

Ոսկի պարունակող հանքանյութի վերամշակման եղանակ

Տեխնիկայի բնագավառը

5 Գյուտը վերաբերում է բնօգտագործման բնագավառին, ինչպես նաև քանակական քիմիական անալիզի բնագավառին, մասնավորապես՝ հանքային ապարների, հանքաքարերի և դրանց առաջնային վերամշակման արտադրանքներում ցածր կոնցենտրացիայով՝ ոսկու պարունակության որոշմանը հարգորոշման գրավիմետրիկ մեթոդով:

10 Տեխնիկայի մակարդակը

Հայտնի է հանքանյութերի վերամշակման բազմաթիվ եղանակներ:

Հայտնի է ոսկի պարունակող բազմամետաղական հանքաքարերի կոմպլեքսային անթափոն վերամշակման ՀՀ 3260 , C22B 11/00, 2019: Համաձայն այս գյուտի հանքաքարը ջարդում են, մանրացնում, դասակարգում ըստ խոշորության, որից հետո ամենամանր չափամասը ենթարկում են թթվային լուծազատման, պինդ նստվածքն առանձնացնում են ոսկի և այլ մետաղներ ու ոչ մետաղներ պարունակող լուծույթից, ապա լուծույթից նստեցնում են դրա մեջ պարունակվող մետաղները: Հանքաքարը մանրացնում են մինչև հատիկների 74մկմ չափը, լուծազատումն իրականացնում են 35-40°C ջերմաստիճանում, pH-ի 2 արժեքում, 260-320 պտույտ/րոպե խառնման արագությամբ՝ սեղմված օդի առկայությամբ: Լուծազատող լուծույթն ունի հետևյալ բաղադրակազմը, գ/լ. ծծմբական թթու՝ 30, թիոմիզանյութ՝ 20, երկաթամոնիակային շիբ՝ 10, կիտրոնաթթու՝ 10 և ջուր՝ մնացածը: Եղանակը բազմափուլ է. լուծազատման պրոցեսը կրկնում են 5-ից 7 անգամ, լուծազատման 1-ին փուլից հետո պրոցեսը դադարեցնում են, առաջացած խլուսը պահում են 1-1,5 ժամվա ընթացքում, ապա դեկանտում, պինդ նստվածքը վերադարձնում են լուծազատման փուլ՝ հանքաքարի

նոր չափաբաժնի հետ լուծազատման համար: Ոսկի և այլ մետաղներ ու ոչ մետաղներ պարունակող լուծույթից ալյումինի փոշիով նստեցնում են ոսկի, արծաթ և այլ թանկարժեք մետաղները: Զտմամբ առանձնացնում են նստվածքը, իսկ զտվածքից կաուստիկ սոդայով վերականգնում են դրա մեջ պարունակվող այլ մետաղները՝

5 մետաղների հիդրօքսիդների, վերջիններս չորացմամբ վերածում են մետաղների օքսիդների: Լուծազատման 5-րդ, 6-րդ կամ 7-րդ փուլից հետո առաջացած խլուսից ստանում են սիլիկահող:

Հայտնի է նաև ՀՀ 2727, C22B 1/00, C22B 11/00, 2013, համաձայն որի Թափոններից և կաուստիկ սոդայից պատրաստում են բովախառնուրդ, ապա այն

10 ջերմամշակում են $350-400^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանում $30-35$ րոպեի ընթացքում: Na_2O – ի և SiO_2 – ի հարաբերակցությունը բովախառնուրդում $(1,5-2,0) : 1$ է: Լուծահանում են սիլիցիումի երկօքսիդը հիմնասիլիկահողային լուծույթի ձևով, լուծույթն առանձնացնում են ոսկի, արծաթ ու այլ թանկարժեք մետաղներ պարունակող նստվածքից: Նստվածքը սենյակային ջերմաստիճանում մշակում են հանքային

15 թթվի լուծույթով՝ ստանալով նատրիումի, ալյումինի և մագնեզիումի աղեր պարունակող լուծույթ և ոսկով ու արծաթով հարստացած ամորֆ սիլիկահող, վերջինը $40-50^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանում մշակում են բովախառնուրդի ջերմամշակումից առաջացած հիմնասիլիկահողային լուծույթով: Ստացված խիտ հիմնասիլիկահողային լուծույթից անջատում են 9-ջրային նատրիումի

20 մետասիլիկատ, սիլիկահող, մետաղների սիլիկատներ, կաուստիկ և կալցինացված սոդա, իսկ խտանյութից հայտնի եղանակով կորզում մետաղական ոսկի և արծաթ:

Հայտնի է որ ոսկու և արծաթի՝ հարգորոշման եղանակով փորձարկումը $0,1$ գ/տ – $1,0$ գ/տ միջակայքում համարվում է անալիտիկ պրակտիկայի ամենաբարդ ուղղություններից մեկը, քանի որ խոսքը վերաբերում է թանկարժեք մետաղների

25 ցածր պարունակություններին, որտեղ նույնիսկ աննշան տեխնոլոգիական սխալները կարող են էապես ազդել արդյունքի վրա: $0,1$ գ/տ – $1,0$ գ/տ միջակայքում փորձարկում կատարելիս օգտագործվում են՝

- Հարգորոշման մեթոդ ատոմա-աբսորբցիոն ավարտմամբ (FA-AAS),
- Հարգորոշման մեթոդ ICP-OES կամ ICP-MS ավարտմամբ,

Դասական գրավիմետրիկ մեթոդը կիրառվում է միայն ավելի բարձր պարունակությունների դեպքում իսկ զուգահեռաբար կատարված նմուշների թույլատրելի շեղումը հասնում է 30-50% : Սակայն ցածր կոնցենտրացիաների դեպքում (<1 գ/տ) դասական մեթոդը ունի սահմանափակումներ, այն են.

1. բարձր ցրվածություն նմուշների անհամասեռության պատճառով
2. շիկացման գործնթացի բացակայություն կամ ոչ աստիճանային և առանց ջերմային վերահսկողության
- 10 3. ոսկու կորուստ քուպելացման ընթացքում
4. գրավիմետրիկ մեթոդի զգայունության սահմանափակում
5. ICP/AAS մեթոդների անհրաժեշտություն

Գյուտի բացահայտումը

Գյուտի խնդիրն է ստեղծել ոսկի պարունակող բազմամետաղական հանքաքարերի վերամշակման եղանակ, որը որի արդյունքում բարձրացվում է ոսկու կորզման աստիճանը

Գյուտի էությունը կայանում է ոսկի պարունակող բազմամետաղական հանքաքարերի կոմպլեքսային վերամշակման եղանակում, ըստ որի հանքաքարը ջարդում են, այն մանրացնում են մասնիկների 74-75մկմ չափամասի, այնուհետև տեղափոխում են հալման վառարան: Շիկացնում են $400-700^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճան, այնուհետև ստացված խառնուրդին սենյակային ջերմաստիճանում ավելացնում են ֆլյուս, խառնում: Ապա ստացված համաձուլվածքը տեղափոխում են հալման վառարան և ենթարկում հալման $1080-1200^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճան, այնուհետև ստացված խառնուրդը տեղափոխում են տաքացման վառարան, որից հետո ենթարկում են վալցովկայի և 30% -անոց ազոտական թթվով անջատում ոսկին:

Շիկացնումն իրականացնում են չորս փուլով, առաջին փուլում շիկացնում են մինչև 400°C ջերմաստիճանում 1,5 ժամ խառնելով, երկրորդ փուլում՝ 500°C ջերմաստիճանում 0,5 ժամ, երրորդ փուլում՝ 600°C ջերմաստիճանում 0,5 ժամ և չորրորդ փուլում՝ 700°C ջերմաստիճանում 0,5 ժամ:

- 5 Որպես ֆլյուս վերցնում են նատրիումի կարբոնատի, նատրիումի տետրաբորատի, օսլայի, սիլիցիումի երկօքսիդի և կապարի օքսիդի 15,0 : 10,0 : 1,0 : 2,5 : 12,5 զանգվածային հարաբերակցությամբ խառնուրդը:

Տաքացման վառարան իրականացված է ծակոտկեն հալքանոթներով:

Գյուտի իրականացումը

- 10 Գյուտը նաև նախատեսված է փորձարկման արդյունքների ճշգրտության բարձրացման, շեղումների նվազեցման և ստացված տվյալների հուսալիության ապահովման համար և թույլ է տալիս որոշել ոսկու պարունակությունը 0.1–0.5 գ/տ միջակայքում:

- 15 Աղյուսակ 1-ը՝ դասական գրավիմետրիկ եղանակի և առաջարկվող եղանակի համեմատական տվյալներ

Աղյուսակ 1

Պարամետր	Դասական մեթոդ	Առաջարկվող մեթոդ
Տիրույթ	>1–5 գ/տ	0,1–1,0 գ/տ
Ոսկու նվազագույն զանգված	0.05–1մգ.	5–15մկգ.
Շեղում	30-50%	≤5%
Շիկացում	բացակայում/պարզ	աստիճանական 400–700°C

Ֆյուս	ստանդարտ	օպտիմիզացված բազմաբաղադրիչ
Քուպել	ստանդարտ	վերահսկվող ծակոտկենություն
ICP/AAS	պահանջվում է	չի պահանջվում

- 5 Մեր կողմից առաջարկվող այս եղանակով բարձրացվում է և հարգորոշման գրավիմետրիկ եղանակով՝ հանքային ապարների, հանքաքարերի և դրանց առաջնային վերամշակման արտադրանքներում ոսկու պարունակության որոշման ճշտությունը և վերարտադրելիության ցածր պարունակություններում:

Գյուտն իրականացնում են հետևյալ կերպ.

Կատարվել է ոսկու որոշման ճշտության և վերարտադրելիության բարձրացում, շնորհիվ՝

- աստիճանական շիկացման ռեժիմի (400–700°C)
- 10 • օպտիմիզացված ֆյուսի
- նմուշի հոմոգենացման
- ոսկու բաշխման բարելավման հալման փուլում
- կորուստների նվազեցման՝ քուպելի տեսակի վերահսկվող միջոցով

Հետազոտություններն իրականացվել են լաբորատոր պայմաններում:

- 15 Նմուշի պատրաստումն իրականացնում են քառորդավորման միջոցով, վերցնում են 20–30 գ զանգվածով նմուշ, որտեղ նմուշը պետք է լինի մանրացված և հոմոգենացված մինչև 0.074մմ:

Աստիճանական շիկացումն իրականացվում է հետևյալ կերպ.

- 400°C 1,5 ժամ (խառնումով)

- 500°C 30 րոպե
- 600°C 30 րոպե
- 700°C 30 րոպե

5 Նմուշների հովացումն իրականացնում են բնականոն՝ առանց արհեստական միջամտությունների, ֆլյուսի հետ խառնման ընթացքում, նմուշի կորուստներից խուսափելու համար:

Ֆլյուսի կազմը հետևյալն է՝

- Na_2CO_3 (նատրիումի կարբոնատ) - 60 գ
- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (նատրիումի տետրաբորատ) - 30–40 գ
- 10 • օսլա - 4 գ
- SiO_2 (սիլիցիումի երկօքսիդ) - 10 գ
- PbO (կապարի օքսիդ) - 50 գ

Ֆլյուսի հետ խառնումն իրականացնում են թապանցիկ, փակվող տարայում ապահովելով համասեռություն նմուշի և ֆլյուսի միջև:

15 Հալեցումն արդյունքում ձևավորվում է 25–35 գ կապարի կոլեկտոր:

Քուպելացումն ընթացքում տեղի է ունենում կապարի օքսիդացում, PbO -ի և այլ խառնուրդներ ներծծում քուպելի մեջ՝ վերահսկվող՝ խիտ ծակոտկենությամբ քուպելի կիրառմամբ ($\text{MgO}-\text{CaO}$ կառուցվածք) և քուպելի վրա ձևավորվում է ոսկու և արծաթի «դորե» համաձուլվածք:

20 Ստացված համաձուլվածքի կշռային չափումներն իրականացվում են ուլտրամիկրոկշեռքի օգնությամբ որն ապահովում է մինչև 7 տասնորդական նիշի ճշգրտություն (0.1 մկգ):

Աղյուսակներում՝ 2-ում և 3-ում բերված են չափումների արդյունքները:

Աղյուսակ 2

Ստանդատ շեղումն ըստ պարունակությունների

0,1-0,5գ/տ

N	միջինացված արդյունք, գ/տ	սահմանված արդյունք, գ/տ	Վստահելի ստանդարտ շեղում, գ/տ
1	0.440	0.393	0.046
2	0.280	0.273	0.030
3	0.388	0.369	0.059
4	0.312	0.316	0.020
5	0.420	0.380	0.045
6	0.272	0.267	0.012
7	0.312	0.336	0.023
8	0.272	0.286	0.017
9	0.332	0.307	0.023
10	0.388	0.417	0.038
11	0.316	0.304	0.023
12	0.374	0.335	0.026
13	0.436	0.432	0.013
14	0.284	0.314	0.028
15	0.300	0.316	0.028
16	0.340	0.334	0.017
17	0.408	0.409	0.029
18	0.508	0.483	0.039
19	0.496	0.451	0.045
20	0.388	0.437	0.031
21	0.364	0.341	0.023
22	0.340	0.331	0.029

23	0.324	0.302	0.021
Միջինացված	0.361	0.354	0.029

Աղյուսակ 3

Վստահելի ստանդատ շեղումն ըստ պարունակությունների

0,5-1,0գ/տ

N	միջինացված արդյունք, գ/տ	սահմանված արդյունք, գ/տ	Վստահելի ստանդարտ շեղում, գ/տ
1	0.996	1.013	0.110
2	0.991	1.037	0.042
3	0.834	0.900	0.051
4	0.746	0.768	0.049
5	0.976	0.985	0.057
6	0.972	0.906	0.051
7	0.508	0.483	0.039
8	0.848	0.881	0.056
9	0.812	0.751	0.063
10	0.704	0.729	0.044
Միջինացված	0.839	0.845	0.056

5

Ինչպես երևում է 1 և 2 բերված աղյուսակներից միջակայք՝ 0,1գ/տ – 0,5 գ/տ և 0,5գ/տ – 1 գ/տ միջակայքում վստահելի ստանդարտ շեղումը փոքր է 5% - ից: Իրականացվել են 23 կրկնություն 0,1գ/տ – 0,5 գ/տ միջակայքի համար և 10 կրկնություն 05 գ/տ – 1 գ/տ միջակայքերի համար:

Վավերացումն իրականացնում են ստանդարտ տիպային նմուշների (CRM) և միջլաբորատոր համեմատությունների (PT) միջոցով:

Այսպիսով, մեր կողմից կատարված փորձերի արդյունքում բարձրացվում է ոսկու որոշման ճշտությունը նաև ցածր կոնցենտրացիաների դեպքում:

- 5 Ոսկի պարունակող բազմամետաղական հանքաքարերի կոմպլեքսային վերամշակման եղանակով հանքանյութը ջարդում են, այն մանրացնում են մասնիկների 74-75մկմ չափամասի, այնուհետև տեղափոխում են հալման վառարան, շիկացնում են 400-700°C ջերմաստիճան, այնուհետև ստացված խառնուրդին սենյակային ջերմաստիճանում ավելացնում են ֆլյուս, խառնում,
- 10 ապա ստացված համաձուլվածքը տեղափոխում են հալման վառարան և ենթարկում հալման 1080-1200°C ջերմաստիճան, այնուհետև ստացված խառնուրդը տեղափոխում են տաքացման վառարան, որից հետո ենթարկում են վալցովկայի և 30% -անոց ազդուական թթվով անջատում ոսկին:

- շիկացնումն իրականացնում են աստիճանական փուլ առ փուլ խառնելով:
- 15 Որպես ֆլյուս վերցնում են նատրիումի կարբոնատի, նատրիումի տետրաբորատի, օսլայի, սիլիցիումի երկօքսիդի և կապարի օքսիդի 15,0 : 10,0 : 1,0 : 2,5 : 12,5 գանգվածային հարաբերակցությամբ խառնուրդը: Տաքացման վառարան իրականացված է ծակոտկեն հալքանոթներով:

- Այսպիսով, մեր կողմից առաջարկվող գյուտի արդյունքը կայանում է
- 20 հանքային ապարների, հանքաքարերի, հանքանյութերի և դրանց առաջնային վերամշակման արտադրանքներում ցածր կոնցենտրացիայով ոսկու որոշում ~ 7,5 մկգ մակարդակում, շեղումը կազմում է $\leq 5\%$, մեթոդի կիրառելիության ընդլայնումը գրավիմետրիկ հարգորոշման եղանակով՝ մինչև 0,1 գ/տ:

Հավակնության սահմանում

1. Ոսկի պարունակող հանքանյութի վերամշակման եղանակ, ըստ որի հանքանյութը ջարդում են, մանրացնում են մասնիկների 74-75մկմ չափամասի, 5 այնուհետև տեղափոխում են հալման վառարան, շիկացնում են 400-700°C ջերմաստիճանում, այնուհետև ստացված խառնուրդին սենյակային ջերմաստիճանում ավելացնում են ֆլյուս, խառնում, ենթարկում հալման 1080-1200°C ջերմաստիճան, այնուհետև ստացված խառնուրդը տեղափոխում են տաքացման վառարան, որից հետո ենթարկում են գլանման և 30% -անոց ազոտական թթվով 10 անջատում ոսկին:

2. Եղանակն ըստ 1-ին կետի. **տարբերվում է նրանով**, որ շիկացնումն իրականացնում են չորս փուլով, առաջին փուլում շիկացնում են մինչև 400°C ջերմաստիճանում 1,5 ժամ խառնելով, երկրորդ փուլում՝ 500°C ջերմաստիճանում 0,5 ժամ, երրորդ փուլում՝ 600°C ջերմաստիճանում 0,5 ժամ և չորրորդ փուլում՝ 700°C 15 ջերմաստիճանում 0,5 ժամ:

3. Եղանակն ըստ 1-ին կետի. **տարբերվում է նրանով**, որ որպես ֆլյուս վերցնում են նատրիումի կարբոնատի, նատրիումի տետրաբորատի, օսլայի, սիլիցիումի երկօքսիդի և կապարի օքսիդի 15,0 : 10,0 : 1,0 : 2,5 : 12,5 զանգվածային հարաբերակցությամբ խառնուրդը:

20 4. Եղանակն ըստ 1-ին կետի. **տարբերվում է նրանով**, որ տաքացման վառարան իրականացված է ծակոտկեն հալքանոթներով: