\text{г}/\text{кг}$ ,  $a_o$  – десорбциядан сўнг смоладаги олтиннинг қолдиқ миқдори  $\text{г}/\text{кг}$ .

$$q = \frac{\Pi(C_o - C_k)}{a_n - a_o} \frac{[\text{м}^3/\text{с}][\text{г}/\text{м}^3]}{[\text{г}/\text{кг}]}, \text{кг}/\text{с}$$

Олтинни умумий ажратиб олиш даражасини завод бўйича 92 % деб қабул қиламиз. Унда цианлаш Билан ажратиб олиш даражаси:

$$92 - 20 = 72 \%,$$

бу ерда 20 % отсадка жараёнида олтинни ажратиб олиш даражаси.

Оддий цианлашдан сўнг бўтананинг суяқ фазасидаги олтиннинг миқдори:

$$5 \cdot 1000 - 200 \cdot 5 = 4000 \text{ г/сут},$$

$$4000 \cdot 0,72 : 1600 = 1,8 \text{ г}/\text{м}^3.$$

Ташландик бўтанадаги олтиннинг миқдорини  $C_k = 0,05 \text{ г}/\text{м}^3$  тўйинган смоладаги олтиннинг миқдори  $a_n = 11,1 \text{ г}/\text{кг}$ , регенерация бўлимидан келган смоладаги олтиннинг миқдори  $a_o = 0,2 \text{ г}/\text{кг}$  қабул қиламиз:

$$q = \frac{66,6(1,8 - 0,05)}{11,1 - 0,2} = 10,7 \text{ кг}/\text{с} \text{ ёки}$$

$$q = 10,7 : 0,42 = 25,5 \text{ л}/\text{с}$$

0,42 – қуруқ смоланинг зичлиги,  $\text{кг}/\text{л}$ .

Смоланинг оқими смоланинг сорбция цикили  $\phi_c$  билан аниқланади Амалиёт кўрсаткичлари бўйича бўтанадаги смоланинг хажми 1,0-2,5 % тенг.  $\phi_c$  смолани бир вақтнинг ўзида юкланиши  $B$  ва смоланинг оқими  $q$  Билан боғлиқдир:

$$\phi_c = B : q, \text{ с.}$$

Бўтананинг умумий хажми  $400 \text{ м}^3/\text{сут}$  бўлса ва ундаги смоланинг хажми 1,5 % қабул қилсак, бир вақтнинг ўзида юкланадиган смоланинг миқдори:

$$400 \cdot 0,7 \cdot 0,015 = 4,2 \text{ т.}$$

бу ерда 0,7 – сорбцион танлаб эритиш пачукларининг қисми  $(10 - 3) : 10 = 0,7$ ). Смоланинг сорбция цикилининг давомийлиги:

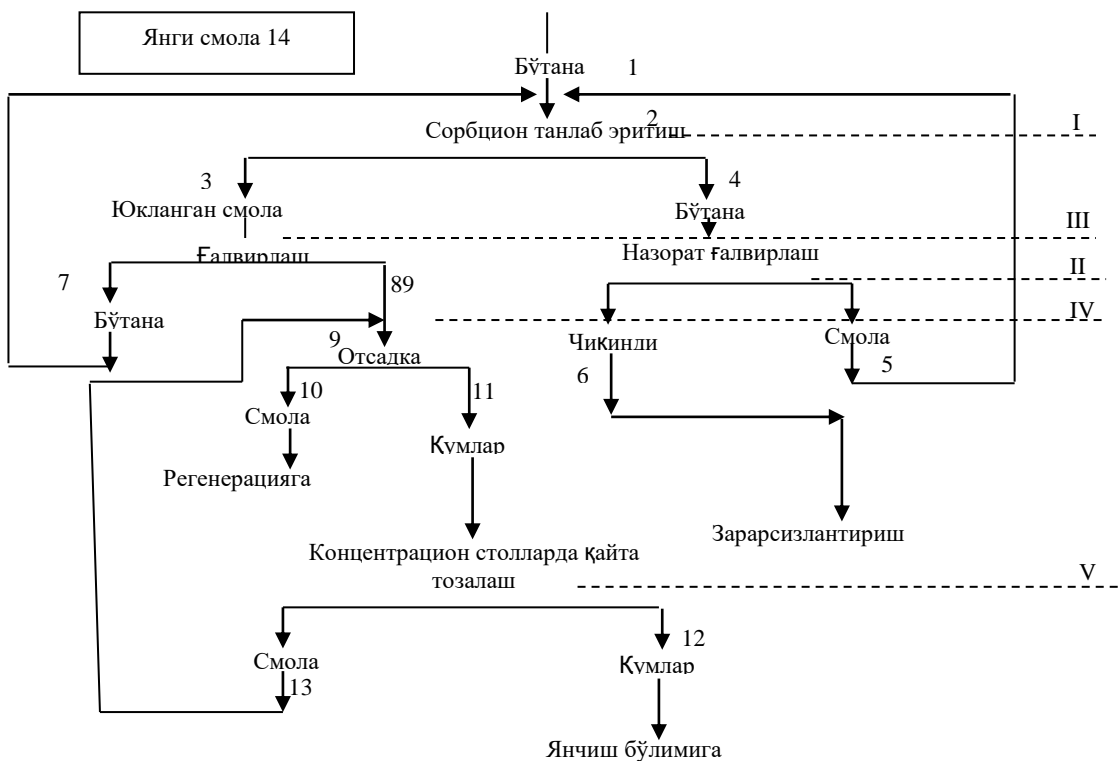
$$\tau_c = \frac{4200}{25,5} = 165 \text{ с}$$

бу ерда 25,5 – смоланинг соат оқими. Аниқланган смоланинг сорбцион цикилининг давомийлиги амалиёт кўрсаткичларига тўғри келади (160-180 соат).

### 3.2. Сорбцион танлаб эритиш схемасини танлаш ва ҳисоблаш

Сорбцион танлаб эритишнинг технологик схемаси 3.1 расмда келтирилган.

Схемада 7 жараён (5 бўлиниш жараёнлари а 2 қўшилиш жараёни), 14 (руда, смола, бўлиниш жараёнларининг 10 маҳсулоти ва қўшилиш жараёнларининг 2 маҳсулоти). Ҳисобот битта компонент – смола бўйича олиб борилади.



6.1. – расм. Сорбцион танлаб эритиш схемаси

$$N_n = C(n_p - a_p) = 1(10 - 5) = 5 = N_\varepsilon$$

$$(N_\gamma = 0, N_\beta = 0)$$

Смоланинг бир суткадаги оқими:

$$10,7 \cdot 24 = 256,8 \text{ кг}$$

Керакли 5 дастлабки ажратиб олиш кўрсаткичлардан куйдагиларни танлаймиз  $e_{10}$  и  $e_{12}$ ,  $E_{10}$ ,  $E_8$  и  $E_3$ .

Амалиёт кўрсаткичлари бўйича смоланинг механик ёқолиши 1 тонна рудага 0,0316 кг Ёки лойихалаштириладиган бўлимнинг қайта ишла қуввати бўйиса

$$0,0316 \cdot 995 = 31,44 \text{ кг/сут,}$$

фоиз ҳисобида  $31,44 : 256,8 \cdot 100 = 12,25 \%$ . Десорбцияга бериладиган тўйинган смоланинг ажратиб олиш даражаси:

$$e_{10} = e_{14} - 12,25 = 100 - 12,25 = 87,75 \%$$

Смолани кумлар билан ёқолишини  $e_{12} = 10 \%$  қабул қиламиз. Унда ташландиқ чиқиндилар билан смоланинг:

$$e_6 = e_{14} - e_{10} - e_{12} = 100 - 87,75 - 10 = 2,25 \%$$

Қолган шахсий ажратиб олиш даражаларини куйидагича қабул қиламиз:

- товарли смолага шахсий ажратиб олиш  $E_{10} = 86,5 \%$ ;

- ИИИ ғалвирлаш жараёнида ғалвир усти маҳсулотга ажратиб олиш  $E_8 = 97 \%$ ;

- «ҳомаки смолага» ажратиб олиш  $E_3 = 97,5 \%$ .

$$\varepsilon_9 = \frac{\varepsilon_{10}}{E_{10}} = \frac{87,8}{86,5} \cdot 100 = 101,5\%$$

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_4 - \varepsilon_{10} = 101,5 - 87,8 = 13,7\%$$

$$\varepsilon_{13} = \varepsilon_4 - \varepsilon_{12} = 13,7 - 10,0 = 3,7\%$$

$$\varepsilon_8 = \varepsilon_9 - \varepsilon_{13} = 101,5 - 3,7 = 97,8\%$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\varepsilon_8}{E_8} = \frac{97,8}{97,0} \cdot 100 = 100,8\%$$

$$\varepsilon_7 = \varepsilon_3 - \varepsilon_8 = 100,8 - 97,8 = 3,0\%$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\varepsilon_3}{E_3} = \frac{100,8}{97,5} \cdot 100 = 103,4\%$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_2 - \varepsilon_3 = 103,4 - 100,8 = 2,6\%$$

$$\varepsilon_6 = \varepsilon_{14} - \varepsilon_{10} - \varepsilon_{12} = 100,0 - 87,75 - 10,0 = 2,25\%$$

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_4 - \varepsilon_6 = 2,6 - 2,3 = 0,3\%$$

### 3.3. Сорбцион танлаб эритиш жараёнининг шлам ва миқдор схемасини ҳисоби

Сорбцион танлаб эритишда қум фракциясининг чиқишини 0,5 % қабул қиламиз – 0,5 % ,  
демак.

$$(1000 - 5) \cdot 0,005 = 4,98 \text{ т.}$$

Суюқ чиқиндилардаги қаттиқ маҳсулотнинг миқдори:

$$995 - 4,98 = 990 \text{ т.}$$

Ғалвир устидаги қаттиқ маҳсулотнинг миқдори 8,3 т.

Сорбцион танлаб эритиш жараёнининг миқдор схемаси 3.1 жадвалда келтирилган

3.1. жадвал

Сорбцион танлаб эритиш жараёнининг миқдор схемаси

Жар. ва мах. №	Жараён ва маҳсулот номи	К <sub>н</sub> , т/сут	Г <sub>н</sub> , %	В <sub>н</sub> , %	е, %	П кг/сут
<b>И</b>	<b>Сорбцион танлаб эритиш</b>					
	Киради:					
1	Цианли бўтана	995	-	-	-	-
7	ИИИ ғалвирлашдан кейинги бўтана	3,04	-	-	3,0	7,7
5	ИИ ғалвирлаш смоласи	-	-	-	0,3	0,77
14	Янги смола	0,257	-	2	100,0	257,0
	<b>Жами</b>	<b>998,3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>103,3</b>	<b>265,5</b>
	Чиқади:					
3	Ғалвир устидаги маҳсулот	8,3	-	-	100,8	259,0
4	Ташландиқ суюқ чиқиндилар	990	-	-	2,6	6,68
	<b>Жами</b>	<b>998,3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>103,3</b>	<b>265,5</b>
<b>ИИ</b>	<b>Назорат ғалвирлаш</b>					
	Киради:					
4	Бўтана	990	-	-	2,6	6,68
	<b>Жами</b>	<b>990</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,6</b>	<b>6,68</b>
	Чиқади:					
5	Смола				0,3	0,77
6	Чиқиндилар зарарсизлантиришга	990	-	-	2,25	5,78
	<b>Жами</b>	<b>990</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,6</b>	<b>6,68</b>
<b>ИИИ</b>	<b>Ғалвирлаш</b>					
	Киради:					
3	Ғалвир устидаги маҳсулот	8,3	-	-	100,8	259,0
	<b>Жами</b>	<b>8,3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>100,8</b>	<b>259,0</b>
	Чиқади:					



8	«Ҳомаки смола»	5,26	-	-	97,8	251,3
7	Бўтана	3,04	-	-	3,0	7,7
	<b>Жами</b>	<b>8,3</b>	-	-	<b>100,8</b>	<b>259,0</b>
<b>ИВ</b>	<b>Отсадка</b>					
	Киради:					
8	«Ҳомаки смола»	5,26	-	-	97,8	251,3
13	Қайта тозалашдан чиқган смола	$9,5 \cdot 10^{-3}$	-	-	3,7	9,5
	<b>Жами</b>	<b>5,269</b>	-	-	<b>101,5</b>	<b>260,8</b>
	Чикади:					
10	Смола регенерацияга	0,257	-	-	87,6	225,1
11	Кумлар	5,012	-	-	13,7	35,2
	<b>Жами</b>	<b>5,269</b>	-	-	<b>101,5</b>	<b>260,8</b>
<b>В</b>	<b>Қайта тозалаш</b>					
	Киради:					
11	Кумлар	5,012	-	-	13,7	35,2
	<b>Жами</b>	<b>5,012</b>	-	-	<b>13,7</b>	<b>35,2</b>
	Чикади:					
13	Смола отсадкага	$9,5 \cdot 10^{-3}$	-	-	3,7	9,5
12	Кумлар қайта янчишга	5,002	-	-	10,0	25,7
	<b>Жами</b>	<b>5,012</b>	-	-	<b>13,7</b>	<b>35,2</b>

### 3.2. -жадвал

#### Сорбцион танлаб эритишнинг шлам схемаси

№ .жар. ва махс. номи	Жараён ва махсулотнинг номланиши	$K_n$ , т/сут	$P_n$	$W_n$ , м <sup>3</sup> /сут	$B_n$ , м <sup>3</sup> /сут
<b>I</b>	<b>Сорбцион танлаб эритиш</b>				
	Киради:				
1	Цианли бўтана	995	1,25	1243,8	1600
7	III ғалвирлашдан кейинги бўтана	3,04	1,25	3,8	4,88
14	Янги смола	0,257	-	0,33	0,33
	<b>Жами</b>	<b>998,3</b>	-	<b>1247,5</b>	<b>1605,2</b>
	Чикади:				
3	Ғалвир устидаги махсулот	8,3	1,25	10,4	13,34
4	Ташландиқ сууқ чиқиндилар	990	1,25	1237,1	1591,8
	<b>Жами</b>	<b>998,3</b>	-	<b>1247,5</b>	<b>1605,2</b>
<b>II</b>	<b>Назорат ғалвирлаш</b>				
	Киради:				
4	Бўтана	990	1,25	1237,1	1591,8
	<b>Жами</b>	<b>990</b>	<b>1,25</b>	<b>1237,1</b>	<b>1591,8</b>

	Чикади:				
5	Қатрон		-	-	-
6	Чиқиндилар зарарсизлантиришга	990	1,25	1237,1	1591,8
	<b>Жами</b>	<b>990</b>	<b>1,25</b>	<b>1237,1</b>	<b>1591,8</b>
<b>III</b>	<b>Ғалавирлаш</b>				
	Киради:				
3	Ғалвир устидаги маҳсулот	8,3	1,25	10,4	13,34
	<b>Жами</b>	<b>8,3</b>	<b>1,25</b>	<b>10,4</b>	<b>13,34</b>
	Чикади:				
8	«Ҳомаки смола»	5,26	1,25	6,6	8,46
7	Бўтана	3,04	1,25	3,8	4,88
	<b>Жами</b>	<b>8,3</b>	<b>1,25</b>	<b>10,4</b>	<b>13,34</b>
<b>IV</b>	<b>Чуктириш</b>				
	Киради:				
8	«Ҳомаки смола»	5,26	1,25	6,6	8,46
13	Қайта тозалашдан чиққан смола	$9,5 \cdot 10^{-3}$	1,0	$9,5 \cdot 10^{-3}$	0,013
	<b>Жами</b>	<b>5,269</b>	<b>1,25</b>	<b>6,61</b>	<b>8,47</b>
	Чикади:				
10	Смола регенерацияга	0,257	1,0	0,257	0,42
11	Қумлар	5,012	1,25	6,353	8,05
	<b>Жами</b>	<b>5,269</b>	<b>1,25</b>	<b>6,61</b>	<b>8,47</b>
<b>V</b>	<b>Қайта тозалаш</b>				
	Киради:				
11	Қумлар	5,012	1,25	6,353	8,05
	<b>Жами</b>	<b>5,012</b>	<b>1,25</b>	<b>6,353</b>	<b>8,05</b>
	Чикади:				
13	Қатрон чуқтиришга	$9,5 \cdot 10^{-3}$	1,0	$9,5 \cdot 10^{-3}$	0,013
12	Қумлар қайта янчишга	5,002	1,25	6,34	8,037
	<b>Жами</b>	<b>5,012</b>	<b>1,25</b>	<b>6,353</b>	<b>8,05</b>

### ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Қатрон чуқтириш деганда нимани тушунасиз?
2. смола регенерацияси.
3. Гидрометаллургияда қўлланиладиган асосий жараёнлар

### Фойдаланилган адабиётлар

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгохлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Interment Iginiring, 2003. – 464 с.
3. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.
4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.

**4-мавзу: Олтинга тўйинган қатрондан олтинни десорбциялаш ва қатронни регенерациялаш жараёнининг технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.**

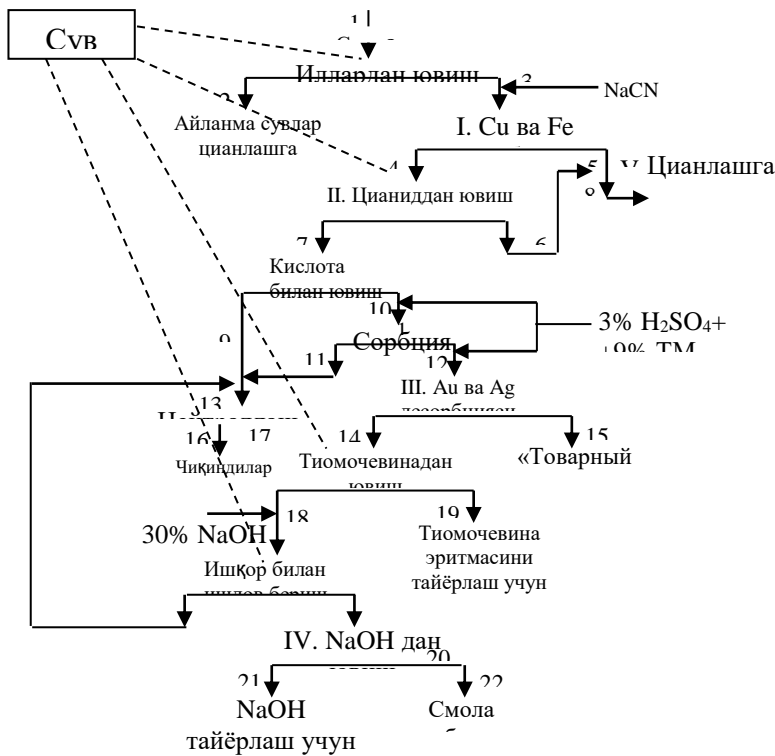
**Режа:**

1. Тўйинган смолани регенерациялаш технологик схемасида жараёнлар ва маҳсулотлар миқдорини аниқлаш.
2. Регенерация жараёнининг шлам схемасини ҳисоблаш.
3. Регенерация жараёнининг миқдор схемасини ҳисоблаш.

Олтинни эримаёдиган анодлар билан электролиз жараёнини ҳисобидан олдин, муамолала қанча эритма хажми ва қанча олтин маждулигини билиш учун сорбция бўлимидан олтинга тўйинган смолани деорбциялаш жараёнини ҳисоботини бажарамиз. Малакавий битирув ишида берилган вазифа бўйича электролиз бўлимига **2,5 м<sup>3</sup>** тиомочевинали эритма олтинни тиклаш учун тушади. Бу хажмдаги эритма олиш учун десорбция жараёнига сорбциялаш бўлимидан тушаётган олтинга тўйинган смоланинг **351,7 кг** дир.

**4.1. Тўйинган смолани десорбциялаш жараёнининг миқдор схемасини ҳисоби**

Олтинга тўйинган смолани десорбциялаш жараёнининг схемаси 3.1. расмда кўрсатилган.



**4.1. –расм Тўйинган смолани десорбциялаш схемаси**

Смолани десорбциялаш схемасининг ҳисобини олтин бўйича олиб борамиз. Ҳисоблаш учун тўйинган смоладан олтинни даврий схема бўйича десорбциялашни танлаймиз.

Схема бўйича олтин фақат 5 та жараёнда иштироқ этади 4 бўлиниш жараёнлари (I, II, III ва IV) ва битта қўшилиш жараёни (B); схемада 10 та маҳсулот (смола, 8 та бўлиниш жараёнларининг маҳсулотлари ва 1 та қўшилиш жараёнларининг маҳсулоти. Ҳисобни битта компонент олтин бўйича олиб борамиз.

$$N_n = N_\epsilon = C(n_p - a_p) = 1(8 - 4) = 4$$

Схемани ҳисоблаш учун дастлабки ажратиб олиш кўрсаткичлардан куйидагиларни танлаймиз:

- «товарный регенератга» олтинни ажратиб олиш:

$$\epsilon_{15} = \frac{11,1 - 0,2}{11,1} \cdot 100 = 98,2\%$$

бу ерда 11,1 ва 0,2 – олтиннинг тўйинган ва регенерланган смоладаги миқдори г/кг;

- мис ва темирни десорбциялашдан сўнг олтинни эритмага шахсий ажратиб олиш кўрсаткичиси  $E_5 = 12,96\%$  ;

- мис ва темирни десорбциялашдан сўнг олтинни эритмага ажратиб олиш кўрсаткичиси  $\varepsilon_8 = 15,0\%$  и  $E_8 = 100,67\%$

- цианидни десорбциялашдан сўнг олтинни эритмага шахсий ажратиб олиш кўрсаткичиси  $\varepsilon_7 = \varepsilon_4 - \varepsilon_6 = 100,1 - 0,1 = 100,0\%$

Мис ва темирни десорбциялашдан сўнг олтинни эритмага ажратиб олиш даражаси:

$$\varepsilon_5 = \frac{\varepsilon_8}{E_8} = \frac{15}{100,67} \cdot 100 = 14,9\%$$

Иллардан ювишдан сўнг олтинни смолага ажратиб олиш даражаси:

$$\varepsilon_3 = \frac{\varepsilon_5}{E_5} = \frac{14,9}{12,96} \cdot 100 = 115,0\%$$

Цианиддан ювишдан сўнг олтинни эритмага ажратиб олиш даражаси:

$$\varepsilon_6 = \varepsilon_8 - \varepsilon_5 = 15,0 - 14,9 = 0,1\%$$

Мис ва темирни десорбциялашдан сўнг олтинни смолага ажратиб олиш даражаси:

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_3 - \varepsilon_5 = 115,0 - 14,9 = 100,1\%$$

Регенерациялашдан сўнг олтинни смолага ажратиб олиниши:

$$\varepsilon_{22} = \varepsilon_7 - \varepsilon_{15} = 115,0 - 98,2 = 1,8\%$$

Микдор ва шлам схемасининг ҳисоби смоланинг хажмий микдорига олиб борилади (шишган смоланинг зичлиги  $1,1 \text{ т/м}^3$  ).

Ювиш сувларининг ва зарур бўлган эритмаларнинг хажми амалиёт кўрсаткичларидан олинган.

Десорбция бўлимининг смола бўйича бир суткадаги ишлаб чиқариш унумдорлиги:

$$351,7 : 1,1 = 319,7 \text{ л.}$$

Десорбция жараёнининг микдор схемасини ҳисоби 3.1. жадвалида келтирилган.

## Смолани десорбциялашнинг микдор схемаси

Жар. ва мах №	Жараён ва маҳсулотларнинг номи	Қ <sub>н</sub> , т/сут	Г <sub>н</sub> , %	В <sub>н</sub> , %	е, %	П кг/сут
<b>И</b>	<b>Си ва Fe десорбцияси</b>					
	Киради:					
3	Ювилган смола	351,7	115,0	11,1	115,0	3903,9
	<b>Жами</b>	<b>351,7</b>	<b>115,0</b>	<b>11,1</b>	<b>115,0</b>	<b>3903,9</b>
	Чикади:					
4	Миссизланган смола	351,7	115,0	9,7	100,1	3411,5
5	Элюат	-	-	-	15,9	492,4
	<b>Жами</b>	<b>351,7</b>	<b>115,0</b>	<b>9,7</b>	<b>115,0</b>	<b>3903,9</b>
<b>ИИ</b>	<b>Цианиддан ювиш</b>					
	Киради:					
4	Миссизланган смола	351,7	115,0	9,7	100,1	3411,5
	<b>Жами</b>	<b>351,7</b>	<b>115,0</b>	<b>9,7</b>	<b>100,1</b>	<b>3411,5</b>
	Чикади:					
7	Циансиз смола	351,7	115,0	9,7	100,0	3395
8	Циан эритмаси	-	-	-	-	16,5
	<b>Жами</b>	<b>351,7</b>	<b>115,0</b>	<b>9,7</b>	<b>100,1</b>	<b>3411,5</b>
<b>ИИИ</b>	<b>Десорбция Au и Ag</b>					
	Киради:					
12	Тиомочевинага тўйинган смола	351,7	115,0	9,7	100,0	3395
	<b>Жами</b>	<b>351,7</b>	<b>115,0</b>	<b>9,7</b>	<b>100,1</b>	<b>3395</b>
	Чикади:					
15	Товарный регенерат	-	-	-	98,2	3333,9
14	Олтинсизланган смола	351,7	115,0	0,2	1,8	61,1
	<b>Жами</b>	<b>351,7</b>	<b>115,0</b>	<b>9,7</b>	<b>100,1</b>	<b>3395</b>
<b>ИВ</b>	<b>Ишқордан ювиш</b>					
	Киради:					
21	Ишқорланган смола	347,6	115,0	0,2	1,8	61,1
	<b>Жами</b>	<b>347,6</b>	<b>115,0</b>	<b>0,2</b>	<b>1,8</b>	<b>61,1</b>
	Чикади:					
22	Смола сорбцияга	347,6	115,0	0,2	1,8	61,1
	<b>Жами</b>	<b>347,6</b>	<b>115,0</b>	<b>0,2</b>	<b>1,8</b>	<b>61,1</b>

## 4.2. Тўйинган смолани десорбциялашнинг шлам схемасини ҳисоби

Смоланинг бир суткадаги оқими:

$$12,56 : 1,1 \cdot 24 : 0,85 = 319,7 \text{ л.}$$

Десорбциялаш жараёнининг шлам схемаси жадвалида келтирилган.

**Жадвали**

**Смолани десорбциялашнинг шлам схемаси**

Жар. ва мах. №	Жараён ва маҳсулотларнинг номи	Қ <sub>н</sub> , т/сут	Р <sub>н</sub>	W <sub>н</sub> , м <sup>3</sup> /сут	В <sub>н</sub> , м <sup>3</sup> /сут
<b>И</b>	<b>Илларни ювиш</b>				
	Киради:				
1	Тўйинган смола	319,7	3	0,95	1,27
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>3</b>	<b>0,95</b>	<b>1,27</b>
	Чикади:				
3	Ювилган смола	319,7	1	0,32	0,64
2	Айланма сувлвр цианлашга	-	-	0,63	0,63
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>3</b>	<b>0,95</b>	<b>1,27</b>
<b>2</b>	<b>Си ва Фе десорбцияси</b>				
	Киради:				
3	Ювилган смола	319,7	5	1,6	1,92
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,92</b>
	Чикади:				
4	Миссизланган смола	319,7	1	0,32	0,64
5	Элюат	-	-	1,28	1,28
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,92</b>
<b>3</b>	<b>Цианиддан ювиш</b>				
	Киради:				
4	Миссизланган смола	319,7	5	1,6	1,92
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,92</b>
	Чикади:				
7	Безциановая смола	319,7	1	0,32	0,64
8	Цианистый раствор	-	-	1,28	1,28
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,92</b>
<b>4</b>	<b>Кислота билан ишлов бериш</b>				
	Киради:				
7	Циансиз смола	319,7	6	1,9	2,2
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>6</b>	<b>1,9</b>	<b>2,2</b>
	Чикади:				
10	Рухсиз смола	319,7	2	0,32	0,64
9	Рух купороси эритмаси	-	-	1,6	1,6
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>6</b>	<b>1,9</b>	<b>2,2</b>
<b>5</b>	<b>Тиомочевинани сорбцияси</b>				
	Киради:				
10	Рухсиз смола	319,7	1,5	0,48	0,77
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>1,5</b>	<b>0,48</b>	<b>0,77</b>
	Чикади:				
12	Тиомочевинага тўйинган смола	319,7	1,0	0,32	0,64
11	Нордон эритма	-	-	0,16	0,16
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>1,5</b>	<b>0,48</b>	<b>0,77</b>
<b>6</b>	<b>Au ва Ag десорбцияси</b>				

	Киради:				
12	Тиомочевинага туйинган смола	319,7	8,8	2,82	3,14
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>8,8</b>	<b>2,82</b>	<b>3,14</b>
	Чикади:				
15	«Товарный регенерат»	-	-	1,29	1,29
14	Олтинсизланган смола	319,7	1	0,32	0,64
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>		<b>2,82</b>	<b>3,14</b>
<b>7</b>	<b>Тиомочевинадан ювиш</b>				
	Киради:				
14	Олтинсизланган смола	319,7	3	0,95	1,27
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>3</b>	<b>0,95</b>	<b>1,27</b>
	Чикади:				
19	Раствор тиомочевини	-	-	0,63	0,63
18	Тозаланган смола	319,7	1	0,32	0,64
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>1</b>	<b>0,95</b>	<b>1,27</b>
<b>8</b>	<b>Ишқорий ишлов бериш</b>				
	Киради:				
18	Тозаланган смола	319,7	5	1,6	1,92
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,92</b>
	Чикади:				
20	Ишқорланган смола	319,7	1	0,32	0,64
16	Ишқор эритмаси	-	-	1,28	0,6
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,92</b>
<b>9</b>	<b>Ишқордан ювиш</b>				
	Киради:				
20	Ишқорланган смола	319,7	3	0,95	1,27
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>3</b>	<b>0,95</b>	<b>1,27</b>
	Чикади:				
22	Смола сорбцияга	319,7	1	0,32	0,64
21	Ишқор эритмаси	-	-	0,63	0,63
	<b>Жами</b>	<b>319,7</b>	<b>3</b>	<b>0,95</b>	<b>1,27</b>
<b>10</b>	<b>Нейтраллаш</b>				
	Киради:				
9	Рух купороси эритмаси	-	-	1,6	1,6
11	Ишқор эритмаси	-	-	0,63	0,63
16	Ишқор эритмаси	-	-	1,28	1,28
	<b>Жами</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,51</b>	<b>3,51</b>
	Чикади:				
17	Эритма чиқиндига	-	-	3,51	3,51
	<b>Жами</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,51</b>	<b>3,51</b>

Десорбция жараёнидаги ҳар битта жараёнларнинг давомийлиги қуйидагича :

- 1) Иллардан ювиш – 3-4 с;
- 2) Цианид билан ишлов бериш – 30-36 с;
- 3) Цианиддан ювиш – 15-20 с;
- 4) Кислота билан ишлов бериш -30-36 с;
- 5) Тиомочевина сорбцияси – 30-36 с;
- 6) Олтинни десорбцияси – 75-90 с;
- 7) Тиомочевинадан ювиш -15-18 с;
- 8) Ишқор билан ишлов бериш – 15-18 с;
- 9) Ишқордан ювиш -15-18 с.

### **ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ**

1. Иллардан ювиш тушунчаси.
2. Ишқорий эритмалар ва уларнинг хоссалари.
3. Рух купороси эритмасида қўлланиладиган асосий жараёнлар

### **Фойдаланилган адабиётлар**

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгохлари. - Дарслик. - Навоӣ 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Interment Iginiring, 2003. – 464 с.
3. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.
4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.



## **5-мавзу: Сульфид-маргумушли олтин сақловчи руда ва бойитмаларни биотехнологик жараёнларни қўллаб қайта ишлаш схемаларини таҳлил қилиш.**

### **Режа:**

1. Тўйинган смолани регенерациялаш технологик схемасида жараёнлар ва маҳсулотлар миқдорини аниқлаш.
2. Регенерация жараёнининг шлам схемасини ҳисоблаш.
3. Регенерация жараёнининг миқдор схемасини ҳисоблаш.

**Таянч сўз ва иборалар:** чанларда бактериялар танлаб эритиш, қайсар сульфидли, олтин-маргумушли руда, бактериялар оксидлаш, арсенопирит ва пирит минераллари, цианли эритма, бактериялар фаоллиги, маргумушдан тозалаш, реакторларнинг умумий фойдали хажми, темир арсенати.

1. Ишлаб чиқилган илмий асослар ва саноат амалиёти шуни кўрсатдики, чанларда бактериялар танлаб эритиш жараёни, бошқа гидрометаллургик усуллар билан қўлланиши учун бир қатор афзалликларга эга, хусусан бу усулни қийин қайта ишланадиган минерал хомашёларни қайта ишлашда қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Чанларда бактериялар танлаб эритиш жараёни қайсар сульфидли олтин-маргумушли руда ва бойитмаларни қайта ишлашда кенг қўлланилмоқда. Бу йўналишда олиб бориладиган ишлар 20 аснинг 80 йилларида жадал суратлар билан ривожлана бошлади.

Барча олиб борилган ишларнинг натижалари шуни кўрсатдики, олтин сақловчи арсенопирит ва пирит минералларини бактериялар оксидлаш жараёнидан сўнг, олтинни цианли эритмага ажратиш олиниши 95-98% гача ошади. Масалан Зимбабве, Малайзия ва Жанубий Африка давлатларида таркибида 7-8% маргумуш ва 11-58 г/т гача олтин бўлган олтинсақловчи бойитмаларни бактериялар танлаб эритишдан сўнг, бойитма таркибидаги арсенопирит ва пиритнинг оксидланиш даражаси 95-98% ташкил этди ва бунинг натижасида 95% олтинни ажратиш олиш имконияти пайдо бўлди. Шуниндек олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики пирит минералининг танлаб эритиш тезлиги, бойитма таркибидаги арсенопиритнинг асосий қисми танлаб эритилганидан сўнг кескин ошади. Бактериялар фаоллигининг пасаймаслиги, учун бактериялар танлаб эритиш эритмаларида маргумушнинг миқдори 20 г/л дан ошмаслиги керак, шу сабабдан эритмаларнинг бир қисмини маргумушдан тозалаш учун танлаб эритиш жараёнидан чиқариш тавсия этилади. Бактериялар танлаб эритиш жараёнининг афзалликларини қуйидаги мисолларда ҳам кўриш мумкин:

- Чинола (Канада) и Поргера (Папуа - Новая Гвинея) конларининг пиритли олтинсақловчи бойитмаларини бактериялар танлаб эритишда ( $35^{\circ}\text{C}$ , С:К= 5:1, рН 2-1,8, темир

(ИИИ)- 35 г/л) пиритнинг оксидланиш даражаси 88% ни, олтинни цианлаш усули билан ажратиб олиниши эса 91-94% ни ташкил этди;

- мис-пиритли олтинсақловчи бойитмаларни (темир- 34,7%, олтингугурт - 39,7%, марғимуш - 0,4%, мис 1%, олтин - 13,4 г/т) оксидловчи куйдири-сульфат кислотада танлаб эритиш - цианлаш ва бактериалтанлаб эритиш – цианлаш усулларида қайта ишлаш жараёнлари таққосланганда, олтинни ажратиб олиш даражаси бактериал танлаб эритиш – цианлаш усулини қўллаганда юқоририқдир.

Бактериал танлаб (БТ) эритишнинг биринчи саноат ускунаси 1986 йилда Фэйрвью (ЖАР) конида ишга туширилган. Ускунанинг бойитма бойича қайта ишлаш унумдорлиги 10 т/сут эди, сўнгра унинг унумдорлиги 55 т/сут (1991 йил) кўтарилган. Бу ускунада таркибида 8-10% марғимуш, 24-29% олтигугурт, 120-140 г/т олтин бўлган қайсар бойитмалар қайта ишланади. Бойитмадаги 70% олтин доначаларининг йириклиги 2 мкм дан кам ва бу олтин арсенопирит ва пирит минераллари билан ассоциацияланган. Бу бойитмаларни тўғридан-тўғри цианлашда олтинни ажаратиб олиш даражаси 35% дан ошмайди. Бактериал танлаб эритиш ва цианлаш усулини қўллаганда эса олтиннинг ажаратиб олиш даражаси 95% гача кўтарилди. (1 ва 2 расм)

Танлаб эритиш учун заводда ҳар биттасининг ҳажми 90 м<sup>3</sup> бўлган 10 реактор ўрнатилган. Реакторларнинг умумий фойдали ҳажми 764 м<sup>3</sup> ташкил этади. Танла эритиш 4 сутка давом этилган. Бўтананинг ҳарорати 40 - 45<sup>0</sup>С , рН 1,8 - 1,2 ни ташкил этган. Бўтанадаги кислороднинг қолдиқ миқдори 2 мг/л кўрсаткичисида ушлаб турилади. Танлаб эритишдан сўнг марғимушли эритмаларнинг нейтраллаши оҳак ёки “оҳак сут” билан икки босқичда олиб борилади. Биринчи босқичда рН кўрсаткичиси 5, иккинчи босқичда эса 8 ни ташкил этади. Бунинг натижасида қийин эрувча темир арсенати (FeAsO<sub>4</sub>)(FeO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ва кальций сульфати ҳосил бўлади. Чўкмага тушган темир арсенати мустаҳкам бирикма ва рН 3-10 ларда эримади. Чўктиришдан сўнг эритмадаги марғимушнинг миқдори 0,5 мг/л дан ошмайди.

### **ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ.**

1. Сульфид-марғимушли олтин сақловчи руда деганда нимани тушунаси?
2. Бойитмаларни биотехнологик жараёнларни қўллаб қайта ишлаш схемаларини таҳлили.
3. Тўйинган смолани регенерациялаш қандай схемада олиб борилади?
4. Технологик схемада жараёнлар ва маҳсулотлар миқдори қандай аниқланади?
5. Регенерация жараёнининг шлам схемаси деганда нимани тушунаси?
6. Регенерация жараёнининг миқдор схемаси қандай ҳисобланади?

## ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгохлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Interment Iginiring, 2003. – 464 с.
3. Стрижко Л.С. Metallургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.
4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.

## **6-мавзу: Бактериал оксидлаш жараёнларини қўллаб рангли металл рудаларини қайта ишлаш схемаларини таҳли қилиш.**

### **Режа:**

1. Бактериал оксидлаш жараёнларининг моҳияти.
2. Рангли металл рудаларини қайта ишлаш схемаларида бактериал оксидлаш жараёнлари.
3. Рангли металл рудаларини бактериал оксидлаш.

**Таянч сўз ва иборалар:** қимматбаҳо хомашё, мис-рухли конлар, рух ва пирит бойитмалари, айланувчи маҳсулот, қимматбаҳо моддалар, қайсар флотацион бойитма, минераллар депрессияси.

Мис-рухли рудалар қимматбаҳо хомашё ҳисобланади ва бу бойитмаларни комплекс қайта ишлаш масаласи кўп йиллар давомида ўрганиб келинмоқда. Масалан, Россиянинг “Сибайский медно-серный комбинати” томонидан Урал регионида жойлашган, таркибида 90% мис-рухли рудалар бўлган конлар қайта ишланади. Бу турдаги рудаларни қайта ишлашда асосий аҳамият юқори сифатли мис, рух ва пирит бойитмаларни олишга қаратилади..

Урал регионидаги мис-рухли конларнинг рудалари қийин бойитиладиган рудалар турига киради. Бойитилишнинг қийнчилиги, руда таркибидаги сульфид минералларнинг майинлиги, уларни бир-бири билан чамбарчас боғланганлиги, руда таркибида миснинг турли минералларнинг мавжудлиги ва уларни турли флотацияланувчи хусусиятга эга бўлганлиги, шуниндек руда таркибида мис ва рух минералларини бир-биридан ажралишини қийинлаштирувчи мис сульфатининг (хальканит минерали кўринишида) мавжудлиги билан тушунтирилади. Айтилганлардан ташқари руда таркибидаги сфалерит минералининг кўп қисми мис фаоллантирилган. Асосий руда минералларидан ташқари – пирит, сфаоерит ва халькопирит, руда таркибида теннантит, ковеллин, борнит, халкозин, галенит, барит ва б. минераллар учрайди. Руданинг мурракаб минералогик тузилиш, минералларни бир-бири билан чамбарчас боғланганлиги, бу рудалар таркибидаги сульфид минералларни алоҳидаги маҳсулотларга ажратиб олишни қийинлаштириди. Масалан Урал конлардаги мис-рухли рудалардаги сульфидларнинг очилиши -0,043 мм синфда 90% ни ташкил этади.

Юқорида айтиб чиқилган руданинг хусусиятлари рух ва мисни чиқиндилар билан йўқолишига олиб келади, шуниндек бойитиш натижасида, сульфид минералларни бир-биридан тўлиқ ажратиб олинмаслиги сабабли, таркибида мис ва рухдан ташқари олтин, кумуш, кадмий, олтингургрт ва бошқа элементларни сақловчи кондицияга тўғри келмайдиган (некондиционий) саноат маҳсулотлари ҳосил бўлади. Бу маҳсулотлар бойитиш схемасини айланмувчи маҳсулот сифатида айланади ва якуний маҳсулотнинг сифатини туширади.

Ҳосил бўлган “некондицион” маҳсулотларни, анъанавий бойитиш усуллари билан селектив ажратиб олиш, технологик ва иқтисодий нуқтаи назардан кам самаралийдир. Ўта майин

янчига қарамасдан (-0,043 мм синф 99%), рух ва мис минералларининг асосий қисми бир – бири ва пирит билан чамбарчас боғлиқдир ва бунинг натижасида флотацион бойитишда селектив бойитма олиш имконияти йўқ.

Мис ва рухни, қайсар флотацион бойитмалардан тўлароқ ажратиб олиш, минералларнинг кристаллик панжраларини, пирометаллургик ёки гидрометаллургик усуллар ёрдамида парчалаш йўли билан, амалга оширилиши мумкин.

Металларни ажратиб олиш кўрстагичини оширишга, минералогик хомашёни, комбинерланган технологияларни қўллаб қайта ишлаганда эришиш мумкин. “Некондицион” саноат маҳсулотларини, алоҳидаги босқичда комбинерланган металлургик усулларни қўллаб қайта ишлаш, қимматбаҳо моддаларни ажратиб олиш кўрстагичисини оширади.

Таркибида 1% мис ва 4% рух бўлган қийин бойитилувчи мис-рухли рудаларни бойитиш жараёнларини Россиянинг “Учалинский ГОК” фабрикаси мисолида кўриб чиқамиз. Қайта ишланадиган рудаларда мис ва рух минераллари чамбарчас боғлиқ бўлганлиги учун уларнибир-биридан селектив ажратиб олиш қийинчилик туғдиради.

Бойитиш флотациянинг коллектив-селектив схемаси бўйича олиб борилади. Дастлаб руда - 0,074 мм синфнинг миқдори 85% бўлгунча янчилади ва сўнгра мис ва рух сульфидларининг коллектив флотацияси олиб борилади. Коллектив флотация жараёнининг бойитмаси -0,044 мм синфнинг миқдори 95% бўлгунча қайта янчилиб мис флотацияси босқичига юборилади. Флотациялаш натижасида мис бойитмаси олинади. Мисни мис бойитмасига ажратиб олиш даражаси 80% ташкил этади, рухни мис бойитмасида йўқолиши тахминан 6,0% ташкил этади. Мис флотациясидан сўнг флотацион камераларда қолган маҳсулот рух флотацияси босқичига юборилади. Рух флотацияси босқичида дағал рух бойитмаси олиниб миссизлантириш ва темирсизлантириш босқичига юборилади.

Олинган рух бойитмасининг таркибида 47 -50% рух мавжуд, рухнинг ажратиб олиш даражаси эса 75,0-80,0% ташкил этади. Рух бойитмасидаги миснинг йўқолиши 3% ташкил этади. Миссизлантириш ва темирсизлантириш босқичларининг кўпикли маҳсулотлари қайта янчиш бўлимига ва сўнгра мис-пиритли бойитмани тозалаш босқичига юборилади.

Мис-пиритли бойитмаларни тозалаш босқичининг чиқиндилари (хвост) мис-рухли саноат маҳсулотларидир, уларнинг чиқиши руда миқдорининг 6% ни ташкил этади. Мис-рухли саноат маҳсулотдаги миснинг миқдори 10,0 - 14,0%, рухники эса 0,8 – 1,5% оралиғидадир, миср-рухли саноат маҳсулотида 0,044 мм синфнинг миқдори 99,0%.

Мис-рухли коллектив бойитмани ажратишда ва дағал рух бойитмасини миссизлантириш ва темирсизлантиришда, рух минералларининг депрессияси натрий гидросульфид билан рух купороси аралашмаси ёрдамида амалга оширилади.

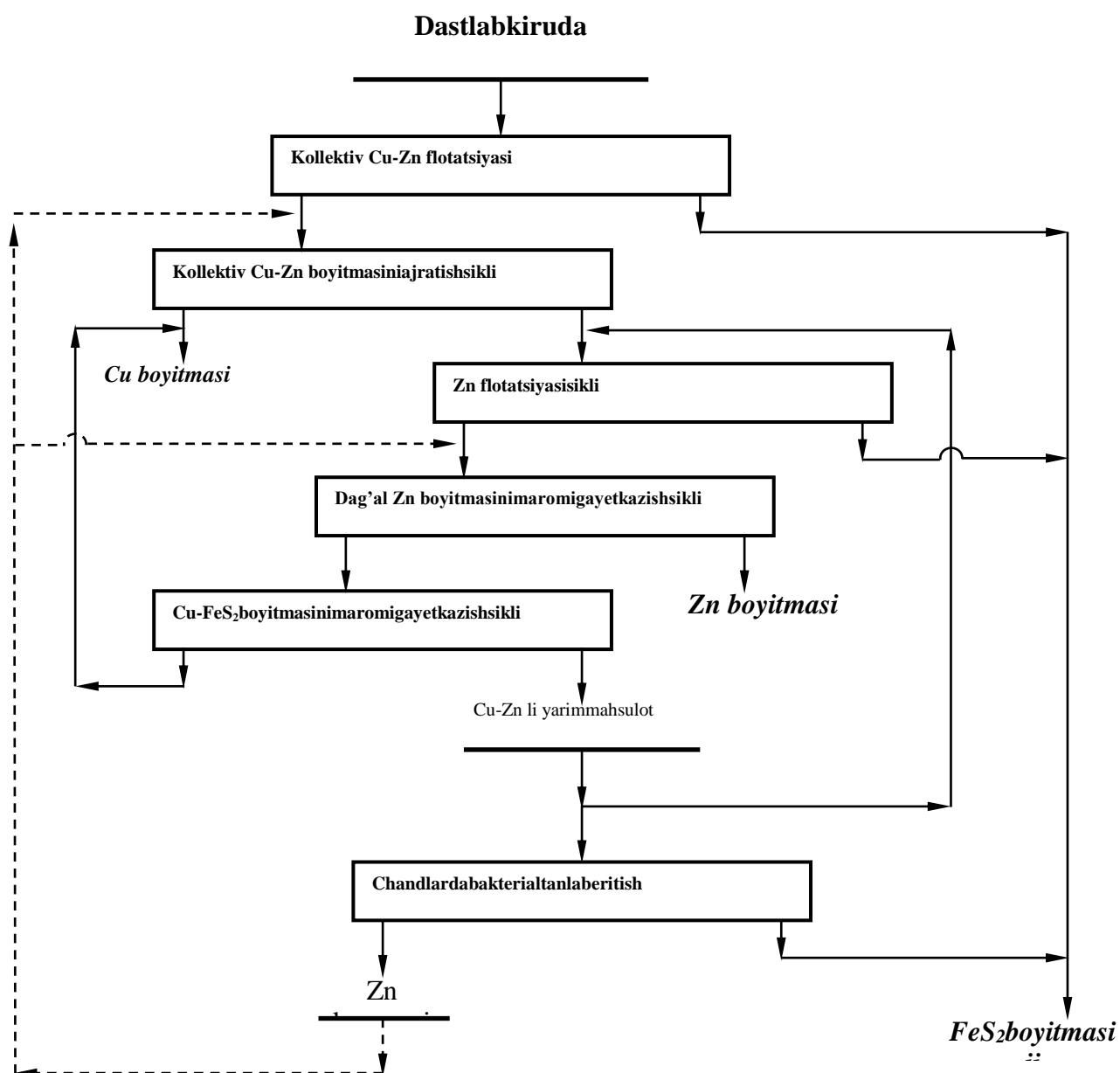
Мис-рухли саноат маҳсулотларини бактериал танлаб эритиш жараёнида ҳосил бўлган рух купороси эритмалари, сфалерит минералини депрессори сифатида ишлатиладиган техник рух

купороси ўрнига қўлланилиши мумкин.

Таклиф этиладиган комбинерланган технология бўйича “некондицион” мис-рухли саноат маҳсулотлари флотацион схемада чиқарилади ва алоҳида чанларда бактериал танлаб эритиш босқичида қайта ишланади (7.1.-расм).

Қийин бойитилувчи мис-рухли саноат маҳсулотини алоҳидаги босқичга чиқариб, уни бактериал танлаб эритиш жараёнини қўллаб қайта ишлаш, асосий бойитиш схемасига тушадиган ортикча юкломани камайишига олиб келади ва техник рух купоросига кетадиган сарфини камайтиради.

### Mis-ruхli rudalarniboyitishsхemasiquyidagirasmdakeltirilgan.



7.1.-расм. Мис-рухли рудаларни бактериал танлаб эритиш жараёнларини қўллаб комбинерланган қайта ишлаш технологияси

Ажратиб олинган мис-рухли саноат маҳсулотини алоҳида босқичда селектив қайта ишлашнинг энг самарали ва экологик тоза усули бу чанларда бактериал танлаб эритиш технологиясидир. Бактериал танлаб эритиш жараёнида, минералларнинг электрохимий хусусиятлари, бўтанандаги оксидланиш шароитлари ва минералларнинг электрон тузилишининг фарқи ҳисобига, биринчи навбатда сфалерит минерали оксидланади, сўнгра халькопирит минерали ва энг охириги навбатда пирит минерали ва бунинг натижасида жараённинг юқори селективлиги таъминланади. Комбинерланган схемани қўлланилишини, мис-рухли саноат маҳсулотини қайта тозалаш босқичида ҳосил бўлган чиқиндиларни (хвост) бактериал танлаб эритиш жараёни мисолида кўриб чиқамиз. Жараён учун бойитиш фабрикасининг айланма сувлари (рН 10,9) қўлланилган. Танлаб эритишдаги К:С нисбати 1:5-1:4 ни ташкил этган. Дастлабки бўтананинг рН кўрсаткичиси 1,5-1,8, темирнинг концентрацияси 0,4-8,0 г/дм<sup>3</sup>, бўтананинг оксидланиш-тикланиш потенциали (ОП) 0,60 -0,70 В, тирик хужайраларнинг концентрацияси 10<sup>9</sup>-10<sup>10</sup> кл/мл, ҳарорат 27-30 °С. Келтирилган кўрсаткичларда олиб борилган бактериал танлаб эритиш жараёни натижасида рухни эритмага ажратиб олиш даражаси 80,0 – 85,0 % ташкил этади. Мис-рухли саноат маҳсулотини бактериал танлаб эритиш жараёнининг суюқ фазаси, таркибида 22-25 г/л рух, 0,5 -1,0 г/л мис, 8-12 г/л темир оксидини сақловчи рух купороси эритмасидир. Рух купоросининг бактериал эритмаси тўғридан-тўғри ёки таркибидан мис ва темир ионлари тозалангандан сўнг флотацион жараёнларга қўшилиши мумкин.

### **ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ.**

4. Бактериал оксидлаш жараёнларининг моҳияти тушунтириб беринг.
5. Рангли металл рудаларини қайта ишлаш схемаларида бактериал оксидлаш жараёнлари қандай олиб борилади?
6. Рангли металл рудаларини бактериал оксидлаш қандай шароитларда олиб борилади?
7. Қимматбаҳо хомашё материалларига кирувчи элементларни бактериал оксидлашга тадбиқ этишда қандай шарт – шароитларга аҳамият бетиш керак?

### **Фойдаланилган адабиётлар**

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Interment Iginiring, 2003. – 464 с.
3. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.
4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.

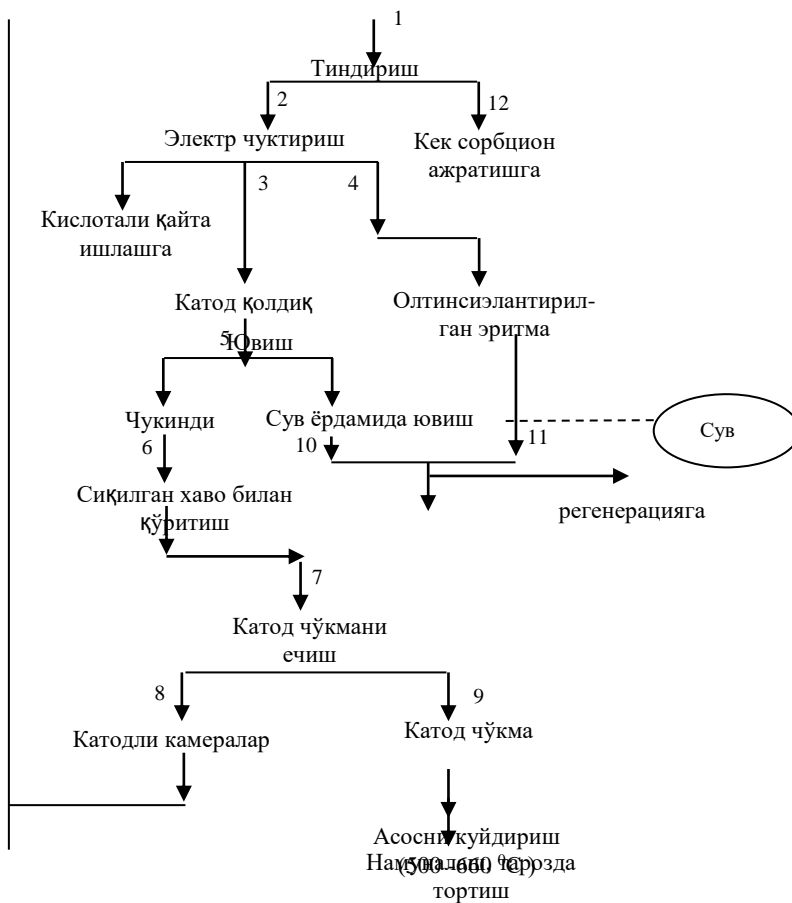
**7-мавзу: Олтинни нордон тиомочевина эритмаларидан электролиз усулида чўктириш жараёнининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.**

**Режа:**

1. Электролиз усулида чўктириш жараёнлари.
2. Нордон тиомачевина эритмаларини электролиз жараёнида қўлланилиши.
3. Олтинни нордон тиомачевина эритмаларидан чўктириш.

**Таянч сўз ва иборалар:** тиомачевина эритмалари, нордон тиомачевина эритмалари, қимматбаҳо хомашё, катод қолдиқлари, рух ва пирит бойитмалари, айланувчи маҳсулот, қимматбаҳо моддалар, қайсар флотацион бойитма, минераллар депрессияси.

Тиомочивена эритмаларидан олтинни электр чуктириш схемаси 9.1 расмда келтирилган.



$$N_n = C(n_p - a_p) = 1(6 - 3) = 3$$

$$\varepsilon_7 = \frac{\varepsilon_9}{E_9} = \frac{97,0}{99,0} \cdot 100 = 97,98\%$$

$$\varepsilon_8 = \varepsilon_7 - \varepsilon_9 = 97,98 - 97,0 = 0,98\%$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 + \varepsilon_8 = 100,0 + 0,98 = 100,98\%$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\varepsilon_3}{E_3}; \varepsilon_3 = E_2$$



Куйидаги қийматларни қабул қиламиз  $E_3 = 100,478\%$

$$\varepsilon_3 = 1,0098 - 1,00478 = 0,48\%;$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_2 - \varepsilon_3 = 100,98 - 100,5 = 0,48\%$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_5; \quad \varepsilon_6 = \varepsilon_7$$

$$\varepsilon_{10} = \varepsilon_5 - \varepsilon_6 = 100,5 - 97,98 = 2,52\%$$

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_{10} + \varepsilon_4 = 2,52 + 0,48 = 3,0\%$$

Катод қолдиқларидаги олтиннинг миқдорини куйидагича қабул қиламиз  $\varepsilon_9 = 50\%$ . Товар регенератидаги олтиннинг миқдори 1718,5 г. (8.1.жадвал) эритма хажми 1,29 м<sup>3</sup>. Катод чиқиндиларидан ажратиб олинган олтин:

$$1718,5 \cdot 0,97 = 1,67 \text{ кг/сут}$$

Олинган катод қолдиғининг миқдори:

$$1,67 : 0,5 = 3,34 \text{ кг/сут.}$$

Au ва Agнинг суммали йиғиндиси 90 % деб қабул қиламиз. Унда олтин ва кумушнинг миқдори куйидагича:

$$3,34 \cdot 0,9 = 3,01 \text{ кг.}$$

Бўш жинсларнинг миқдори:

$$3,34 - 3,01 = 0,33 \text{ кг.}$$

Хисоблаш натижасида олинган маълумотлар 9.1 жадвалга киритилган.

9.1 жадвал.

Электрочўктиришнинг миқдор схемаси.

№ пр. и опер.	Жараён ва махсулотлар номаланиши	Қн, т/сут	Гн, %	Вн, %	е, %	П кг/сут
<b>И</b>	<b>Тиндириш</b>					
	Келади:					
1	Товар регенерат	-	-	-	100	1718,5
	<b>Жами</b>				<b>100</b>	<b>1718,5</b>
	Чиқадит:					
2	Тиндирилган регенерат	-	-	-	100	1718,5
	<b>Жами</b>				<b>100</b>	<b>1718,5</b>
<b>ИИ</b>	<b>Электчуктириш</b>					
	Келади:					
2	Тиндирилаган регенерат	-	-	-	100	1718,5
8	Катод камералига бериладиган электролит	-	-	-	0,98	16,8
	<b>Жами</b>				<b>100,98</b>	<b>1735,3</b>
	Чиқади:					
3	Катод чиқинди	3,34	100	500	100,48	1726,7
4	Олтинсизлантирилган Электролит	-	-	-	0,48	8,2
	<b>Жами</b>	<b>3,34</b>	<b>100</b>	<b>521,1</b>	<b>100,96</b>	<b>1735,3</b>
<b>ИИИ</b>	<b>Чуқиндиларни ювиш ва чуктириш</b>					
	Келади:					
3	Камерага бериладиган чуқинди	3,34	100	500	100,48	1726,7
	<b>Жами</b>	<b>3,34</b>	<b>100</b>	<b>500</b>	<b>100,48</b>	<b>1726,7</b>
	Чиқинди:					

7	Ювилган чукинди	3,34	100	503	97,98	1683,8
10	Саноат суви	-	-	-	2,52	43,3
	<b>Жами</b>	<b>3,34</b>	<b>100</b>	<b>503</b>	<b>100,5</b>	<b>1726,5</b>

### **ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ.**

1. Электролиз усулида чўктириш жараёнлари қандай ҳолларда қўлланилади..
2. Нордон тиомачевина эритмаларининг хоссалари.
3. Олтинни нордон тиомачевина эритмаларидан чўктиришда қўлланиладиган дастгоҳ.

### **ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР**

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Interment Iginiring, 2003. – 464 с.
3. Стрижко Л.С. Metallургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.
4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.

## 8-мавзу: Анод мисни электролитик рафинирлаш жараёнининг асосий технологик кўрсаткичларини ҳисоблаш усули.

### Режа.

1. Электролитик рафинирлаш жараёнлари.
2. Электролитик рафинирлаш жараёнларининг технологик кўрсаткичлари.
3. Анод мисини электролитик рафинирлаш.

**Таянч сўз ва иборалар:** рафинирлаш, электролитик тозалаш, қимматбаҳо хомашё, катод қолдиқлари, регенерация, электролит, минераллар депрессияси.

Мисни электролитик тозалаш асосан барча зарра моддалардан ҳоли сифатли металл олиш учун қўлланилади. Хомашё таркибида учровчи нодир металллар мис билан йўлдош металллар сифатида электролиз жараёнигача етиб келади ва бу жараёнда шлам сифатида металл ҳолдаги мисдан ажратиб олинади. Бу шлам таркибида олтин, кумуш ва платинаоидлар учрайди.

Анод мисларини электролиз қилиш учун миснинг икки валентли миснинг сульфат кислотали эритмаси, эркин ҳолдаги сульфат кислоталарида олиб борилади. Одатда электролит таркиби 140—200 г/л  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ва 150—220 г/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$  дан иборат. Электролиз жараёнида электролит ҳарорати 55—65° С ни ташкил этади. Юқори сифатли катод маҳсулотини олиш учун электролитга турли хил елим, тиомочевина ва бошқа қўшимчалар қўшилади. Анод сифатида мисни оловли тозалашдан сунг олинанидан ярим маҳсулот ишлатилади. Катод сифатида электролитик тоза, юпка мис пластинкасида ясалган бўлади. Электролиз жараёни доимий ва захираланган доимий тоқларда олиб борилади. Электролиз жараёнининг технологик ҳисоблашда унинг материал баланси, регенерацияга юбориланидан электролит миқдори, электролит таркибидаги зарра моддалар таркиби ва миқдорлари аниқланади.

Қўйидаги таркибли анод мисини электролиз жараёнининг материал балансини ҳисоблаш керак: 99,6% Cu; 0,08% Au; 0,035% Ag; 0,05% Se; 0,02% Te; 0,05% Pb; 0,08% Ni; 0,03% As; 0,02% Sb; 0,01 % Vi; 0,015% Fe; 0,01% O<sub>2</sub>. бу ҳисоблашларни олиб бориш учун амалиётда Аги маълумотларга кўра айрим катталикларни қабул қиламиз. Анод скрапининг чиқиши 18%. Адабиётлардаги маълумотларга асосан скрапларда, эритмалар орасида, шлам ва катод чиқиндиларида мис ва зарра моддаларнинг тақсимланишини қўйидагича белгилаймиз:

*6.1.1-жадвал*

Материал баланси	Cu	Au	Ag	Se	Te	Pb	Ni	As	Sb	Vi	Ft	O <sub>2</sub>
Эритмага.....	1,9	—	—	—	—	8	92	25	7	52	70	—
шламга.....	0,1	99	98,5	99	99	83	1	51	64	7	20	90
Катодларга	98	1	1,5	1	1	9	7	24	29	41	10	10

Жадвалда келтирилган тақсимланишга кўра электролиз жараёнининг материал балансини топамиз,

кг:

*6.1.1а-жадвал*

Материал баланси	Cu	Au	Ag	Se	Te	Pb
Келиши .....	996	0,8	0,35	0,5	0,2	0,5
Чиқиши:						
скрап ва қолдиқларга.....	179,28	0,144	0,063	0,09	0,036	0,09
шламга.....	0,817	0,6493	0,283	0,406	0,162	0,34
Эритмага.....	15,52	-	-	-	-	0,0328
Катодга.....	800,39	0,0043	0,0043	0,00168	0,00164	0,015

Материал баланси	Ni	As	Sb	Vi	Fe	O <sub>2</sub>
Келиши.....	0,8	0,3	0,2	0,1	0,15	0,1
Чиқиши:						
скрап ва қолдиқларга.....	0,144	0,054	0,036	0,018	0,027	0,018
шламга.....	0,0066	0,125	0,105	0,0057	0,025	0,074
Эритмага.....	0,603	0,0615	0,0115	0,0426	0,0861	-
катодга.....	0,046	0,059	0,0476	0,0336	0,0123	0,008

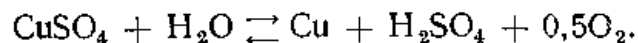
Регенерацияга бериладиган электролитнинг ҳажмини ҳисоблаймиз. Электролит ҳажми, регенерациядан чиқадиган электролитда чегараланган элементлар миқдоридан аниқланади. Амалиётдан олинган маълумотларга асосан электролит таркибидаги элементларнинг чегаравий миқдори қўйидагича: 40Cu, 20Ni, 4As, 0,7Sb, г/л. Материал балансдан олинган маълумотларга биноан 1000кг аноддан электролитга ўтган зарра моддаларнинг миқдорини аниқлаймиз:

6.1.1в-жадвал

Элементлар	Анод таркиби, кг	электролит таркибига, кг	Қабул қилган таркиби, г/л	Электролит таркиби, л
Ni	0,8	0,603	20	30,15
As	0,3	0,0615	4	0,0154
Sb	0,2	0,017	0,7	24,3
Cu	996	15,52	40	388,0

Ишлатилган электролит таркибини ҳисоблаш. Регенератив ваннада 40 г/л Cu, 150 г/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> таркибли электролит 1 соатда 0,4 м<sup>3</sup> келиб туради. Ишлатилган электролит таркибини аниқлаш керак.

Эрмайдиган анодни электролиз қилиш ва сульфат кислотани регенерация қилиш қўйидаги реакция бўйича оқиб ўтади.



Электролиз жараёнида ток кучи 12 400 А, ток чиқиши эса 83%. Унда 1 соатда ажраладиган миснинг миқдори:  $12\,400 \cdot 1,185 \cdot 1 \cdot 0,83 = 12\,196$  г. Ваннага 1 соатда келадиган миснинг миқдори.  $400 \cdot 40 = 16000$ г. Ишлатилган электролитда қоладиган миснинг миқдори  $16000 - 12196 = 3804$  г, электролит таркибидаги миснинг миқдори  $3804 : 400 = 9,5$  г/л.

Юқорида келтирилган реакция бўйича 63,5г мисга 98г сульфат кислота тўғри келади.

$40 - 9,5 = 31,5$  г/л мис учун эса  $31,5 - 98 : 63,5 = 48,6$  г/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> тўғри келади. Электролит таркибидаги кислотанинг миқдори  $150 + 48,6 = 198,6$  г/л ни ташкил этади.

#### Электрэнергия сарфини ҳисоблаш.

Мисни электролитик тозалаш жараёнида электроэнергия сарфи қўйидаги нисбатликда топилади. кВт · с/т:  $W = \mathcal{E}10^3 : 1,186$  А,

бу эрда  $\mathcal{E}$  — битта ваннадаги кучланишнинг тўлиқ тушуши, В ( $\mathcal{E} = \mathcal{E}_B + \mathcal{E}_\Pi$ , бу эрда  $\mathcal{E}_B$  — ваннадаги кучланиш тушуши, В;  $\mathcal{E}_\Pi$  — ванна шиналарининг кучланишининг тушуши, В); 1,186 — миснинг электрохимик эквиваленти, г/(А · с); А — ток бўйича чиқиши, % : 100.

Электроэнергия сарфини аниқлаш учун амалиётда аниқланган токнинг чиқиши курсатгичини ва машина вақти катталигини бэлгилаб оламиз. Улар қўйидагига тенг.

$$M = 91 \text{ ч}93\%; \quad A = 94 \text{ ч}96\%.$$

Ваннадаги кучланиш тушушини, ваннадаги кучланишни эчиш орқали ҳам аниқлаш мумкин. Умумий равишда ваннадаги кучланишнинг тушушини қўйидаги ифода орқали аниқласа бўлади:

$$\mathcal{E}_B = \mathcal{E}_a - \mathcal{E}_k + \mathcal{E}_\Pi + \mathcal{E}_{эл}$$

бу эрда  $\mathcal{E}_a$  — анод потенциали;  $\mathcal{E}_k$  — катод потенциали;  $\mathcal{E}_{эл}$  — электролитдаги кучланишнинг тушуши, шламдаги тушушнинг ёқилиши;  $\mathcal{E}_\Pi$  — туташма ва узатгичларда кучланишнинг тушуши.

Мис электролитик тозалаш заводида, А. И. Левина и М. И. Номбергларнинг маълумотида кўра ванналардаги кучланишнинг тушуши ўртача 0,29 - 0,404 В қийматларни ташкил этади.

Ваннадаги умумий кучланиш тушишида електроэнергиянинг асосий йўқоладиган қисми бу электролитларга тўғри келади. Бунда 50-70% кучланишнинг йўқолиши тўғри келади.

Мис электролит цехларида шина тайёрлашда ишлатиладиган материаллар сифатида мис ва алюминий ишлатилади. Цех ичидаги атмосферани урганиб бу иқлим алюминий турғунлигига ёмон таъсир қилади. Шу туфайли шиналар мисдан тайёрланади. Амалиётдаги маълумотларга асосан, ваннадаги кучланишнинг тушушидан, 12-15 % шиналарда кучланишнинг йўқолишига тўғри келади. Юқорида келтирилган маълумотларга асосан технологик жиҳатдан 1 тонна катод мисига сарфланадиган электр энергияни топамиз. Агарда ваннадаги кучланишнинг тушуши 0.36 В ни ташкил этса, шиналарни қаршилиги эса ҳар бир ваннага 0,4 В ҳисобида шиналарда кучланиш пасайишига олиб келади, ваннадаги машина вақти 91 % ни, токдан чиқиши 94 % ташкил қилади. Кўрсатилган қийматларни тенгламадаги номаълумлар урнига қўйиб чиқамиз.

$$[(0,36 + 0,04) : 1,186 \cdot 0,94] 10^3 = (0,4 : 1,115) 10^3 = 359 \text{ кВт} \cdot \text{с/т.}$$

Амалиётда 1 тонна катод мис олиш учун сарфланадиган электр энергия миқдори 320 - 400 кВт · с ни ташкил этади.

Ҳозирги кунда ўзимизнинг корхоналарда қўйидаги характерга эга кремнийли тўғрилАгичлар ишлаб чиқарилмоқда:

Ток кучи, А.....	12500	12500	12500	6250
Кучланиш В.....	300	150	75	48

Мисни электролиз жараёнида биринчи турли товар хомашёсини олиш учун, биринчи ва иккинчи турли тўғирлагичлар, матричний қисмлар учун учинчи турни ташкил қилади.

Йилига 182500 тонна мис олишда ишлатиладиган ванналар миқдорини аниқлаймиз. Цехнинг унумдорлигини қўйидаги формула бўйича аниқлаймиз.

$$P = n I 365 \cdot 24 M \cdot 1,186 A,$$

Бу эрда  $P$  — цех унумдорлиги, минг тонна;  $n$  — электролит ванналарининг сони;  $I$  — ваннадаги ток кучи, 12 500 А; 365 — календар суткалар сони; 24 — вақт, с; 1,186 — миснинг электрохимик эквивалентлиги, г/А · с;  $A$  — ток бўйича чиқиш, 0,94;  $M$  — ваннанинг вақт машинаси, 0,91. Унда ванналар миқдори.  $n = 182\,500 \cdot 10^6 : (12\,500 \cdot 24 \cdot 0,91 \cdot 0,94 \cdot 1,186 \cdot 365) = 1643$ .

### Электролиз ванналарининг улчамлари ва катодлар сонини ҳисоблаш

Битта ваннадаги умумий катодлар майдони қабул қилинган ток зичлиги ва ток кучи бўйича аниқлаймиз. Ҳозирги даврда заводлардаги ток зичлиги 250— 270 А/м<sup>2</sup> га тенг қилиб олинган. Биз бу катталикни 260 А/м<sup>2</sup> деб қабул қиламиз. Унда ток кучи 12500 А га тенг бўлганда 12 500 А ваннадаги катоднинг майдони  $\Phi = 12500 : 260 = 48 \text{ м}^2$  ни ташкил этади.

Шундай қилиб ваннада катодлар сони, анодлар сонига нисбатан биттага кўп бўлади. Энг четдаги катодлар фақат бир тамони ишлайди, унда ҳамма катодларнинг умумий майдони қуйидагича  $\Phi = 2ab (n - 1)$ . Бу эрда ваннадаги катодлар сони  $n = \Phi : (2ab) + 1 = 48 : (2 \cdot 0,86 \cdot 0,86) + 1 = 32 + 1 = 33$ . Анодлар сони эса  $n - 1 = 33 - 1 = 32$ . ваннанинг ички улчамлари (узунлиги  $L$ , эни  $B$  ва чуқурлиги  $B$ ) технологик талаблар, конструктив фикрлардан келиб чиқиб, анод ва катод полотноси, катодлар сони ва бошқалар аниқланади.

Аноднинг қалинлиги 45 мм, ваннага туширилаётган катоднинг қалинлиги 12 мм. Бир номли электродлар марказлари орасидаги масофа 100 мм. Ванна ички девори билан чеккада жойлашган катод орасидаги масофа 200 ва 150 мм бўлади. Бундай ҳолларда ваннанинг узунлиги  $100 (n - 1) + 200 + 150 = (33 - 1)100 + 350 = 3550$  мм. Амалиётдаги тикик ванналар узунлиги 4 метргача бўлади. Ваннанинг энини (яъни  $B$  ни) катоднинг эни (860 мм) ни ва унинг ванна ички дэвор юзаси орасидаги масофасидан  $(80 \cdot 2)$  келиб чиққан ҳолда аниқланади. Бундан келиб чиқадики,  $B = 860 + 160 = 1020$  мм. Ваннанинг чуқурлиги тубидан катод полотносигача масофа 250мм ва электролит юзасидан ванна бортигача 55 мм, полотно узунлиги 860 мм бўлса,  $B = 860 + 50 + 250 = 1160$  мм.га тенг бўлади. Уни шламнинг сезиларли чиқишида 1250 мм.гача ўзайтириш мумкин.

### Ваннадаги кучланишни ҳисоблаш

Кўйидаги келтирилган электролитнинг қаршилигини аниқлаймиз, г/л: 40 Су; 200 Х<sub>2</sub>СО<sub>4</sub>; 20 Ни; 4 Ас; 2 Фэ, қолган кўшимчаларни ҳисобга олмаймиз.

С. Сковронскининг тенгламаси бўйича электролитни ташкил этувчиларнинг қаршилиги, %:  
Cu...100 + 0,657 · 40 = 126,28    As...100 + 0,0725 · 4 = 100,29  
Ni...100 + 0,766 · 20 = 115,32    Fe...100 + 0,818 · 2 = 101,636

Бу эрда Cu, Ni, As, Ni — электролитдаги элементларнинг канцентрацияси (г/л). Электрлитнинг қаршилиқ коэффициенти:

$$R_K = \frac{H_2SO_4\% \cdot Cu\% \cdot Ni\% \cdot As\% \cdot Fe\%}{10^{2n}}$$

$$R_K = \frac{81,50 \cdot 126,28 \cdot 115,32 \cdot 100,29 \cdot 101,636}{10^{10}} = \frac{1,209 \cdot 10^{10}}{10^{10}} = 1,209$$

Шундай қилиб 55 °С да электролит қаршилиги кўйидагига тенг  $1,364 \cdot 1,209 = 1,649$  Ом/см<sup>3</sup> га тенг бўлади.

Бу қаршилиқни бартараф қилиш учун ваннадаги кучланишни ҳисоблаймиз. Материал баланс бўйича анод қолдиқларининг чиқиши 18%, катодга эса 80,039% анод миси утади. Бунда анод қолдиқларининг эни

$45 \cdot 0,18 = 8,1$  мм бўлади, Катод асосининг эни 1 мм, дтмак электродлараро энг максимал масофа  $(100 - 8,1 - 1) : 2 = 45,45$  мм.

Электролит қатламининг қаршилиги:  $1,649 \cdot 4,545 \cdot 86,0 \cdot 86,0 = 0,001013$  Ом.

Бутун ваннанинг электролитнинг умумий.

$0,0010113 : 32 : 2 = 0,00001583$  Ом.

12 500 А ток кучида, бу қаршилиқни бартараф қилиш учун. Кучланиш қиймати куйидагига тенг бўлади.

$IP = 12\,500 \cdot 0,00001583 = 0,198$  В. Бу кўрсатгич умумий кучланиш пасайишининг 55% дир. Унда умумий ваннадаги кучланиш пасайиши:  $0,198 : 0,55 = 0,36$  В.

### ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ.

1. Электролитик рафинирлаш жараёнлари.
2. Электролитик рафинирлаш жараёнларининг технологик кўрсатгичларини ҳисоблаш усуллари.
3. Анод мисини электролитик рафинирлашда қўлланиладиган замонавий дастгоҳлардан қайсиларини биласиз?.

### Фойдаланилган адабиётлар

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.

2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Interment Iginiring, 2003. – 464 с.

3. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра М.: “МИСИС”, 2001 г., 335 с.

4. Степанов Б.А. Новые процессы и аппараты в металлургии золота. Учебное пособие. -Т.: ТашГТУ, 2003. - 84 с.