|  |  |
| --- | --- |
| **logo****ЗРГИМ**Здружение на рударски и геолошки инженери на Р. Македонија | **VI ТО СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:** |
| **Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални суровини** |
| **ПОДЕКС – ПОВЕКС ’12** |
| **Штип****22 – 23. 11. 2012 год.** |

**ФУНКЦИОНАЛНА ЗАВИСНОСТ НА ТРОШОЦИТЕ ПРИ ИЗРАБОТКА НА ХОРИЗОНТАЛНИ РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ**

**FUNCTIONAL DEPENDENCY OF THE EXPENDITURE FOR THE CONSTRUCTION OF HORIZONTAL MINING FACILITIES**

Николинка Донева1, Зоран Десподов[[1]](#footnote-2), Марија Хаџи Николова 1, Стојанче Мијалковски1

*1Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки, Институт за рударство, Штип, Р. Македонија*

**Aпстракт:** *Значајно место во вкупните трошоци за добивање на тон руда имаат трошоците за изработка на капиталните рударски простории. Токму поради тоа во овој труд се презентирани резултатите од моето научно истражување. Во него се утврдени трошоците за изработка на хоризонтални рударски простории со различна големина на попречен пресек, кои минуваат низ работнa срединa со различни структурни карактеристики. На основа вака добиените податоци е утврдена двопараметарска функционална зависност на трошоците за изработка.*

**Клучни зборови:** *попречен пресек,научно истражување, карпи.*

**1. Вовед**

Во тек на долгата рударска пракса се дошло до сознание дека во рамки на ист вид на карпест материјал се среќаваат зони со различни структурни карактеристики. Различните карактеристики условуваат и различна стабилност на карпестиот материјал при извршување на различни операции, како при експлоатација, така и при изработка на подземни рударски објекти. Во зависност од капацитетот рударските простории имаат различен попречен пресек. Промената на едниот и на другиот праметар влијае на трошоците за изработка на рударските простории.

**2. Анализа на изработка на хоризонтална рударска просторија**

Како работна средина во која се врши изработката е избран гнајсот. Во табела 1 се дадени физичко-мехнички карактеристики, добиени со лабараториски испитувања, кои се потребни за спроведување на ова истражување и тоа: волуменска тежина γ [MN/m3], едноаксијална притисна цврстина σc [MPa], цврстина на затегнување σt[MPa], кохезија C [MPa], агол на внатрешно триење ϕ [°], Поасонов коефициентν и модул на еластичност E [MPa].

Табела 1 Физичко-механички карактеристики на усвоената работна средина

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ОПИС | γ[MN/m3] | σc[MPa] | σt[MPa] | C[MPa] | ϕ[°] | ν | E[MPa] |
| гнајс | 0,0275 | 127 | 14,50 | 20,5 | 37,5 | 0,170 | 42000 |

Усвоени се три степени на испуканост кај работната средина гнајс според податоците дадени во табела 2.

Табела 2. Едноаксијална притисна цврстина на карпест материјал

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раб. сред. | Едноакс.прит.цврст. на примерокσc[MPa] | Раст. меѓу пукнат. l [m] | Број на пукнатинина 1m’Jn[br./m’] | Фактор на пукнат.Jf | Едноакс.прит.цврст. нак.матер. σcm[MPa] | Ознака за раб.сред. во моделот |
| гнајс | 127 | 0,45 | 2,22 | 57,96 | 80 | А |
| 0,35 | 2,86 | 74,52 | 70 | B |
| 0,30 | 3,33 | 86,94 | 63 | C |

Едноаксијалната притисна цврстина за усвоените три степени на испуканост кај гнајсот е пресметана со помош на образец:

$$\frac{σ\_{cm}}{σ\_{c}}=e^{-0,008∙J\_{f}} , \left[MPa\right] (1)$$

каде се:

*σcm* - eдноаксијалната притисна цврстина на карпест материјал, [MPa];

*σc* - eдноаксијалната притисна цврстина на монолит, [MPa];

*Jf*– фактор на пукнатините.

$$J\_{f}=\frac{J\_{n}}{n∙r}, (2)$$

каде се:

Jn – број на пукнатини на еден метар, [br./m’];

n – параметар на наклонот, зависи од наклонот на рамнината на пукнатините спрема правецот на поголемото главно напрегање (таб. 3);

r – параметар на цврстината на пукнатините, $r=tgφ$.

Табела 3 Параметар на наклон на пукнатините

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Агол на орјент на пукнатин, β | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| n | 0,82 | 0,46 | 0,11 | 0,05 | 0,09 | 0,30 | 0,46 | 0,64 | 0,82 | 0,95 |

Усвоени се и три големини на попречен пресек:

1) големина на попречен пресек на хоризонталната рударска просторијата од S = 10,10 m2– ознака 1;

2) големина на попречен пресек на хоризонталната рударска просторијата од S =13,73 m2– ознака 2;

3) големина на попречен пресек на хоризонталната рударска просторијата од S =16,68 m2 – ознака 3.

На овој начин се добиваат девет варијанти на хоризонтални рударски простории, чија изработка беше разгледана.

За да се добијат податоци кои ќе можат да се споредат потребно е останатите влијателни параметри во системот на изработка на рударска просторија да бидат исти кај сите рударски простории [3].

Како ***фиксни параметри*** во системот на изработка ќе влезат:

* формата на попречниот пресек на рударската просторија - високозасводена;
* просечната длабочина на трасата на истата – 500 m;
* век на употреба на рударската просторија – релативно долг;
* ниво на механизираност на процесот на изработка – релативно воедначен степен на механизираност, при што се внимава габаритите на механизацијата да одговараат на димензиите на попречниот пресек на просторијата;
* организација на работа – ќе се примени врзан технолошки циклус со точно времетраење на работните операции;
* метода за пробивање на рударската просторија – со примена на дупчечко-минерски работи;
* оспособеност на работниот персонал – релативно добро обучен;
* времетраење на една смена и број на смени на ден – во пресметките ќе се оди со 6 ефективни часа на смена и три смени на ден.
1. **Параметри на одделните работни операции**

Кај сите варијанти дупчотините се со пречник ∅ 45 mm, освен централната, која има пречник ∅64 mm. Применет е призматичен тип на залом со празна централна минска дупка. За минирање ќе се примени експлозив AMONEKS-3, производство на „Trayal” корпорација од Крушевац, Р.Србија. За помошните и заломните мински дупчотини ќе се користат патрони со пречник ∅ 38 mm, а за периферните мински дупчотини ќе се користат патрони со пречник ∅ 28 mm. Пресметките за потребните дупчечко-минерски параметри се направени по исти обрасци и проверени со искуствени податоци (ова важи за сите работни операции) за сите варијанти и дадени се во табела 4.

После дупчечко - минерските работи следува пауза од 30 min (време усвоено за сите варијанти), кога со помош на компресиони ЛВС работилиштето се ослободува од запрашеноста и штетните гасови од минирањето. Параметрите за оваа работна операција се дадени во табела 5.

Кај работната операција товарење и транспорт како влезен податок е количината на одминиран материјал од едно минирање, во растресита состојба. Параметрите за оваа работна операција се дадени во табела 6.

За подградување ќе се примени еластична подграда (прскан бетон + челична мрежа + анкери)[2]. Застапеноста на оделните елементи на подградата зависи од наравените пресметки за потребна носивост на подградата, во зависност од карактеристиките на работната средина. Параметрите за оваа работна операција се дадени во табела 7.

1. **Пресметани трошоци за изработен метар должен хоризонтална просторија**

На основа на утврдените параметри, поединечните цени за потрошените материјали, набавните цени на механизацијата и цената на бруто дневница утврдени се трошоците на одделните работни операции кај сите варијанти на хоризонтална рударска просторија (табела 8).

**5. Оредување на функционалната зависност на трошоците за изработка на хоризонтална рударска просторија од видот на работната средина и големината на профилот**

Врз основа на пресметаните вредности за трошоците за изработка на хоризонталните рударски простории од сите 9 варијанти (табела 8), со помош на компјутерскиот програм OM Explorer, надградба на Excel програмот, одредена е функционална зависност на трошоците за изработка од видот на работна средина и големината на профилот, во следната форма:

$$z=c+ax+by (1)$$

каде што, независни променливи се:

*x* – едноаксијална притисна цврстина на карпестата маса, [MPa];

*y* – големина на профилот на просторијта, [m2],

а завсно променлива е:

*z* – трошоците за изработка на хоризонталната рударска просторија, [€/m’],

додека:

*c* – слободен член;

*a*и *b*–коефициенти независните променливи.

При тоа се добиени следниве вредности за коефициентите:

*c = 381,841*

*a = - 0,729*

*b = 14,292*

$$z=381,841-0,729x+14,292y (2)$$

Оваа функционална зависност е претставена графички на слика 1.

Табела 4 Дупчечко - минерски параметри

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ред бр. | Параметар | Едини-ца | ВАРИЈАНТИ |
| А | B | C |
| Подвариајнти | Подвариајнти | Подвариајнти |
| A1 | A2 | A3 | В1 | В2 | В3 | C1 | C2 | C3 |
| 1. | Број на мински дупчотини | br. | 29 | 33 | 40 | 29 | 33 | 38 | 27 | 32 | 37 |
| 2. | Должина на минска дупка | m | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| 3. | Должина на напредување од 1 минирање | m | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| 4. | Вкупна должина на мински дупчотини | m | 78,3 | 89,10 | 108,0 | 78,3 | 89,10 | 102,6 | 72,9 | 86,40 | 99,9 |
| 5. | Вкупно време за дупчење и минирање | h | 4,08 | 4,47 | 5,16 | 4,08 | 4,47 | 5,00 | 3,88 | 4,37 | 4,86 |
| 6. | Вкупно време за дупчење и минирање за m' | h/m' | 1,77 | 1,94 | 2,24 | 1,77 | 1,94 | 2,17 | 1,69 | 1,90 | 2,11 |
| 7. | Волумен на материјал во растр. состојба | m3 | 36,6 | 49,80 | 60,45 | 36,6 | 49,80 | 60,45 | 36,6 | 49,80 | 60,45 |
| 8. | Маса на ископот | t | 67,10 | 91,30 | 110,83 | 67,10 | 91,30 | 110,83 | 67,10 | 91,30 | 110,83 |
| 9. | Вкупна количина на експлозив за 1 минир. | kg | 54,60 | 61,30 | 77,70 | 48,80 | 54,40 | 64,40 | 45,6 | 52,40 | 62,40 |
| 10. | Специфична потрошувачка на ел. детонат.  | det./m' | 12,17 | 13,91 | 16,96 | 12,17 | 13,91 | 16,09 | 11,3 | 12,48 | 15,65 |
| 11. | Потрошувачка на експлозив по 1 m' ходник | kg/m' | 23,74 | 26,65 | 33,78 | 21,22 | 23,65 | 28,00 | 19,83 | 22,78 | 27,13 |
| 12. | Број на работници за дучење и минирање | br. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 13. | Норматив за надници за дупчење и минирање | nadn/m' | 0,89 | 0,97 | 1,12 | 0,89 | 0,97 | 1,09 | 0,84 | 0,95 | 1,06 |

Tабела 5 Вентилациски параметри

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметар | Големина на попречен пресек 1 | Големина на попречен пресек 2 | Големина на попречен пресек 3 |
| Вентилатород тип Zitron 7-30/2 [br.] | 1 | 1 | 2 |
| Моќност на електромоторот на вентилаторот [kW] | 30 | 30 | 2x30 |
| Работен притисок - Hv[Pa] | 2674 | 743 | 1064 |
| Проток на вентилатор - Qv [ m3/s] | 9,3 | 12 | 22 |
| Количина воздух на работно чело – Qе [ m3/s] | 8,86 | 11,74 | 20,98 |
| Дијаметар на цевковод - d [m] | 0,7 | 1 | 1,2 |
| Должина на една цевка [m] | 1 | 1 | 1 |

Табела 6 Параметри за работна операција товарење и транспорт

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ред бр. | Параметар | Едини-ца | ВАРИЈАНТИ |
| А | В | C |
| Подвариајнти | Подвариајнти | Подвариајнти |
| A1 | A2 | A3 | В1 | В2 | В3 | C1 | C2 | C3 |
| 1. | Волумен на материјал во растресита состојба од едно минирање | m3 | 36,60 | 49,8 | 60,45 | 36,60 | 49,8 | 60,45 | 36,60 | 49,8 | 60,45 |
| 2. | Маса на материјал од едно минирање | t | 67,10 | 91,30 | 110,83 | 67,10 | 91,30 | 110,83 | 67,10 | 91,30 | 110,83 |
| 3. | Волумен на лопатата на LHD машината | m3 | 1,9 | 2,7 | 4,8 | 1,9 | 2,7 | 4,8 | 1,9 | 2,7 | 4,8 |
| 4. | Коефициент на полнење на LHD машината |  | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| 5. | Носивост на LHD машината | t | 3,6 | 6,8 | 10,2 | 3,6 | 6,8 | 10,2 | 3,6 | 6,8 | 10,2 |
| 6. | Број на циклуси за материјал едно минирање на LHD машината | ciklusi | 23 | 22 | 14 | 23 | 22 | 14 | 23 | 22 | 14 |
| 7. | Вкупно време за товарење и транспорт на материјал од 1 минирање со LHD машината | min | 79,2 | 75,9 | 50,1 | 79,2 | 75,9 | 50,1 | 79,2 | 75,9 | 50,1 |
| 8. | Носивост на ЈК | t | 15,4 | 20 | 30 | 15,4 | 20 | 30 | 15,4 | 20 | 30 |
| 9. | Број на циклуси за едно минирање на JK | ciklusi | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 |
| 10. | Вкупно време за транспорт на материјал од едно минирањес о JK | min | 90,1 | 101,7 | 75,8 | 90,1 | 101,7 | 75,8 | 90,1 | 101,7 | 75,8 |
| 11. | Време за товарење и транс. во часови за 1 m' | h/m' | 1,22 | 1,30 | 0,91 | 1,22 | 1,30 | 0,91 | 1,22 | 1,30 | 0,91 |
| 12. | Број на работници за товарење и транспорт | br. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 13. | Норматив за надници за тов и тран по m' | nadn/m' | 0,41 | 0,49 | 0,3 | 0,41 | 0,49 | 0,3 | 0,41 | 0,49 | 0,3 |

Табела 7 Параметри за работна операција подградување

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ред бр. | Параметар | Едини-ца | ВАРИЈАНТИ |
| A | В | C |
| Подвариајнти | Подвариајнти | Подвариајнти |
| A1 | A2 | A3 | В1 | В2 | В3 | C1 | C2 | C3 |
| 1. | Полупречник на просторијата | m | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 1,6 | 1,8 | 2,0 |
| 2. | Радиус на распукана зона | m | 1,674 | 1,88 | 2,09 | 1,78 | 2,01 | 2,23 | 1,86 | 2,10 | 2,33 |
| 3. | Потребна носивост на подградата | MPa | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,3 | 3,3 | 3,3 |
| 4. | Носивост на прстен од матична карпа | MPa | 10,2 | 10,3 | 10,2 | 9,3 | 9,3 | 9,2 | 8,4 | 8,4 | 8,4 |
| 5. | Вкупна носивост на подградата | MPa | 10,75 | 10,71 | 10,59 | 9,84 | 9,8 | 9,68 | 8,99 | 8,95 | 8,83 |
| 6. | Должина која се подгадува наеднаш | m | 9,2 | 9,2 | 9,2 | 9,2 | 9,2 | 9,2 | 9,2 | 9,2 | 9,2 |
| 7. | Вкупно време за подградување на 9,2 m | h | 11,2 | 12,3 | 13,1 | 11,7 | 12,9 | 13,8 | 12,2 | 13,4 | 14,4 |
| 8. | Потрошувачка на цемент за 1 m’ ходник | kg/m' | 257 | 297 | 327 | 293 | 339 | 374 | 293 | 339 | 374 |
| 9. | Потрошувачка на песок за 1 m’ ходник | m3/m' | 0,72 | 0,83 | 0,91 | 0,82 | 0,95 | 1,04 | 0,82 | 0,95 | 1,04 |
| 10. | Потрошувачка на акцелератор за 1 m’ ходник  | kg/m' | 13 | 15 | 17 | 15 | 17 | 19 | 15 | 17 | 19 |
| 11. | Потрошувачка на ч. мрежа за 1 m’ ходник | kg/m’ | 20,39 | 23,56 | 26,02 | 20,39 | 23,56 | 26,02 | 20,39 | 23,56 | 26,02 |
| 12. | Потрошувачка на анкери за 1 m’ ходник | br./m’ | 4 | 5 | 6 | 4 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 |
| 13. | Вкупно време за подградување на 1m'  | h/m' | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 1,6 | 1,7 | 1,9 |
| 14. | Број на работници кои работат на подградув. | br. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 15. | Норматив на надници за подградување | nadn/m' | 0,73 | 0,80 | 0,86 | 0,76 | 0,84 | 0,90 | 0,79 | 0,87 | 0,94 |

Табела 8 Вкупни трошоци за изработка на 1 m’ хоризонтална рударска просторија

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трошоци за изработка [€/m’] | А1 | А 2 | А3 | B1 | B 2 | B3 | C1 | C2 | C3 |
| Трошоци за дупчење и минирање | 141,43 | 153,06 | 172,08 | 138,66 | 149,76 | 164,85 | 136,26 | 148,37 | 163,46 |
| Трошоци за проветрување | 17,00 | 22,72 | 37,34 | 17,10 | 22,83 | 37,59 | 17,19 | 22,94 | 37,83 |
| Трошоци за товарење и транспорт | 104,78 | 105,53 | 102,26 | 104,78 | 109,93 | 102,26 | 104,78 | 109,93 | 102,26 |
| Трошоци за подградување | 164,09 | 185,72 | 203,38 | 173,00 | 196,01 | 214,74 | 179,26 | 203,25 | 222,73 |
| Трошоци за помошни работни операции | 42,10 | 45,37 | 49,00 | 42,72 | 46,07 | 49,29 | 43,03 | 46,62 | 49,91 |
| **Вкупни тошоци за изработка на 1 m’ хоризонтална рударска просторија**  | **469,41** | **516,81** | **564,05** | **476,26** | **524,62** | **568,73** | **480,52** | **531,11** | **576,18** |



Сл. 1 Функционална зависност на трошоците за изработка на хоризонтална рударска просторија од видот на работната средина и големината на профилот кај работна средина „B“

**Заклучок**

Од изнесените резултати може да се заклучи дека различните структурни карактеристики кај ист тип на карпест материјал, како и разликите во големината на попречниот пресек, доведува до разлики во трошоците за изработка на 1 m’ хоризонтална рударска просторија. При што кај работни средини помала испуканост најголеми се трошоците за дупчење и минирање, како расте испуканоста овие трошоци опаѓаат, а за сметка на нив растат трошоците за подградување. Вакви разлики се јавуваат поради фактот што барањата во поглед на дупчење и минирање се поголеми кај поцврсти средини, додека колку срединaта е поиспукана и послаба толку се поголеми барањата за подградување. Трошоците за изработка растат со зголемување на попречниот пресек на просторијата. Утврдената двопараметарска функционална зависност има практична примена за пресметка на трошоците за изработка на хоризонтални рударски простории, кои пак претставуваат важна компонента во основните вложувања, при изградба и опремување на еден рудник.

**Литература**

1. Brady, B., Brown, E.T. *Rock mechanics for underground mining.* University of Western Australia. Queensland, Australia: e-book..
2. Донева, Н., Веселиновски, П., Мијалковски, С. (2008). *Компаративна анализа за подградување на хоризонтална рударска просторија со еластична и дрвена подграда.* II стручно советување на тема: Технологија на подземна експлоатација на минерални суровини - ПОДЕКС ’08, СРГИМ, М. Каменица.
3. Донева, Н. (2011). *Методологија за утврдување на функционалната зависност на трошоците од видот на работната средина и големината на профилот при изработка на хоризонтална рударска просторија.* Докторска дисертација. Универзитет „Гоце Делцев“ Штип.
1. *1Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делцев“Штип*

*Faculty of Natural and Technical Sciences, University"GoceDelcev" Stip* [↑](#footnote-ref-2)