

Т.С. АГАМЯН П.Н. НЕРСИСЯН

**НОВЫЙ ВАРИАНТ ПОДГОТОВИТЕЛЬНО -РАЗРЕЗНЫХ РАБОТ НА
ШАУМЯНСКОМ ЗОЛОТОПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОМ
МЕСТОРОЖДЕНИИ**

Исследуются осуществляемые на Шаумянском золотополиметаллическом месторождении подготовительные и разрезные работы. При проведении этих работ необходимо уменьшить поверхность поперечного сечения выработки с целью снижения коэффициента разубоживания.

Ключевые слова: полиметаллическое месторождение, разрезные и подготовительные выработки, проходка рудоската.

T.S. AGHAMYAN, P.N. NERSISYAN

**A NEW VERSION OF PREPARATORY AND CUTTING WORKS AT THE
SHAHOUMIAN GOLD-POLYMETALLIC DEPOSIT**

The preparatory and cutting works carried out at the Shahoumian gold-polymetallic deposit are investigated. While carrying out these works, it is necessary to reduce the cross-sectional area of the roadway to reduce the ore dilution factor.

Keywords: polymetallic deposit, preparatory and cutting roadways, sinking.

ՀՏԴ 622.243.572.051.7

Գ.Ռ. ԲԱԼՈՒՄՅԱՆ, Վ.Վ. ՀՈՎԱԿԻՄՅԱՆ

**ԲԱՑԱՀԱՆՔԵՐԻ ԵՎ ԼՑԱԿՈՒՅՏԵՐԻ ԿՈՂԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ
ՀԱՇՎԱՐԿՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ**

Բաց լեռնային աշխատանքների զարգացման և հատկապես բացահանքերի խորության մեծացման հետ մեկտեղ՝ դրանց կողերի կայունության որոշման հարցերն ունեն մեծ նշանակություն: Այդ պատճառով անհրաժեշտ է որոշել բացահանքերի և լցակույտերի կողերի թեքման անկյունները՝ հիմնվելով ինժեներական հաշվարկների վրա:

Առանցքային բաներ. սահքի մակերևույթ, կայունություն, ազդեցություն, լարվածային մակերևույթ, կցորդման ուժեր, սահքի դիմադրություն:

Ներածություն. Բաց եղանակով օգտակար հանածոների մշակման լեռնաերկրաբանական պայմանների բարդացումը, բացահանքերի խորությունների մեծացումը, հետևաբար՝ բացահանքերի ծառայման ժամկետների ավելացումը հանգեցնում են բացահանքի կողերի կայունության մեթոդների որոշման կատարելագործման անհրաժեշտությանը: Կողի թեքման անկյան և լցակույտի թեքույթ-

յան որոշման մեթոդների հիմնավորման բազմազանությունը ստեղծել է դժվարություններ կայունության հարցերի որոշման ժամանակ՝ նախագծման, շինարարության և բացահանքերի շահագործման փուլերում: Բազմազան մեթոդների կիրարկումը հանգեցնում է կողերի պարամետրերի որոշման կոպիտ սխալների և մակաբացման աշխատանքների կամ սողանքային հետևանքների վերացման վրա հավելյալ ծախսերի [1]:

Ստորև ներկայացվում են կողերի կայունության որոշման առավել արդյունավետ մեթոդները, որոնցում հիմնավորվում են բացահանքի կողի, հանքաստիճանի և լցակույտի կողի թեքման անկյունները, և դիտարկվում են դրանց կայունության հարցերը:

Թեքությունների կայունությունը սովորաբար բնութագրվում է կայունության պաշարի գործակցով, որը ներկայացնում է սահքի բոլոր դիմադրությունների ուժերի հանրագումարի (ΣS) հարաբերությունը սահքի բերող ուժերի հանրագումարին (ΣT), որոնք գործում են մակերևույթի ամենաթույլ հատվածներում:

Բացահանքի կողերի, հանքաստիճանի և լցակույտերի կայունության վրա ազդում են մի շարք գործոններ՝

- 1) երկրաբանական,
- 2) հիդրոերկրաբանական,
- 3) կլիմայական,
- 4) լեռնատեխնիկական:

Հատկապես վերջին գործոնը հորատապայթեցման աշխատանքների դեպքում ունի շատ մեծ ազդեցություն: Պայթյունի ազդեցությունը տարածվում է մինչև 60-70մ դեպի զանգվածի խորքը՝ առաջացնելով տարբեր տեսակի ճեղքեր:

Բացահանքի կողերի, հանքաստիճանի և լցակույտի կայունության հաշվարկի ժամանակ անհրաժեշտ է դիտարկել հետևյալ հարցերը՝

- 1) ելնելով ապարների ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից՝ կառուցել սահքի մակերևույթը,
- 2) ընդունելով առանձին բլոկները՝ որպես կոշտ կապակցված, որոշել զանգվածի ճեղքավորվածության աստիճանը,
- 3) բլոկների փոխազդեցության հաշվառմամբ որոշել բլոկների ազդեցությունը զանգվածի վրա,

Այս հարցերի հաշվառմամբ՝ կողերի կայունության հիմնավորման համար առավել կիրառելի են հետևյալ մեթոդները՝

- 1) կլոր-գլանային սահքի մակերևույթով կողերի կայունության հաշվարկման մեթոդ՝ սահող զանգվածը ընդունելով որպես կոշտ սեպ,

$$P_i \sin \varphi_i = T_i, \quad (4)$$

$$M_c = R \sum T_i: \quad (5)$$

Այստեղից՝

$$M_c = \sum M_{ci} = \sum P_i R \sin \varphi_i: \quad (6)$$

Չանգվածը սահքից պահպանող ուժերի մոմենտը կորոշվի՝

$$M_y = R t g \rho \sum P_i \cos \varphi_i + R K \sum l_i, \quad (7)$$

որտեղ l_i –ն սահող մակերևույթի երկարությունն է, $t g \sum P_i \cos \varphi_i$ –ն՝ տարրական բլոկների ծանրության ուժի նորմալ բաղադրիչի և շփման ներքին անկյան գործակցի արտադրյալների գումարը, K – ը՛կցման տեսակարար ուժը:

Եթե մոմենտները հավասարեցնենք գրոյի, կստանանք՝ $M_y = M_c$, և հետևաբար՝

$$\frac{t g \rho \sum P_i \cos \varphi_i + K \sum l_i}{\sum P_i \sin \varphi_i} = 1, \quad (8)$$

կամ՝

$$\frac{t g \rho \sum N_i + K \sum l_i}{\sum T_i} = 1, \quad (9)$$

$$P_i \sin \varphi_i = T_i, \quad (10)$$

$$P_i \cos \varphi_i = N_i: \quad (11)$$

Ստացված արտահայտությունը ներկայացնում է սահմանային կայունության վիճակը:

Այս եղանակով հաշվարկը շատ պարզ է, իսկ թերությունն այն է, որ մոմենտները հավասարեցնելով գրոյի՝ ընդունում ենք, որ ազդող ուժերի պրոյեկցիաները ox առանցքի վրա հավասար են, չնայած իրականում այդպես չէ:

Ուժերի հանրահաշվական գումարմամբ կայունության հաշվարկման մեթոդի էությունը հետևյալն է: Երբ բացահանքի կողի թեքման անկյունը չի գերազանցում 45° -ից և կազմված է մեծ քանակությամբ առանձին բլոկներից, ապա այդ բլոկները կարելի է բաժանել ուղղաձիգ գծերով և ընդունել, որ բլոկները միմյանց փոխազդում են հիմքին զուգահեռ ուղղությամբ:

Փոխազդեցությունները կապված են մեկը մյուսին հետևյալ անալիտիկ բանաձևով՝

$$E_i = \frac{P_i(\sin \varphi_i - \cos \varphi_i t g \rho) - K l_i + E_{i-1}}{\cos \delta_i - \sin \delta_i t g \rho}: \quad (12)$$

Եթե բլոկների քանակը բավականին մեծ է, ապա φ_{i-1} -ը քիչ է տարբերվում φ_i -ից, և եթե ընդունենք դրանց հավասարությունը, ապա սխալը չի գերազանցի 1,5%-ը:

Այդ դեպքում δ -ն ձգտում է զրոյի, իսկ վերը բերված բանաձևի հայտարարը՝ մեկի: E_i -ն այդ դեպքում հավասար կլինի համարիչի արտահայտությանը:

Ընդունելով, որ առաջին բլոկի համար նախորդող բլոկ չկա, և նրա փոխազդեցությունը հավասար է զրոյի, իսկ վերջին բլոկի ազդեցությունը հաջորդին նույնպես զրո է, կստանանք հետևյալ հավասարումները՝

$$E_1 = P_1(\sin\varphi_1 - \cos\varphi_1 \operatorname{tg}\rho) - Kl_1, \quad (13)$$

$$E_2 = P_2(\sin\varphi_2 - \cos\varphi_2 \operatorname{tg}\rho) - Kl_2 + E_1, \quad (14)$$

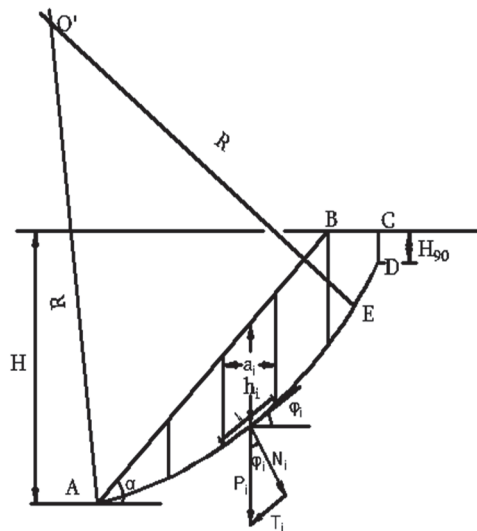
$$E_3 = P_3(\sin\varphi_3 - \cos\varphi_3 \operatorname{tg}\rho) - Kl_3 + E_2, \quad (15)$$

.....

$$E_n = P_n(\sin\varphi_n - \cos\varphi_n \operatorname{tg}\rho) - Kl_n + E_{n-1} = 0, \quad (16)$$

$$\sum P_i(\sin\varphi_i - \cos\varphi_i \operatorname{tg}\rho) - K \sum l_i = 0: \quad (17)$$

Այսպիսով՝ սահմանային հավասարակշռության պայմանը ուժերի հանրահաշվական գումարման ժամանակ առավել լարվածային մակերևույթներով արտահայտվում է հետևյալ տեսքով (բաժանելով ստացված արտահայտությունը $\sum P_i \sin\varphi_i$ -ի վրա՝ կստանանք) (նկ.2),



Նկ. 2. Առավել լարվածային մակերևույթով թեքության կայունության հաշվարկի սխեման հանրահաշվական գումարման եղանակով

$$\frac{\sum P_i \cos \varphi_i \operatorname{tg} \rho + \sum k l_i}{\sum P_i \sin \varphi_i} = \frac{\operatorname{tg} \rho \sum N_i + k L}{\sum T_i} = 1, \quad (18)$$

որտեղ P_i –ն տարրական բլոկի կշիռն է զանգվածի կողի հարման տեղամասերում, որոնց բաժանվում է սահքի մակերևույթը. դրանք սահմանափակված են առավել լարվածային մակերևույթով, φ ,

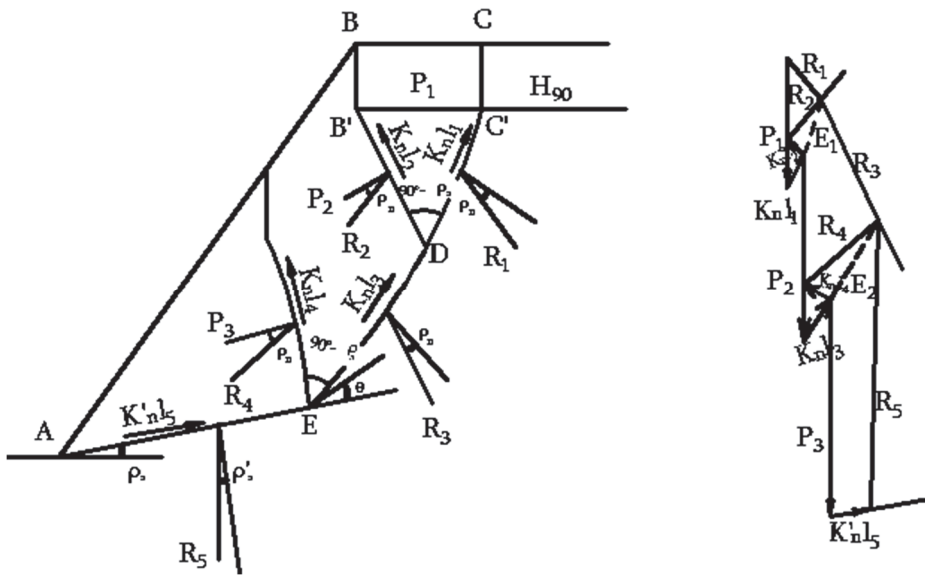
$$P_i = \gamma a_i h_i, \quad (19)$$

l_i –ն՝ տարրական բլոկների հիմքնամասի մակերեսը, d , φ_i –ն՝ տարրական բլոկի հիմքնամասի թեքման անկյունը, աստ., ρ_n , k_n –ը՝ ապարների սահքի դիմադրության բնութագրերը՝ նվազեցված n անգամ, որտեղ n -ը պաշարի գործակիցն է:

Կողերի կայունության հաշվարկման բազմանկյան մեթոդի էությունը հետևյալն է: Առավել բարդ սահքի մակերևույթների դեպքում, երբ զանգվածում առկա են մի քանի թուլացման մակերևույթներ, հետևաբար՝ դիմադրությունները խզման նկատմամբ մի քանի անգամ ավելի փոքր են, ապա առաջին երկու եղանակները կիրառելի չեն, և նպատակահարմար է կիրառել կողերի կայունության հաշվարկման բազմանկյան մեթոդը:

Ուժերի բազմանկյան եղանակի էությունն է. բացի ծանրության ուժից, հաշվի է առնվում նաև հարակից բլոկների փոխազդեցության ուժը:

Ուժերի բազմանկյան մեթոդի կիրառման դեպքում թեքության կայունության հաշվարկը, ինչպես և բոլոր այլ ինժեներական մեթոդներում, իրականացվում է՝ ելնելով սահմանային հավասարակշռության պայմանից՝ ըստ բնութագրերի, որոնցում ներառված է անհրաժեշտ պաշարի գործակիցը: Այս մեթոդում լարվածությունը, որը բաշխված է սահմանային լարվածության վիճակում գտնվող երկու խումբ սահքի հրապարակներում, փոխարինվում է կենտրոնացված ուժերով, որոնք գործում են հարակից բլոկների մակերևույթներով: Ուժերի բազմանկյունը կառուցվում է ամեն բլոկի համար: Հաշվարկում կիրառվում են հետևյալ ուժերը (նկ.3).



Նկ. 3. Ուժերի բազմանկյան մեթոդով թեքության կայունության հաշվարկի սխեման

Նկ. 3-ում P_i – դիտարկվող բլրկի կշիռն է, k_{il_i} –ն՝ կցորդման ուժերը, որոնք առաջանում են բլրկի հիմնամասում և ուղղված են հիմքին զուգահեռ, R_i – ն՝ բլրկի հիմնամասի ազդեցությունը, որը համազորն է բլրկի շփման և կշռի ուժերի, E_1 և E_2 –ն՝ դիտարկվող բլրկի վրա հարակից բլրկների ազդեցությունները՝ ըստ շփման և կցման ուժերի, որոնք առաջանում են բլրկների կողային մակերևույթներում:

Ուժերի բազմանկյան մեթոդի հաշվարկի ճշտությունը կախված է հարևան բլրկների սահմանների տեսքից և փոխազդեցության ուժերի ուղղությունից: Հաշվարկի բարձր ճշտությունը համապատասխանում է գրաֆիկական կառուցման ճշտությանը (1-2%), ստացվում է բլրկների սահմանների կառուցմամբ կողերի սահմանային հավասարակշռության պայմանի դեպքում՝ նման հաջորդ խմբի սահքի մակերևույթին:

Թեքության սահմանային հավասարակշռությունը համապատասխանում է զանգվածի լեռնային ապարների (կցման և ներքին շփման) ներքին դիմադրության ուժերի ողջ հանրագումարի պայմանին, այդ իսկ պատճառով սահմանային հավասարակշռության պայմանի համար R -ի ազդեցությունը շեղվում է սահքի մակերևույթի նորմալից ներքին շփման անկյան չափով (ρ):

Թեքությունում, որը գտնվում է սահմանային վիճակում, ազդեցությունները շեղվում են նորմալից՝ դեպի բլրկների միջև սահմանները և առավել լարված մակերևույթները ρ_n անկյամբ:

Բազմանկյան ուժերի կառուցումն իրականացվում է հետևյալ հաջորդականությամբ (նկ.3)

ա) ուղղաձիգում տեղադրվում է առաջին բլոկի \vec{P}_1 կշիռը՝ որոշված մասշտաբով,

բ) \vec{P}_1 վեկտորի վերջից կառուցվում են հաջորդող $\vec{k}l_1$ և $\vec{k}l_2$ վեկտորները՝ համապատասխանաբար զուգահեռ բլոկի կողային մակերևույթին (նկ.3 $kl_1 \parallel DC_1$ և $kl_2 \parallel DB'$),

գ) \vec{P}_1 վեկտորի սկզբնակետից տարվում է ուղիղ հատված զուգահեռ R_1 -ին՝ մինչև $\vec{k}l_2$ - վեկտորի վերջից տարված հատվածին հատվելը, որը զուգահեռ է R_2 -ին (\vec{E}_1 վեկտորը, R_2 և kl_2 ուժերին հավասար ազդող ուժ, մեծությամբ և ուղղությամբ ներկայացնում է ուժ, որով առաջին բլոկը ազդում է հարևան երկրորդ բլոկի վրա),

դ) \vec{E}_1 վեկտորի վերջից կառուցվում է երկրորդ բլոկի կշիռը \vec{P}_2 ,

ե) \vec{P}_2 վեկտորի վերջից հաջորդաբար կառուցվում են $\vec{k}l_3$ և $\vec{k}l_4$ վեկտորները, այնուհետև $\vec{k}l_4$ վեկտորի վերջից տարվում է ուղիղ հատված՝ զուգահեռ R_4 -ին, իսկ E_1 -ի սկզբնակետից ուղիղ հատված՝ R_3 -ին զուգահեռ, մինչև դրանց հատվելը, արդյունքում՝ որոշվում է \vec{E}_2 ազդեցությունը, և այսպես շարունակ:

Տրված պաշարի գործակցով՝ կայուն վիճակում գտնվող թեքության դեպքում, փլուզման ամբողջ մակերևույթի համար ողջ ուժերի բազմանկյունը պետք է փակվի: Եթե ուժերի բազմանկյունը չի փակվում, ապա կողի կայունության աստիճանը չի համապատասխանում առաջադրված կայունության պաշարի գործակցին:

Կողի կայունության պաշարի գործակցի իրական մեծությունը կարելի է որոշել մի քանի կայունության պաշարների գործակիցների արժեքների դեպքում ուժերի բազմանկյունների կառուցմամբ:

Այս եղանակը կայունության հաշվարկման մեթոդներից ամենառացիոնալն է և ապահովում է մինչև 98÷99% ճշտություն:

Եզրակացություն. Բացահանքի ոչ աշխատանքային կողերի կայունության ապահովումը մեծ նշանակություն ունի լեռնային ձեռնարկությունների համար: Կողի կայունության ապահովումը հնարավորություն է տալիս խուսափելու լրացուցիչ աշխատանքներից և նյութական վնասներից: Ուստի նախագծեր կազմելիս նախ և առաջ պետք է որոշվի բացահանքի կողի թեքման ռացիոնալ անկյունը:

Գերադասելի է կողերի կայունությունը հաշվարկել ուժերի բազմանկյան եղանակով, որն ավելի աշխատատար է, սակայն ապահովում է մեծ ճշտություն:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Фисенко Г.Л.** Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров.-ВНИМИ, 1972.-162с.
2. **Фисенко Г.Л.** Устойчивость бортов карьеров и отвалов.-М.:НЕДРА, 1965.-158с.

Г.Р. БАЛУМЯН, В.В. ОВАКИМЯН

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ И ОТВАЛОВ

С развитием разработки полезных ископаемых открытым способом, особенно с увеличением глубины карьеров, решение вопросов устойчивости бортов имеет решающее значение. В связи с этим необходимо определить углы наклона бортов карьера и отвалов, основываясь на приведенных инженерных расчетах.

Ключевые слова: поверхность скольжения, устойчивость, влияние, напряженная поверхность, силы сцепления, сопротивление сдвигу.

G.R. BALUMYAN, V.V. NOVAKIMYAN

ANALYSIS OF THE STABILITY CALCULATION OF OPEN-PIT MINES AND DUMPS

With the development of the mines, exploited in an open way, especially with an increase of depth of the mines, the issues of board stability are decisive. That's why it is necessary to determine the inclination boards of the pits and dumps based on engineering calculations.

Keywords: sliding surface, stability, reaction, tense surface, forces of clutch, shear resistance.