

The objective of the research is to determine the parameters of the stress-strain state (SSS) of the array, which affect the stability taking into account creep.

Formula (1) using the method of variable modules has the following form:

$$Y(\sigma_1^{\max}) = Y(h_1) * Y(h_3) * Y(\gamma_2) * Y(h_2) + Y(E / (1 + \delta t^{1-\alpha} / (1-\alpha)) + Y(\gamma_1)) \quad (3)$$

According to the formula (3) obtained for the multidimensional model, it is possible to find a set of factors affecting the stability of the sides of the quarry.

According to this dependence, the desired value is determined by known values from the following rock strength condition:

$$\sigma_1^{\max} \leq \sigma_{adm}^p, \quad (4)$$

where σ_{adm}^p – is the allowable tensile stress.

Thus, the mutual influence of the size of the quarry ledge varies over time.

When one of the factors changes, the values of the others are fixed.

Thus, the research methodology makes it possible to establish technologically necessary ratios of elements of development systems depending on specific conditions

Conclusions

According to the formula obtained for the multidimensional model, it is possible to find a set of factors affecting the stability of the sides of the quarry. The resulting dependence makes it possible to determine the desired value from known values.

As we can see from the results, the methodology gives adequate answers to the tasks set.

The research methodology makes it possible to establish technologically necessary ratios of elements of development systems depending on specific conditions

Optimization of parameters will affect the level of regulatory losses and ensure stability during the extraction of reserves.

Conflicts of interest

On behalf of all authors, the author declares that there is no conflict of interest.

Cite this article as: Tutanov SK, Tutanova MS. Accounting for creep of the rock mass around the sides of the quarry. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources*. 2022;322(3):74-78. <https://doi.org/10.31643/2022/6445.31>

Карьер ернеулерінің айналасындағы тау жыныстары массивінің жылжуын есепке алу

Тутанов С. К., Тутанова М. С.

А.С.Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан

Мақала келді: 08 қыркүйек 2021
Сараптамадан өтті: 14 ақпан 2022
Қабылданды: 31 наурыз, 2022

ТҮЙІНДЕМЕ

Игеру жүйелерінің элементтері бойынша ашық тау-кен жұмыстары тау жыныстары массивінің динамикалық өзгеретін кернеулері мен деформациялары бар учаскелерге ие болғандықтан, карьердің ернеулері айналасындағы массивтің кернеулі-деформацияланған күйі қарастырылады. Зерттеудің міндеті карьердің борттарының тұрақтылығына әсер ететін массивтің кернеулі-деформацияланған күйінің параметрлерін анықтау болып табылады. Карьердің ернеулері айналасындағы тау жыныстарының кернеулі-деформацияланған массивінің параметрлерін анықтау бойынша зерттеулер келтірілген. Карьер ернеулерінің тұрақтылығына әсер ететін факторларды анықтаудың математикалық моделі әзірленді. Тау-кен және геологиялық және тау-кен техникалық факторлардан карьер қабырғаларының тұрақтылығының көпфакторлы математикалық моделі карьер қабырғаларының айналасындағы тау жыныстарының массасының сусылуын ескере отырып алынған. Көп өлшемді модель үшін алынған формула бойынша карьердің бүйірлерінің тұрақтылығына әсер ететін факторлар жиынтығын табуға болады. Алынған тәуелділік факторлардың белгілі мәндерімен қажетті мәнді анықтауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: массив, тау жыныстары, борт, Кемер, берма, көлбеу, карьер, кернеулі-деформацияланған күй, деформация, кернеу, орнықтылық, жылжу, математикалық модель, беріктік шарттары.

Авторлар туралы ақпарат:

техника ғылымдарының докторы, профессор, А.С.Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан. ID ORCID: 0000-0002-4773-6395. E-mail:

Тутанов С.Қ.

ser-tutanov@yandex.ru

Тутанова М.С.

Ғылым магистрі, А.С. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан. ORCID ID0000-0002-7905-3599. E-mail: mikochkat1984@mail.ru

Учет ползучести массива горных пород вокруг бортов карьера

Тутанов С.К., Тутанова М.С.

Қарағандинский технический университет им. А. С. Сагинова, г. Қарағанда, Қазақстан

АННОТАЦИЯ

Так как открытые горные работы по элементам систем разработки имеют участки с динамически изменяющимися напряжениями и деформациями массива горных пород, рассматривается напряженно-деформированное состояние массива вокруг бортов карьера. Задачей исследований является определение параметров напряженно-деформированного состояния массива, влияющие на устойчивость бортов карьера. Приводятся исследования по определению параметров напряженно-деформированного массива горных пород вокруг бортов карьера. Разработана математическая модель определения факторов, влияющих на устойчивость бортов карьера. Получена многофакторная математическая модель устойчивости бортов карьера от горногеологических и горнотехнических факторов с учетом ползучести массива горных пород вокруг бортов карьера. По формуле, полученной для многомерной модели, можно найти комплекс факторов, влияющих на устойчивость бортов карьера. Полученная зависимость дает возможность определить по известным значениям факторов искомую величину.

Ключевые слова. массив, горные породы, борт, уступ, берма, откос, карьер, напряженно-деформированное состояние, деформация, напряжение, устойчивость, ползучесть, математическая модель, условия прочности.

Поступила: 08 сентября 2021

Рецензирование: 14 февраля 2022

Принята в печать: 31 марта 2022

Информация об авторах:

доктор технических наук, профессор, Карагандинский технический университет имени А.С.Сагинова, г.Караганда, Казахстан. ID ORCID: 0000-0002-4773-6395. Электронная почта: *ser-tutanov@yandex.ru*

Тутанов С.К.

магистр наук, Карагандинский технический университет им. А. С. Сагинова, г. Караганда, Казахстан. ОРЦИД ID0000-0002-7905-3599. Электронная почта: *mikochkat1984@mail.ru*

Тутанова М.С.

References

- [1] Evert Hoek. Practical rock Engineering. University of Toronto. Canada. 2006;342.
- [2] John Read, Peter Stacey, Guidelines for Open pit slope design, Csiro publishing, Published exclusively in Australia, New Zealand and SouthAfrica by 150 Oxford Street (PO Box 1139), Collingwood VIC 3066, Australea. 2010;511.
- [3] Tutanov SK, Tutanov MS, Tutanova MS. A mathematical model for determining the influence of factors on the stability of pillars and cameras. Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources. 2020;3(314):15-21. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.22>
- [4] Fadeev A.B. Finite element method in geomechanics. Moscow: Nedra, 2008;224.
- [5] Shpakov PS, Dolgonosov VN, Nagibin AA, Kaigorodova EV. Chislennoye modelirovaniye napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya massiva v okrestnosti ochistnogo prostranstva v programme "Phase 2" [Numerical modeling of the stress-strain state of the massif in the vicinity of the clearing space in the program "Phase 2"]. GIAB. 2015;9:59-66. (In Rus.).
- [6] Gaofeng Song, Yoginder P Chugh, Jiachen Wang. A numerical modelling study of longwall face stability in mining thick coal seams in China. International Journal of Mining and Mineral Engineering. 2017;8(1):35-55.
- [7] Gospodarikov AP, Zatsepin MA. Matematicheskoye modelirovaniye prikladnykh zadach mekhaniki gornyx porod i massivov [Mathematical modeling of applied problems of mechanics of rocks and massifs]. Zapiski Gornogo instituta. 2014;207:217-221. (In Rus.).
- [8] Ermekov MA, Makhov AA. Netraditsionnyy metod postroyeniya mnogomernykh modeley na EVM [Non-traditional method of construction of many-dimensional models on a computer]. Karaganda, 1990;30 (In Rus.).
- [9] Amusin BZ, Linkov AM. Primeneniye metoda peremennykh moduley v zadachakh lineyno - nasledstvennoy polzuchesti [Application of the variable module method in linear hereditary creep problems]. In the book: Rock pressure and rock blows. 1973;180-184. (In Rus.).
- [10] Xia-Ting Feng. Rock Mechanics and Engineering. – Leiden: CRC Press/Balkema Surface and Underground Projects. 2017;5:760.