

ՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՍՏՈՐԳԵՏՆՅԱ ՄՇԱԿՄԱՆ ՕՊՏԻՄԱԼ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԸՆՏՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴԱԿԱՆ ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐԸ

© 2006 թ. Ա. Հ. Հովհաննիսյան

Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարան
375009, Երևան, Տերյանի փող. 105, ՀՀ
E-mail: minsect@seua.am
Ընդունված է՝ 07.10.2005 թ.

Հոդվածը նվիրված է մետաղական հանքավայրերի ստորգետնյա մշակման օպտիմալ համակարգերի ընտրման մեթոդական հարցերին: Բերված են Հայաստանի Հանրապետության ընդերքօգտագործման ոլորտում գործող հրահանգչական փաստաթղթերի պահանջներին համապատասխան տնտեսապես նպատակահարմար համակարգի ընտրման օպտիմալության չափանիշը և դրա հիմքի վրա ձևավորված ընդհանուր ու մասնավոր նպատակային ֆունկցիաները: Տրված են գնահատանքային մեր «կրիտիկական պարունակություն» և «կրիտիկական հզորություն» ցուցանիշների հասկացություններն ու դրանց որոշման բանաձևերը:

Հանքաքարային հանքավայրերում հանքամարմինների տեղադրման պայմանների ու հանքաքարի և պարփակող ապարների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բազմազանությունը պայմանավորում է մեծ թվով ստորգետնյա մշակման համակարգերի կիրառման անհրաժեշտությունը:

Յուրաքանչյուր հանքավայրի (հանքամարմնի) կամ դրա առանձին մասի շահագործման համար լավագույն (օպտիմալ) մշակման համակարգի ընտրումը հանդիսանում է չափազանց պատասխանատու և բացառիկ բարդ լեռնատնտեսագիտական խնդիր: Այն ենթադրում է տեխնիկապես կիրառելի մի քանի մշակման համակարգերից մեկի տնտեսապես առավել նպատակահարմարի ընտրում: Կիրառվող մշակման համակարգից է կախված հանքի և ամբողջ լեռնահարստացուցիչ (լեռնամետալուրգիական) ձեռնարկության գործունեության այնպիսի կարևորագույն ցուցանիշներ, ինչպիսիք են.

1) լեռնային բանվորների աշխատանքի արտադրողականությունն ու նյութերի ծախսը,

2) հանքաքարի արդյունահանման լրիվ ինքնարժեքը (1 տ օգտակար հանածոյի արդյունահանման ինքնարժեքի 40-60%-ը բաժին է ընկնում մշակման համակարգի ծախսերին),

3) արդյունահանման ժամանակ օգտակար հանածոյի կորուստներն ու աղքատացումը,

4) հանքային հումքի վերամշակման ծախսերը և օգտակար բաղադրիչների կորզման մեծությունը,

5) լեռնահարստացուցիչ (լեռնամետալուրգիական) ձեռնարկության վերջնարտադրանքի (խտանյութի, մետաղի) քանակն ու ինքնարժեքը, ինչպես նաև բերված ծախսերի մեծությունն ու ստացվող շահույթի չափը:

Բացի դրանից մշակման համակարգը զգալիորեն ազդում է օգտակար բաղադրիչների պարունակությունների սահմանաքանակների (կոնդիցիաների պարամետրերի) վրա, քանի որ, մասնավորապես, մետաղի նվազագույն արդյունաբերական պարունակության որոշման դեպքում ամբողջովին հաշվի են առնվում մաքրման և նախապատրաստական, իսկ եզրագծային պարունակության որոշման դեպքում՝ մաքրման աշխատանքների ծախսերը:

Այս կարևոր խնդրի հիմնավորված լուծումը մեծամասամբ կախված է ուղղակի կամ անուղղակի ազդող բազմաթիվ գործոններից: Դրանցից առաջին հերթին հարկ է նշել ստորգետնյա մշակ-

ման համակարգերի բազմազանությունն ու զգալի քանակությունը, որոնք մշտապես ձևափոխվում ու կատարելագործվում են, երկրորդը՝ լեռնաերկրաբանական և լեռնատեխնիկական գործոնների բազմաֆունկցիոնալ ազդեցությունը, երրորդը՝ մշակման համակարգերի պարամետրերի և կառուցվածքային տարրերի հաշվարկման հուսալի մեթոդների բացակայությունը, չորրորդը՝ տարաբնույթ տեխնիկատնտեսական ցուցանիշների համադրելի տեսքի բերումն ու տարբեր հզորությամբ և օգտակար բաղադրիչների պարունակությամբ հանքամարմինների ու դրանց մասերի համար առաջադրված խնդրի լուծումն է:

Օպտիմալ մշակման համակարգի ընտրման վրա ազդող լեռնաերկրաբանական և լեռնատեխնիկական գործոնները պայմանականորեն ստորաբաժանվում են երկու խմբի. մշտական (հաշվի են առնվում ցամակազած դեպքում) ու փոփոխական: Առաջիններից են հանքավայրը կազմող հանքամարմինների տեղադրման պայմանները՝ հանքամարմնի հզորությունն ու անկման անկյունը, հանքաքարի և պարփակող ապարների կայունությունը: Փոփոխական գործոնները հանդես են գալիս ոչ միշտ, սակայն կարող են որոշակի պայմաններում վճռորոշ դեր ունենալ: Դրանք են՝ հանքամարմնի ձևը և ըստ տարածման ու անկման չափերը, տեղադրման խորությունը, հանքաքարի ու պարփակող ապարների ինքնայրման, օքսիդացման և տեալնդելիության հատկությունները, հանքամարմնում օգտակար բաղադրիչների բաշխվածության բնույթը, պարփակող ապարների հանքային կազմն ու հանքամարմնի հետ դրանց հպմանների բնույթը, էիդրոերկրաբանական պայմանները, երկրի մակերևույթի պահպանման անհրաժեշտությունը կամ էլ դրա փլուզման հնարավորությունը, ինչպես նաև օգտակար հանածոյի արժեքը: Բացի վերը թվարկված գործոններից անհրաժեշտ է նկատի ունենալ նաև հանքավայրի հետախուզվածության աստիճանը, այս կամ այն մշակման համակարգի կիրառման փորձը, տվյալ շրջանում ամրակապման նյութերի արժեքն ու էժան լցանյութերի առկայությունը և այլն:

Հայաստանի Հանրապետության ընդերքի յուրացման ոլորտում գործող հրահանգչական փաստաթղթի (Հրահանգ պինդ օգտ. հան..., 2001) համաձայն հանքավայրի այն պաշարների համար, որոնք նախատեսվում են արդյունահանել կապի-

տալ ներդրումների ետգնման ժամկետի սահմաններում, որպես օպտիմալության միասնական չափանիշ անհրաժեշտ է ընդունել այդ ժամանակահատվածում ստացվող առավելագույն գերնորմատիվային շահույթը, իսկ մնացած պաշարների մշակման ժամանակահատվածի համար՝ առավելագույն շահույթը: Հետևաբար, ընդերքի օպտիմալ յուրացման հիմնահարցի շրջանակներում ընդգրկվող խնդիրների լուծման, այդ թվում տնտեսապես առավել նպատակահարմար ստորգետնյա մշակման համակարգի ընտրման համար նպատակային ֆունկցիան ընդհանուր առմամբ կունենա հետևյալ տեսքը.

$$\sum_{j=1}^{T_{\text{ibm}}} (U_{ij} - \bar{C}_{pij}) A_{ij} + \sum_{j=T_{\text{ibm}}+1}^{T_i} (U_{ij} - \bar{C}_{ij}) A_{ij} \rightarrow \max, \quad (1)$$

որտեղ՝ U_{ij} – շուկայական գներով հաշվարկված 1 տ հանքաքարի կորզվող արժեքն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի j -րդ տարում, \$/տ, $\bar{C}_{pij}$ – 1 տ հանքաքարի արդյունահանման և վերամշակման բերված ծախսերն են ըստ i -րդ մշակման համակարգի j -րդ տարում, \$/տ, $\bar{C}_{ij}$ – 1 տ հանքաքարի արդյունահանման և վերամշակման լրիվ ինքնարժեքն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի j -րդ տարում, \$/տ, A_{ij} – ձեռնարկության տարեկան արտադրողականությունն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի j -րդ տարում, տ/տարի, T_{ibm} – կապիտալ ներդրումների ետգնման ժամկետն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի, տարի, T_i – ձեռնարկության ծառայման ժամկետն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի, տարի:

Հանքավայրի շահագործման ողջ ժամանակաշրջանում U_{ij} , $\bar{C}_{pij}$, $\bar{C}_{ij}$ և A_{ij} մեծությունների անփոփոխ լինելու դեպքում (!) նպատակային ֆունկցիան կնդունի հետևյալ տեսքը.

$$(U_{ij} - \bar{C}_{pi}) A_i T_{\text{ibm}} + (U_{ij} - \bar{C}_{ij}) A_i (T_i - T_{\text{ibm}}) \rightarrow \max: \quad (2)$$

Իր հերթին ակնհայտ է որ, $A_i T_{\text{ibm}}$ արտադրյալը իրենից ներկայացնում է կապիտալ ներդրումների ետգնման ժամկետի սահմաններում արդյունահանվող, իսկ $A_i (T_i - T_{\text{ibm}})$ ՝ մնացած ժամանակահատվածում արդյունահանվող հանքաքարի շահագործական պաշարները ըստ i -րդ մշակման համակարգի: Հետևաբար (2) նպատակային ֆունկցիան կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով.

$$(U_{ij} - \bar{C}_{pi}) Q_{\text{ibm}} \frac{K_{ij}}{K_{\text{mi}}} + (U_{ij} - \bar{C}_{ij}) Q_{\text{abi}} \frac{K_{ij}}{K_{\text{mi}}} \rightarrow \max, \quad (3)$$

որտեղ՝ Q_{ibm} – կապիտալ ներդրումների ետգնման ժամկետի սահմաններում արդյունահանվող հանքաքարի հաշվեկշռային պաշարներն են ըստ i -րդ մշակման համակարգի, տ, Q_{abi} – մնացած ժամանակահատվածում արդյունահանվող հանքաքարի հաշվեկշռային պաշարներն են ըստ i -րդ մշակման համակարգի, տ, K_{ij} – ընդերքից օգտակար հանածոյի կորզման գործակիցն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի, K_{mi} – արդյունահանման ժամանակահանքաքարի որակի փոփոխման գործակիցն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի:

(3) նպատակային ֆունկցիան հաշվի է առնում

հանքավայրի շահագործման (որևէ i -րդ մշակման համակարգի կիրառման դեպքում) երկու ժամանակահատված (էտապ)՝ մինչև կապիտալ ներդրումների ետգնման և ետգնումից հետո ու դրանց համապատասխան օգտակար հանածոյի պաշարները:

Միևնույն ժամանակ լեռնահանքային արդյունաբերության գործունեության համաշխարհային փոքր ցույց է տալիս, որ ազատ շուկայական տնտեսավարմամբ թելադրված, ոլորտում կապիտալ ներդրումների արդյունավետության նվազագույն աստիճանը կազմում է մոտ 14-20%, ինչը ապահովում է առավելագույնս 5-7 տարի կապիտալ ներդրումների ետգնման ժամկետ: Ընդ որում, որքան փոքր է կապիտալ ներդրումների ետգնման ժամկետը, այնքան տնտեսական առումով ստացվել գրավիչ է արդյունաբերական յուրացման կոնկրետ օբյեկտը, իսկ նշված շեմից ավելին լինելու պարագայում, ֆինանսական ներդրման տեսանկյունից, վերջինս դառնում է ոչ հետաքրքրական:

Կապված վերը շարադրվածի հետ, դժվար չէ համոզվել, որ հանքավայրի մասշտաբից կախված որքան մեծ է հանքի ծառայման ժամկետը, այնքան փոքր է առաջին էտապի հարաբերական տևողությունը ու, բնականաբար, ավելի քիչ է զգացվում (3) նպատակային ֆունկցիայի առաջին գումարելիի հստակառման անհրաժեշտությունը:

Բացի այդ, հանքի գործարկման սկզբնական շրջանում, բնականաբար, առավել նպատակահարմար է շահագործել օգտակար բաղադրիչի առավել բարձր պարունակությամբ ներկայացված և հստակ երկրաբանական սահմաններ ունեցող հանքամարմինները կամ դրանց առանձին մասերը: Այդպիսի մոտեցումը, մի կողմից, հանգեցնում է հանքաքարի բարձր կորզվող արժեքի ստացման շնորհիվ համեմատաբար մեծ շահույթի (տեսակարար և տարեկան) ու կապիտալ ներդրումների ետգնման ժամկետի բացարձակ մեծության փոքրացմանը, իսկ, մյուս կողմից՝ հանքային խուրքի հենքի ընդլայնմամբ պայմանավորված հարաբերական մեծության փոքրացմանը: Վերջինս հետևանք է գիտատեխնիկական հեռանկարային առաջընթացով և մետաղների համաշխարհային գների օբյեկտիվ աճի հանգամանքով թելադրված կոնդիցիաների պարամետրերի թվային արժեքների օրինաչափ փոքրացման:

Հանքի շահագործման սկզբնական շրջանում ակնկալվող շահույթի մեծացման հնարավոր ուղի է հանդիսանում նաև հանքավայրի առավել բարենպաստ պայմաններով բնութագրվող և երկրի մակերևույթին համեմատաբար մոտիկ գտնվող հանքամարմինների կամ դրանց առանձին մասերի առաջնահերթ մշակումը, որը հայտնի պատճառներով բերում է օգտակար հանածոյի արդյունահանման ծախսերի նվազմանը:

Այսպիսով, բերված մեկնաբանություններից պարզ է դառնում, որ համապատասխան կազմակերպչական մոտեցում ցուցաբերելու դեպքում, լիովին իրատեսական է հասնել կապիտալ ներդրումների ետգնման ժամկետի կրճատմանը և, հետևաբար, արդյունաբերական յուրացման առաջին էտապին բաժին ընկնող հանքաքարի հաշվեկշռային պաշարների քանակի փոքրացմանը: Իսկ եթե հաշվի առնենք միայն շահագործման մեջ գտնվող հանքավայրերը, ապա որոշ վերապահումներով կարելի է մշակման համակարգերի տնտեսական գնահատման հիմքում դնել «կապի-

տալ ներդրումների ետզնման ժամկետի ավարտից մինչ յուրացման վերջը ընկած ժամանակահատվածում ստացվող գումարային առավելագույն շահույթ» օպտիմալության չափանիշը, այսինքն օգտագործել (3) նպատակային ֆունկցիայի երկրորդ գումարելին:

Միևնույն ժամանակ, ապացուցված է, որ նշված նպատակին հասնելու համար անհրաժեշտ է հետևյալ պայմանի ապահովումը (Агабальян, 1994):

$$(U_{qi} - U_{zmini}) Q_{phi} \frac{K_{qi}}{K_{ni}} \rightarrow \max, \quad (4)$$

որտեղ՝ U_{zmini} – շահագործական հավելաճային ծախսերով հաշվարկված օգտակար բաղադրիչի նվազագույն արդյունաբերական պարունակության արժեքային մեծությունն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի, \$/տ, Q_{phi} – հանութային բլոկում հանքաքարի հաշվեկշռային պաշարներն են ըստ i -րդ մշակման համակարգի, տ:

Մի շարք վերափոխումներից հետո (4) նպատակային ֆունկցիան կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով.

$$(C_{\Phi i} - C_{zmini}) Q_{phi} K_{qi} \rightarrow \max, \quad (5)$$

որտեղ՝ $C_{\Phi i}$ – դիտարկվող հանութային բլոկի հանքաքարային զանգվածում օգտակար բաղադրիչի փաստացի պարունակությունն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի, %(գ/տ), C_{zmini} – շահագործական հավելաճային ծախսերով հաշվարկված օգտակար բաղադրիչի նվազագույն արդյունաբերական պարունակության բնեղեն մեծությունն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի, %(գ/տ): Վերջինս որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$C_{zmini} = \frac{U_{zmini}(C_{ju} - a) + a Q_{ju}}{[U_{zmini} b + Q_{ju}(1 - b)] K_{ni}}, \quad (6)$$

որտեղ՝ C_{ju} – խտանյութում օգտակար բաղադրիչի պարունակությունն է, %(գ/տ), Q_{ju} – 1 տ խտանյութի զինն է մետաղի համաշխարհային գնով հաշվարկված, \$/տ, a և b – հանքաքարի տվյալ տեսակի ու ընդունված վերամշակման տեխնոլոգիայի համար հաստատուն թվային գործակիցներ են:

Մասնավոր դեպքում, երբ $b = 0$, $C_{ju} = a = \text{const}$ (C_{ju} – հարստապոչերում օգտակար բաղադրիչի պարունակությունն է, %(գ/տ)), ապա (6) բանաձևը կընդունի հետևյալ պարզեցված տեսքը.

$$C_{zmini} = \frac{U_{zmini}(C_{ju} - C_{uj})}{Q_{ju} K_{ni}} + \frac{C_{uj}}{K_{ni}}. \quad (7)$$

Համաձայն պրոֆ. Յու. Աղաբալյանի հիմնարար հետազոտությունների, իր հերթին, շահագործական հավելաճային ծախսերով հաշվարկված օգտակար բաղադրիչի նվազագույն արդյունաբերական պարունակության արժեքային մեծությունը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$U_{zmini} = \sigma'_{\Phi i} + \frac{\sigma'_{\Phi i}}{m_{\Phi i}} + \sigma'_{\omega j}, \quad (8)$$

որտեղ՝ $\sigma'_{\Phi i}$ – նախապատրաստական և մաքրման աշխատանքների տեսակարար ծախսերի

համամասնական մասն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի, \$/տ, $\sigma'_{\Phi i}$ – նախապատրաստական և մաքրման աշխատանքների տեսակարար ծախսերի հաստատուն մասն է մաքրման տարածության ողջ լայնության վրա ըստ i -րդ մշակման համակարգի, (\$-մ)/տ, $\sigma'_{\omega j}$ – 1 տ հանքաքարի արդյունահանման և վերամշակման շահագործական ու կապիտալ այլ ծախսերի համամասնական մասն է, որը կախված չէ հանքամարմնի հզորությունից, \$/տ, $m_{\Phi i}$ – մաքրման տարածության լայնությունն է ըստ i -րդ մշակման համակարգի, մ:

Վերջինիս մեծությունը կախված է հանքամարմնի հզորությունից (m , մ) և հանութի ժամանակ հանքաքարի հետ հպումներում անխուսափելի պոկվող դատարկ ապարների կամ էլ ոչ կոնդիցիոն հանքաքարի հաստությունից ($\Delta m_{\omega j}$, մ), այսինքն՝ $m_{\Phi i} = m + \Delta m_{\omega j}$:

Տեղադրելով (8) բանաձևը (7), իսկ վերջինս՝ (5) բանաձևի մեջ կստանանք.

$$\left[C_{\Phi i} - \frac{\left(\sigma'_{\Phi i} + \frac{\sigma'_{\Phi i}}{m_{\Phi i}} + \sigma'_{\omega j} \right) (C_{ju} - C_{uj})}{Q_{ju} K_{ni}} - \frac{C_{uj}}{K_{ni}} \right] \times Q_{phi} K_{qi} \rightarrow \max: \quad (9)$$

Տնտեսապես նպատակահարմար մշակման համակարգերի ընտրման համար բերված (9) նպատակային ֆունկցիան հանդիսանում է առավել ընդհանուր պայման, քանի որ այն հնարավորություն է տալիս իրականացնել.

1) հանքաքարից դեպի պարփակող ապարներ օգտակար բաղադրիչի աստիճանաբար նվազմամբ բնութագրվող հանքամարմինների մշակման համակարգերի համեմատում: Երկրաբանական առումով այդպիսի հանքային մարմինները սովորաբար ներկայացված են հանքայնացված պարփակող ապարներով կամ ունեն ցանալուր հանքայնացում և դրանց արդյունաբերական հանքանացման սահմանները ըստ հզորության կարելի է որոշել միայն օգտակար բաղադրիչի եզրագծային պարունակության միջոցով, որն իր հերթին կախված է կիրառվող մշակման համակարգից: Ուստի, նշված պայմաններում, օգտակար բաղադրիչի եզրագծային պարունակությամբ կանխորոշված, տարբեր մշակման համակարգերին համապատասխանում են հանքային մարմինների տարբեր հզորություններ և, հետևաբար, տարբեր հաշվեկշռային պաշարներ ու օգտակար բաղադրիչի փաստացի պարունակություններ,

2) հանքաքարի կոնդիցիոն և ոչ կոնդիցիոն (կամ էլ դատարկ ապարների ներփակումների) միջակայքերի հերթագայությամբ ու դրանց տարածական տեղաբաշխման հստակ արտահայտված օրինաչափության բացակայությամբ բնութագրվող հանքամարմինների մշակման դեպքում զանգվածից հանքաքարի համախառն և անջատ հանութ (կամ էլ պոկված հանքաքարի հանքախորշային տեսակավորում) ապահովող համակարգերի տնտեսական համեմատումը: Այդ դեպքում նշված համակարգերով պայմանավորված հանքաքարի պաշարներն ու մետաղների փաստացի պարունակությունները տարբեր են: Ընդ որում, հանքաքարի անջատ հա-

նույթի ու հանքախորշային տեսակավորման հնարավորությամբ օժտված համակարգերի դիտարկման ժամանակ արդյունաբերական նշանակության հանքային հումքի պաշարները որոշվում են վիճակագրական եղանակով՝ օգտագործելով հանքաբերության գործակիցը:

Վերը շարադրվածի համատեքստում ակնհայտ է դառնում այն հանգամանքը, որ (9) նպատակային ֆունկցիայի մեջ մտնող բոլոր մեծությունները փոփոխական են: Դժվար չէ համոզվել նաև նրանում, որ նշված պայմանները հատուկ են հասկապես բարդ և չափազանց բարդ երկրաբանական կառուցվածք ունեցող հանքավայրերին, որոնց համաքարերի հաշվեկշռային պաշարների հաշվարկման կամ վերահաշվարկման համար կոնդիցիաների պարամետրերի տեխնիկատեսակական հիմնավորման ժամանակ մշակման օպտիմալ համակարգի ընտրման հետ մեկտեղ որոշվում են օգտակար բաղադրիչների պարունակությունների սահմանաքանակները: Իսկ եթե ընդունենք, որ համեմատվող մշակման համակարգերի համար հանութային միավորում (բլոկում կամ պանելում) հանքաքարի հաշվեկշռային պաշարները հաստատուն են, ապա (9) արտահայտությունը կնդունի հետևյալ պարզեցված տեսքը.

$$\left[C_{\Phi} - \frac{\left(\sigma'_{\text{сдв}} + \frac{\sigma'_{\text{сдв}}}{m + \Delta m_{\text{шп}}'} + \sigma'_{\text{шп}} \right) (C_{\text{ш}} - C_{\text{ш}})}{q_{\text{ш}} K_{\text{ш}}} - \frac{C_{\text{ш}}}{K_{\text{ш}}} \right] \times$$

$$\times K_{\text{ш}} \rightarrow \max, \quad (10)$$

(10) պայմանի օգտագործումը արդարացված է միայն հստակ երկրաբանական սահմաններ ունեցող հանքամարմինների համար կամ լեռնահանքային ձեռնարկության նախագծման ու շահագործման ժամանակ մշակման համակարգի ընտրման դեպքերում, քանի որ հանքավայրի շահագործման նախագծի մշակումն ու դրա հետագա շահագործումը չի թույլատրվում կոնդիցիաների պարամետրերի միջոցով հաշվարկված հանքաքարի հաստատված հաշվեկշռային պաշարների բացակայության պարագայում:

(10) նպատակային ֆունկցիայի արտահայտում է տնտեսապես նպատակահարմար մշակման համակարգի ընտրման վրա բազմաթիվ փոխկապակցված գործոնների համատեղ ազդեցությունը: Դրանք են.

1) երկրաբանական բնույթի գործոններ՝ հանքաքարային զանգվածում մետաղի փաստացի պարունակությունը ($C_{\text{ш}}$) ու հանքամարմնի կամ դրա առանձին մասի հզորությունը (m): Ընդ որում, m -ը կարող է (10) նպատակային ֆունկցիայում հանդես գալ նաև $K_{\text{ш}}$ -ի միջոցով, ինչը հնարավոր է, որպես կանոն, չափազանց բարակ և բարակ ու որոշ չափով միջին հզորության հանքամարմինների մշակման համակարգերի կիրառման ժամանակ և ամենապարզ դեպքում.

$$K_{\text{ш}} = \frac{m}{m + \Delta m_{\text{шп}}}, \quad (11)$$

2) հանքաքարի հանույթի տեխնիկատեխնո-

լոգիական լուծումներով պայմանավորված տնտեսական բնույթի գործոններ, որոնք մի կողմից արտահայտված են 1-ի սահմանային հումքի կորզման նախապատրաստման և կտրման, մաքրման աշխատանքների ծախսերի՝ ըստ մշակման համակարգի ինքնարժեքի ($\sigma'_{\text{сдв}}$ և $\sigma'_{\text{шп}}$), իսկ մյուս կողմից՝ հանքաքարի արդյունահանման որակաքանակական ցուցանիշների ($K_{\text{ш}}$ և $K_{\text{ш}}$) միջոցով: Միևնույն ժամանակ $\sigma'_{\text{сдв}}$, $\sigma'_{\text{шп}}$ և $K_{\text{ш}}$ մեծությունները ներառված են օգտակար բաղադրիչի նվազագույն արդյունաբերական պարունակության մեծության ($C_{\text{ш}}$) մեջ: Այլ կերպ ասած (10) նպատակային ֆունկցիայի մեջ հաշվի են առնվում հանքաքարի արդյունահանման ժամանակ աղբատացման հարուցած և կորուստներից առաջացած տնտեսական վնասները,

3) հանքաքարի արդյունահանման համահանքային նշանակության և հարստացման տեխնիկատեխնոլոգիական ու կազմակերպչական լուծումներով պայմանավորված տնտեսական բնույթի գործոններ: Դրանք արտահայտված են $\sigma'_{\text{сдв}}$, $C_{\text{ш}}$ ու $C_{\text{ш}}$ մեծությունների միջոցով և հաշվի են առնվում օգտակար բաղադրիչի նվազագույն արդյունաբերական պարունակության մեծության ($C_{\text{ш}}$) մեջ,

4) գույտ տնտեսական գործոն, որը հանդես է գալիս մետաղի համաշխարհային գնի տեսքով ու հաշվի է առնվում օգտակար բաղադրիչի նվազագույն արդյունաբերական պարունակության մեծության ($C_{\text{ш}}$) մեջ:

Վերը շարադրվածը թերի կլինի, եթե չնշենք «կրիտիկական պարունակություն» և «կրիտիկական հզորություն» նոր գնահատանքային ցուցանիշների մասին (Агабалиян, 1994), որոնց օգտագործումը մետաղական հանքավայրերի արդյունաբերական գնահատման և շահագործման նախագծման գործնական աշխատանքներում թույլ է տալիս զգալիորեն կրճատել առանձին երկրաբանական ու շահագործական բլոկների ստորգետնյա մշակման տնտեսապես նպատակահարմար համակարգերի ընտրման հաշվարկների իրականացման աշխատատարությունը.

– «կրիտիկական պարունակությունը» ($C_{\text{ш}}$) հանքաքարային զանգվածում օգտակար բաղադրիչի այն պարունակությունն է, որի դեպքում համեմատվող մշակման համակարգերը ապահովում են հավասար արդյունավետություն,

– «կրիտիկական հզորությունը» ($m_{\text{ш}}$) օգտակար հանածոյի հանքամարմնի այն հզորությունն է, որի դեպքում համեմատվող մշակման համակարգերը ապահովում են հավասար արդյունավետություն:

Այդ ցուցանիշների իմնավորման անհրաժեշտությունը բխում է հետևյալ օբյեկտիվ օրինաչափություններից.

1. Որքան բարձր է մետաղի փաստացի պարունակությամբ և գնով կանխորոշվող հանքաքարի արժեքը, այնքան զգալի է հանքաքարի կորուստներից առաջացող տնտեսական վնասը: Հետևաբար, բարձրարժեք հանքաքարով ներկայացված հանքամարմինների կամ դրանց առանձին մասերի (բլոկների) մշակման համար տնտեսապես նպատակահարմար է կիրառել փոքր կորուստներով բնութագրվող թանկարժեք, այլ ոչ թե մեծ կորուստներ թույլ տվող էժան համակարգերը և հակառակը:

Այդ իմաստով, մեթոդական տեսանկյունից, եթե համեմատվող երկու մշակման համակարգերից մեկը առանձնանում է C_{min} -ի ավելի ցածր արժեքով, իսկ մյուսը՝ K_{min} -ի ավելի բարձր արժեքով, ապա (10) արտահայտությունից հետևում է, որ C_{min} -ի համեմատաբար ցածր արժեքի դեպքում առավելությունը տրվում է C_{min} -ի ավելի ցածր արժեք ունեցող համակարգին, իսկ մետաղի բարձր փաստացի պարունակության դեպքում, հակառակը, առավելություն է ստանում ավելի փոքր կորուստներով բնութագրվող մշակման համակարգը: Նշվածի լույսի ներքո պարզ է դառնում, որ գոյություն ունի օգտակար բաղադրիչի մի այնպիսի պարունակություն, որի դեպքում համեմատվող մշակման համակարգերը հավասար արդյունավետ են: Յու.Աղաբալյանը (Агабальян, 1994) այն կոչել է հանքաքարային զանգվածում օգտակար բաղադրիչի «կրիտիկական պարունակություն» և տվել է դրա որոշման հավասարումը.

$$C_{\text{кр}} = \frac{C_{\text{min}(2)}K_{\text{y}(2)} - C_{\text{min}(1)}K_{\text{y}(1)}}{K_{\text{y}(2)} - K_{\text{y}(1)}}, \%(g/t), \quad (12)$$

որտեղ՝ «1» և «2» ինդեքսները մշակման համակարգերի տարբերակներն են:

2. Հանքամարմինների կամ դրանց առանձին մասերի (բլոկների) հզորությունից կախված հանքաքարի արդյունահանման ինքնարժեքի և աղքատացման փոփոխման դինամիկան միևնույնը չէ տալիս մշակման համակարգերի կիրառման դեպքում: Ընդ որում, հանքամարմնի հզորության ազդեցությունը հանքաքարի արդյունահանման

ծախսային և որակական ցուցանիշների վրա առավել ցայտուն է դրսևորվում հատկապես չափազանց բարակ և բարակ հանքամարմինների մշակման դեպքում, քանի որ այդ միջակայքում K_{min} մեծությունը հանքամարմնի հզորությունից և կիրառվող մշակման համակարգից կախված է զգալիորեն:

Միջին հզորության հանքամարմինների պայմաններում հանքաքարի աղքատացումը պակաս չափով է կախված հզորությունից և կիրառվող մշակման համակարգից:

Ինչ վերաբերում է հզոր և գերհզոր հանքամարմիններին, ապա դրանց մշակման ժամանակ ինչպես K_{min} , այնպես էլ K_{max} գործակիցները գործնականում կախված չեն հանքամարմնի հզորությունից, այլ ամբողջովին պայմանավորված են կիրառվող մշակման համակարգով:

Հետևաբար, եթե չափազանց բարակ, բարակ և միջին հզորության հանքային մարմնի դեպքում տնտեսապես նպատակահարմար է ճանաչվել որևէ մշակման համակարգ, ապա մեկ ուրիշ հզորության դեպքում կարող է նպատակահարմար հանդիսանալ մեկ այլ մշակման համակարգ: Ուստի, առկա է հանքամարմնի մի այնպիսի հզորություն, որի դեպքում համեմատվող մշակման համակարգերը հավասար արդյունավետ են: Այս հարցը բավական մանրամասն ներկայացված է Յու.Աղաբալյանի աշխատանքում (1994), որտեղ հեղինակը առաջին անգամ առաջարկել է նոր գնահատանքային ցուցանիշ՝ հանքամարմնի կամ դրա առանձին մասի (բլոկի) «կրիտիկական հզորություն»: Վերջինիս որոշման ընդհանրացված բանաձևը ունի հետևյալ տեսքը.

$$m_{\text{кр}} = \frac{\sigma_{\text{oc}(1)} \frac{K_{\text{y}(1)}}{K_{\text{n}(1)}} - \sigma_{\text{oc}(2)} \frac{K_{\text{y}(2)}}{K_{\text{n}(2)}}}{0.01 C_{\Phi} Q_{\Phi} (K_{\text{a}(1)} K_{\text{y}(1)} - K_{\text{a}(2)} K_{\text{y}(2)}) + \left(\sigma_{\text{oc}(2)} \frac{K_{\text{y}(2)}}{K_{\text{n}(2)}} - \sigma_{\text{oc}(1)} \frac{K_{\text{y}(1)}}{K_{\text{n}(1)}} \right) - \sigma_{\text{աղ}} \left(\frac{K_{\text{y}(1)}}{K_{\text{n}(1)}} - \frac{K_{\text{y}(2)}}{K_{\text{n}(2)}} \right)}, \quad (13)$$

որտեղ՝ Q_{Φ} – մետաղի համաշխարհային գինն է խտանյութում, \$/տ, $K_{\text{a}(1)}$ և $K_{\text{a}(2)}$ – հանքաքարի վերամշակման ժամանակ մետաղի կորզման գործակիցներն են համապատասխանաբար «1» և «2» մշակման համակարգերի կիրառման դեպքում:

Այսպիսով համառոտ ներկայացվեց հանքաքարերի ստորգետնյա արդյունահանման օպտիմալ տեխնոլոգիաների ընտրման մեթոդական հիմունքները:

Հոդվածին ծանոթացել է տեխն. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Յու.Ա.Աղաբալյանը և տալով լավ կարծիք առաջարկել է հրատարակել:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Агабальян Ю.А. Теория и практика оптимального освоения недр. М.: Недра. 1994. 174 с.

Հրահանգ պինդ օգտակար հանածոների հանքավայրերի արդյունաբերական գնահատման և կոնդիցիաների պարամետրերի հիմնավորման նյութերի բավանդակության, ձևավորման եվ պետական փորձաքննության ներկայացման կարգի մասին: Երևան, ՀՀ գերատեսչական նորմատիվ ակտերի տեղեկագիր N 12(75) 14. 06. 2001: «Տիգրան Մեծ» ՓԲԸ հրատարակչություն, 2001, էջ 82-99.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А. Г. Оганесян

Резюме

Статья посвящена методическим вопросам выбора оптимальных систем подземной разработки металлических месторождений. Приводятся в соответствие с действующими в сфере недропользования Республики Армения требованиями инструктивных документов критерий оптимальности выбора экономически целесообразной системы разработки и сформировавшиеся на основе этого критерия общие и частные целевые функции. Даны понятия новых оценочных показателей "критическое содержание" и "критическая мощность", и расчетные формулы их определения.

METHODICAL BASES FOR CHOOSING OF OPTIMUM SYSTEMS OF UNDERGROUND MINING OF METAL DEPOSITS

A. H. Hovhannisyan

Abstract

The article is devoted to methodical issues for choosing of optimum systems of underground mining of metal deposits. The criterion of an optimality of a choice of economically expedient system of development and generated is harmonized with operation in sphere underground mining usage of the Republics of Armenia to requirements of instructive documents on the basis of this criterion the general and private criterion functions. Concepts of new estimated parameters «the critical content» and «critical thickness» and estimated formulas of their definition are given.