

Լ.Ա. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Ա.Ա. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Գ.Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

**ԿԻՐՃԵՐՈՒՄ ԼՑԱԿՈՒՅՏԵՐԻ ԱՊԱՐԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱԾԻ ԱՌԱՆՑՔԱՅԻՆ
ՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ ԼԱՐՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳՐԱՆՑՄԱՆ ՏՎԵՐՆԵՐԻ
ՏԵՂԱԴՐՄԱՆ ՄԽԵՄՍՅՈՒՄ ՄՇԱԿՈՒՄ**

Կիրճերում լցակույտերի նախագծման և շահագործման փորձը ցույց է տալիս, որ անհրաժեշտ մակարդակով ուսումնասիրված չեն դրանց կայունության որոշման մի շարք կարևոր հարցեր՝ կապված մակաբազման ապարների զանգվածում կիրճի կողային մակերևույթներից տարածվող լարվածային ուժերի տեղաբաշխման, վերջիններիս գնահատման և որոշման հետ: Մեր կողմից ֆիզիկական մոդելավորմամբ լուծվել է ծավալային խնդիր, ինչը հնարավորություն է տալիս, կիրճերի կողային մակերևույթների կազմած երկնիստ անկյան մեծությունից կախված, բազմաստիճան լցակույտի մոդելին համարժեք նյութի կենտրոնական առանցքային հարթության մեջ ի հայտ բերել կողային սեղմող ուժերի ազդեցությունից մակաբազման ապարներում լարվածային վիճակի փոփոխության օրինաչափությունները: Դա հնարավորություն է տալիս՝ բարձրացնելու կիրճում կազմավորվող բազմաստիճան լցակույտերի գլխավոր պարամետրերի, ինչպես նաև տեղադրվող մակաբազման ապարների ծավալների որոշման ճշտությունը՝ ապահովելով լցակույտի կայունությունը:

Առանցքային բարձր մոդելային ստենդ, տվիչ, կենտրոնական առանցքային հարթություն, կողային սեղմող ուժեր, համարժեք նյութ:

Ներածություն. Հայտնի է լանջերի ու թեք հարթությունների վրա կազմավորվող լցակույտերի աստիճանների մոդելավորման ստենդի կառուցվածքային լուծում, համաձայն որի շեպերի մոդելավորումը կատարվում է երկու տարբերակով՝ պտտվող և անշարժ ստենդների վրա, երբ համարժեք նյութի ֆիզիկա-մեխանիկական բնութագրիչների տվյալներով ձևավորված շեպերի սահքի հարթության կառուցման համար անհրաժեշտ չափերի որոշումը կատարվում է օրդինատաչափի միջոցով: Պտտվող տիպի մոդելավորման ստենդում շեպի հարկադրական փլուզումը կատարվում է իր լայնական առանցքի շուրջը ստենդի պտտման միջոցով [1]:

Վերը նշված մոդելային ստենդում կիրառվում են օհմական դիմադրության պարամետրական տվիչներ, որոնք տեղադրված են մոդելի մարմնում՝ անշարժ հիմքային մակերևույթին զուգահեռ: Դրանք մոդելավորման աշխատանքների կատարման ժամանակ զբանցում են մոդելային ստենդում հետզհետե ավելացվող

համարժեք նյութի ուղղահայաց սահմանափակ ճնշումը: Հայտնի է նաև շեպերի մոդելավորման համար նախկին համամիութենական մարկշեյդերական գիտահետազոտական ինստիտուտի (ВНИИИ) Ուրալի մասնաճյուղում մշակված ստենդը, որը ներկայացնում է որոշակի չափերով, մետաղյա անկյունակներով պատրաստված ուղղանկյուն պրիզմայի տեսքով արկղ [2]:

Մոդելավորման այս մեթոդի կիրառման ժամանակ օգտագործվել են ցուցասարքեր՝ տեղադրված մոդելային ստենդի ստորին և համարժեք նյութի շեպի արտաքին մակերևույթներում:

Մոդելային հայտնի սարքերում տվիչների տեղադրման թերությունն այն է, որ դրանց միջոցով հնարավոր չէ գնահատել կիրճերում կազմավորվող բազմաստիճան լցակույտերի կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության վրա կիրճի կողային լանջերի սեղմող ուժերի ազդեցությունները:

Ըստ կատարված տեխնիկական տեղեկատվության վերլուծության՝ կարելի է նշել նաև, որ ներկայումս հայտնի չեն մոդելավորման ստենդներ, որոնց հիման վրա հնարավոր լինի կիրճերում կազմավորվող բազմաստիճան լցակույտերի կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության մեջ գնահատել լեռնային զանգվածի լարվածային վիճակի փոփոխությունների օրինաչափությունները:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Մեր կողմից նախագծված և պատրաստված մոդելային ստենդում (գյուտի հայտ՝ AM 20190082) լարվածությունների գրանցման տվիչների տեղադրման սխեման կարելի է օգտագործել լեռնահանքային ձեռնարկությունների կիրճերում կազմավորվող բազմաստիճան լցակույտերի ծավալային (եռաչափ) մոդելներում՝ լցակույտի կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության մեջ լարվածությունների տեղաբաշխման օրինաչափությունների որոշման հետազոտություններում:

Մոդելային ստենդի երկայնական առանցքի շուրջը պտտվող երկու կողային նիստերը, իրարից անկախ, իրենց ուղղաձիգ դիրքից կարող են փոխվել մինչև հորիզոնական դիրք, միջանկյալ դիրքերում ընդունելով 0-ից մինչև 90° մեծության ցանկացած անկյուն: Պատրաստված մոդելը կարող է պտտվել և ուղղաձիգ հարթության մեջ, շնորհիվ մոդելի ետին փակ մասի բարձրացման և իջեցման հնարավորության: Պտտման անկյունը կարող է փոխվել 0-ից մինչև 30...32° սահմաններում, որտեղ վերջինս սահմանափակվում է մոդելավորման համարժեք նյութի բնական թեքման անկյան մեծությամբ:

Հիմնվելով Կուլոնի կողմից մշակված տեսության վրա՝ գրունտների լրիվ ճնշման համագործի (E) կիրառման ուղղությունը որոշվում է հենապատի կողմին տարած ուղղահայացից E –ի շեղման անկյունով, ինչը այդ տեսության մեջ ընդունվում է հավասար գրունտի՝ կենտրոնական առանցքային հարթության հետ շփման δ անկյանը: Գրունտի լրիվ ճնշման համագործի (E) և գրունտի կենտրո-

նական առանցքային հարթության հետ շփման δ անկյունը որոշվում են հետևյալ արտահայտություններով [3]՝

$$\delta = \gamma t g^2 \left(45^\circ \mp \frac{\varphi}{2} \right), \quad (1)$$

$$E = \frac{\gamma H^2}{2} t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (2)$$

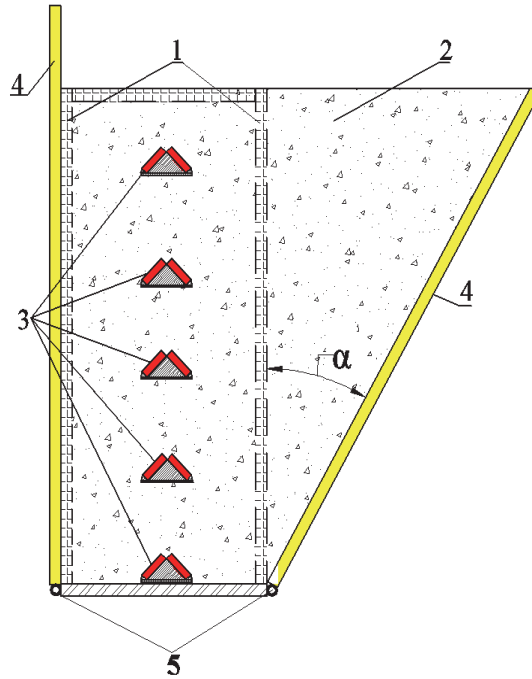
որտեղ γ -ն լցված գրունտային զանգվածի խտությունն է, $q p / u l^3$, φ -ն՝ մասնիկների ներքին շփման անկյունը, $u u u$., H -ը՝ լցվածքի բարձրությունը, $u l$:

Համաձայն Կուլոնի տեսության՝ հենապատի վրա գրունտի լրիվ E ճնշման կիրառման ուղղության որոշման ամենահոսալի եղանակը բնական պայմաններում փորձնական հետազոտություններն են, ինչը կապված է զգալի դժվարությունների հետ: Գործնական հետազոտությունների կատարման համար Մոլլերի փորձարկումներով սահմանվել է, որ δ անկյունը փոփոխվում է $0,33 \rho < \delta < 0,67 \rho$, իսկ Մյուլլեր-Բրեսլաուի կողմից կատարված փորձերով՝ $\delta = 0,75 \rho$, որտեղ ρ -ն գրունտի մասնիկների ներքին շփման անկյունն է [3]:

Այս տեսության համաձայն՝ գրունտի լրիվ E ճնշման կիրառման ուղղության որոշումը կարևոր է, հատկապես առաջարկվող մոդելավորման ստենդում օգտագործվող համարժեք նյութում կիրճի կողային հարթություններից բազմաստիճան լցակույտի կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության վրա ազդող ուժերի գրանցման համար օգտագործվող տվիչների տեղադրման սխեմայի ընտրության ժամանակ: Մոդելում կիրճի կողային սեղմող ուժերից առաջացած լարվածությունների գրանցումների ճշտության համար անհրաժեշտ է ապահովել գրանցող տվիչների աշխատանքային մակերեսի և մոդելային ստենդում կիրճի կողային սեղմող ուժերի հետևանքով առաջացող գրունտի ճնշման (E) ուղղության ուղղահայացությունը:

Հաշվի առնելով, որ կիրճի՝ համարժեք նյութերի մոդելում լցակույտի առանցքային հարթության վրա ազդող լարվածությունների գրանցումը կատարվում է կիրճի երկու կողերից առաջացող լարվածության համապատասխան, անհրաժեշտ է որոշել կիրճի մոդելում սեղմող ուժերից առաջացած լարվածությունների գրանցումների երկու տվիչներով կազմված անկյունը:

Հետազոտության արդյունքները. Նկ. 1-ում ցույց են տրված մեր կողմից մշակված մոդելային ստենդի կենտրոնական ուղղաձիգ հարթությունն 2 ու դրա մեջ տեղադրված լարվածությունների գրանցման տվիչները 3:



Նկ. 1. Մոդելային ստենդում համարժեք նյութի կենտրոնական ուղղաձիգ հարթությունում լարվածությունների գրանցման սվիչների տեղադիրքը.

1-հիմնակմախք, 2-համարժեք նյութ, 3-գրանցման սվիչներ, 4- ստենդի կողային պատ, 5- կողերի՝ դրսի կողմից հիմքի հետ ամրացումը հորիզոնական հողակապերով

Մոդելային ստենդում կենտրոնական ուղղաձիգ հարթությունում լարվածությունների գրանցման սվիչների ուղղաձիգ հարթության նկատմամբ տեղադրման անկյունը (β) գրունտի կողային E լրիվ ճնշման նկատմամբ ցույց է տրված նկ.2-ում:

Տվիչների 3 և կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության միջև կազմված β անկյունը կարելի է որոշել նկ. 2-ի «Ա» -ի մեջ ցույց տրված ուղղանկյուն եռանկյուն Δabc -ի միջոցով, որտեղից էլ կարելի է գրել՝

$$\delta + 90^\circ + \alpha = 180^\circ, \quad (3)$$

$$\alpha = 90^\circ - \delta, \quad (4)$$

$$\alpha + \beta + 90^\circ = 180^\circ, \quad (5)$$

$$90^\circ - \delta + \beta + 90^\circ = 180^\circ, \quad (6)$$

որտեղից՝

$$\beta = \delta : \quad (7)$$

Ստացվում է, որ զույգ տվիչների կազմված անկյունը երկու անգամ մեծ է համարժեք նյութի և կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության հետ շփման δ անկյունից: Վերջինս հավասար է համարժեք նյութի 2 կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության 6 ներքինից հաշված $1/3$ մասում կիրառված լրիվ ճնշման համագործի (E)՝ հորիզոնի նկատմամբ թեքության անկյանը:

Մշակված ծավալային մոդելավորման ստենդում կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության մեջ համարժեք նյութի շփման անկյան 28 մեծությամբ տեղակայված տվիչների 3 զույգի միջոցով հնարավոր է գրանցել համարժեք նյութի 2 տարբեր շերտերում կողային ազդող ուժերի լարվածությունների փոփոխությունների օրինաչափությունները:

Կիրճերում լցակույտի կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության վրա կիրճի կողային լանջերից փոխանցվող սեղմող ուժերով պայմանավորված՝ տվիչներով գրունտների լարվածային վիճակի օրինաչափությունների ուսումնասիրման մոդելային հետազոտությունները հետագայում իրականացվում են՝ պահպանելով այդպիսի աշխատանքներին ներկայացվող հայտնի պահանջները:

Եզրակացություն. Ծավալային մոդելավորման ստենդում համարժեք նյութի կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության տարբեր շերտերում տեղակայված տվիչների զույգի՝ ուղղաձիգ առանցքային հարթության նկատմամբ տեղադրման անկյան (β) թեքության որոշումը հնարավոր է դարձնում ստենդում համարժեք նյութի կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության տարբեր շերտերում կիրճի կողային սեղմող ուժերի հետևանքով առաջացող գրունտի ճնշման (E) ուղղության և տվիչների մակերեսների ուղղահայացության ապահովումը, ինչը զգալիորեն բարձրացնում է կիրճերում մակաբացման ապարների զանգվածում լարվածությունների գրանցման ու վերջիններիս փոփոխության օրինաչափությունների գնահատման ճշտությունը:

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 04.12.2019.

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Панюков П.Н., Ржевский В.В., Истомин В.В., Гальперин А.М.** Геомеханика отвальных работ на карьерах.-М.: Недра, 1972. - 124 с.
2. **Фисенко Г.Л.** Устойчивость бортов карьеров и отвалов. –М.: Недра, 1965. -351 с.
3. **Снитко Н.К.** Статическое и динамическое давление грунтов и расчет подпорных стенок. -Л.: Госстройиздат, 1963. -294с.

Л.А. МАНУКЯН, А.А. КАЗАРЯН, Г.Г. КАЗАРЯН

**РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УСТАНОВКИ ДАТЧИКОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ
НАПРЯЖЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ОСЕВОЙ ПЛОСКОСТИ ОТВАЛОВ
ГОРНОЙ МАССЫ В УЩЕЛЬЯХ**

Опыт проектирования и эксплуатации отвалов в ущельях показал, что при определении их устойчивости должным образом не рассмотрены некоторые важные вопросы, связанные с распределением, определением и оценкой сил напряжений, возникающих в теле отвала с боковых плоскостей ущелья. Способом физического моделирования решена объемная задача, позволяющая в зависимости от величины двугранного угла между боковыми поверхностями ущелья установить закономерности изменения и распределения напряжений в центральной осевой плоскости отвала. Обоснован угол наклона датчиков, установленных в центральной осевой плоскости модели, что позволит обеспечить рациональную регистрацию напряжений, обусловленных воздействием горной массы со стороны боковых поверхностей ущелья. Это даст возможность увеличить точность определения главных параметров многоярусных отвалов, сформированных в ущельях.

Ключевые слова: модельный стенд, датчик, центральная осевая плоскость, боковые силы давления, эквивалентный материал.

L.A. MANUKYAN, A.A. GHAZARYAN, G.H. GHAZARYAN

**DEVELOPING THE SCHEME OF SENSOR INSTALLATION FOR
DETERMINING THE STRESSES IN THE CENTRAL AXIAL PLANE OF MINE
DUMPS IN GORGES**

The experience of design and operation of dumps in gorges has shown that at determining their stability, some important issues related to the distribution of stress forces arising in the dump body from the lateral planes of the gorge, their determination and assessment have not been considered properly. The large problem is solved by the method of physical modeling, which allows to determine the regularities of the change and the stress distribution in the central plane of the dump depending on the size of the dihedral angle of the side planes of the gorge. The inclination angle of the sensor installed in the central axial plane of the model is justified, allowing the rational registration of stresses caused by the impact of the mountain mass from the side surfaces of the gorge. This allows to increase the main parameters of multilevel dumps formed in the gorges, as well as the accuracy of determining the volume of the dump and its stability.

Keywords: model stand, sensor, central axial plane, lateral pressure forces, equivalent material.