

## Върху някои ефекти от запълването на иззети пространства и начина за тяхното количествено отчитане

Кръстю Дерменджиев

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

**РЕЗЮМЕ.** В минната теория и практика, запълването е свързано главно с управлението на скалния натиск. Добивните технологични схеми и системи със запълване (ТСЗ), притежават определени предимства и осигуряват допълнителни ефекти при подземния добив, които много често не са обект на изследване и не се отчитат в общата схема на оценка и избор на участъкова и руднична технологична схема. По-долу е направен опит за оценка на някои привидно качествени положителните ефекти от запълване и са предложени начини за отчитането им при сравнителния анализ и избор на добивна технология и руднична технологична схема.

### ON SOME EFFECTS OF THE GOB PACKING AND APPROACHES FOR THEIR QUANTITATIVE ESTIMATION

**ABSTRACT.** In mining theory and practice, gob filling is mainly discussed in relation to strata control. Mining technological methods and systems with gob filling reveal certain advantages and provide supplementary effect for underground mining, which very often is not a subject of investigation and are not estimated in general for the selection of a technological method of mining for the section and the whole mine. Below, an attempt is made for estimation of some apparently qualitative positive effects of the gob filling and approaches are suggested for a comparative analysis and selection of mining technology and method of mining.

В минната теория и практика, запълването е свързано главно с управлението на скалния натиск. Във връзка с това, а също така и с ефективността на миннодобивната дейност са извършвани много изследвания и са натрупани знания, относно начините, техниката и технологията на запълване, запълвачните материали и техните свойства [1, 2].

Запълването като елемент от добивната технология е допълнителен процес, свързан с време и ресурси. Запълването като материал е свързан с добив и подготовка, транспортиране и разполагане. Следователно използването на технология и системи със запълване на иззети пространства е свързано със сериозни разходи и изграждане на специална организационна и технологична структура.

Реализацията на ТСЗ, обаче създава редица положителни ефекти, по отношение на развитието на минните работи, управлението на скалния натиск, крепенето, транспорта, вентилацията, пожарната безопасност, условията на труд и безопасността на труда, степента на извличане, управлението на земните недра и извличането на подземните природни богатства, включително и финансово-икономическата дейност на рудника във времето. При използване на някои отпадни продукти като запълвачен материал може да бъде реализиран значителен екологичен ефект.

При сравнителната оценка и избор на система и технология със запълване се отчитат производствените разходи за реализация на решението и съответните приходи. Изборът на конкретно решение най-често е по критерий (1).

$$P_p = \sum R = P \Rightarrow \max, \text{ лв.}, \quad (1)$$

където:

$P_p$  - са приходите от реализация на съответната система и добивна технология, лв.;

$\Sigma R$  - разходите за реализация на съответната система и добивна технология, лв.;

$P$  - печалбата, лв.

При формирането на приходна-разходната част, основно внимание се отделя на запасите и пълнотата на тяхното извличане. Този комплексен показател се изразява най-общо чрез израза,

$$A = Z \frac{\eta}{1 - \rho}, t, \quad (2)$$

където:

$Z$  е количеството на доказаните запаси в недрата по вид и качество, т;

$\eta$  - коефициентът на извличане на полезното изкопаемо от недрата;

$\rho$  - коефициентът на обедняване, замърсяване на полезното изкопаемо при добив. Този коефициент се определя по изразите:

$$\rho = \frac{a_m - a_d}{a_m};$$

- за руди:

$$\rho = 1 - \frac{100 - A_d^c}{100 - A_m^c},$$

- за въглища:

$a_m$  и  $a_d$  - съответно съдържанието на полезен компонент в масива и в добитата минна маса;

$A_o^c A_m^c$  - съответно съдържанието на пепел в добитите и въглищата в масива, %.

Най-общо приходите и разходите се формират, съответно по формулите,

$$P_p \cdot r_{пр} C_{cp}; \sum R = AC_{cp} \quad (3)$$

където:

$r_{пр}$  е коефициентът на извличане (рандеманът) при преработката на полезното изкопаемо в търговски продукт;

$C_{cp}$  - средната цена на единица търговски продукт, лв./t;

$C_{cp}$  - относителни производствени разходи за добив на полезно изкопаемо, основа на търговския продукт, лв./t.

В тази схема на анализ, оценка и избор на система и добивна технология, най-често не се отчитат количествено съществени ефекти, които се формират при използване на системи и добивни технологии със запълване (СТЗ).

По-нататък са разгледани три основни ефекта, присъщи на системите със запълване и начините за количественото им отчитане при сравнителния анализ, оценката и изборът на система и добивна технология за подземен добив на полезни изкопаеми.

Запълването на иззетите пространства оказва съществено влияние върху проявите на деформация, слягане и движение на повърхността. В зависимост от начина на запълване и вида на запълвачния материал, изземваната мощност и дълбочината на разработване, тези прояви може да съществуват или да бъдат незначителни на повърхността. Затова при необходимост от охрана на подземни или надземни обекти и съоръжения, запълването на иззетите пространства, или оставянето на целици са единствената алтернатива на работа.

Като цяло при запълване на иззетите пространства се запазват относително добре състоянието на земните недра, земната основа и свързаните с нея ландшафт, земите и земеползването, растителния и животински свят, оро-, хидрографското и хидрогеоложкото състояние на района.

При това многостранно положително въздействие на запълването върху околната среда, количествено, то може да се оцени чрез разходите за компенсиране на щетите от минни работи, които ще настъпят при работа без запълване.

Най-общо те ще включват следните разходи: за компенсиране на временна или трайна загуба на почвено плодородие; за наемане, отчуждаване или закупуване на земи; за промяна на земеползване; за техническа и биологична рекултивация.

При сравнителен анализ и оценка на технически решения за система и добивна технология по критерий "въздействие върху околната среда – земна основа", тези разходи може да бъдат определени по израза,

$$R_{zo} = A \frac{K_p}{\sum pT \cos \alpha} (C_k + C_p), \text{ лв.}, \quad (4)$$

където:

$K_p$  е коефициентът на разширено въздействие по площ,  $K_p \approx 1,05 \div 1,25$ ;

$\sum p$  - производителността на залежа, залежите, t/m<sup>2</sup>,

$$\sum P = \sum_{i=1}^n m_i \gamma_i,$$

$m_i, \gamma_i$  - съответно мощността и плътността на  $i^{та}$  залеж;

$T$  - времето за изземване на запасите от площта, обект на разработване, год.;

$\alpha$  - ъгълът на наклона на залежа, град.;

$C_k$  - среден относителен разход за компенсиране, наем или придобиване на земя, лв./m<sup>2</sup>год.;

$C_p$  - среден относителен разход за техническа и биологична рекултивация, лв./m<sup>2</sup>год.

В случаите, когато щетите на повърхността се отстраняват при приключване на подземните минни работи, в рудничното поле или участъка, времето  $T$  отпада, а средните относителни разходи са с дименсия лв./m<sup>2</sup>.

Запълването на иззетите пространства създава възможност за пряко и косвено управление на минните работи за постигане на определени технико-икономически и финансови резултати. Тези възможности се изразяват в избирателното разработване на части и участъци от рудничното поле по площ и мощност, управлението на качеството и количеството на добиваното полезно изкопаемо, временното спиране на добивните работи, консервацията и ликвидацията на руднични участъци и мини.

При подземното разработване на рудни и нерудни полезни изкопаеми тези предимства на технологиите и системите със запълване се използват широко. Тези предимства, обаче във подземния въгледобив се използват рядко, главно поради малката ценност на въглищата и големите обеми на производството.

При оценка на системите на разработване със запълване се разглеждат главно разходите за реализацията им, пречупени през пълнотата на извличане и приходите от извлечената ценност. Сравнителната оценка на две и повече различни системи се осъществява на ниво финансов резултат (печалба, загуба). Най-често се пренебрегва възможността на системите със запълване да осигуряват "управляемост" на минните работи и дейност, тъй като ефектите от запълването освен горния, се третират главно качествено.

Ако се приеме, че е необходимо избирателно разработване на части и участъци от руднично поле с цел управление на качеството или поддържане на определено ниво на икономическа ефективност на добива, то в този случай ще бъде необходимо да се направят определени разходи, свързани с "управлението на минните работи". Тези разходи следва да бъдат отчитани при сравнителната оценка и изборът на системата и добивната технология по израза,

$$R_y = t_y \left( \sum_{i=1}^n r_p + \sum_{i=1}^n r_m \right) - \sum_{i=1}^{t_y} \Delta F_i, \text{ лв.}, \quad (5)$$

където:

$t_y$  е времето за осъществяване управляеми минни работи, мес., год. То може да бъде периодът за спиране работата на отделни участъци, консервация и др.;

$r_p$  - относителни разходи за поддържане, възстановяване и ремонт на изработки и съоръжения от рудничната технологична схема, лв./год.;

$r_m$  - относителни разходи за поддържане, ремонт и възстановяване на минни изработки в рудничен участък, лв./год.;  
 $\Delta F_i$  - финансовият резултат (печалба, загуба) за  $i$ -та година (месец) от периода  $i = 1 \div t_y$ .

В минната практика често за запълвачен материал се използват т.нар. отпадни продукти, хвост, скална маса от минни работи, отпадни продукти от преработка на природни богатства, сгур и пепелина от ТЕЦ и др. Тогава и за двете страни, произвеждащия отпадния продукт и използващия този продукт за запълване се формира осезателен екологичен ефект.

В този случай екологичния ефект е главно за формиращия отпадъчни продукти, годни за запълвачен материал. Той се формира количествено за сметка на необходимостта от трайно блокиране на терени и площи за насипища, транспортът, съхранението и обезопасяването на насипището, както и от мероприятията за намаляване отрицателното влияние на насипището върху въздуха, водите и др.

Най-общо разходите за формиращия отпадния продукт, продаден за запълвачен материал, например ТЕЦ, могат да се определят по израза,

$$R_T^e = Ak_3(r_3 + r_t + r_0 + r_{em}), \text{ лв.}, \quad (6)$$

където:

$k_3$  е коефициентът на запълване на иззети пространства;  
 $r_3$  - относителният разход за осигуряване на насипищен обем, лв./т;  
 $r_t$  - относителният разход за транспорт на насипищни маси до насипището, лв./т;  
 $r_0$  - относителният разход за съхранение и обезопасяване на насипана маса, лв./т;  
 $r_{em}$  - относителните разходи за екология и мониторинг, лв./т.

Мината, използваща отпадния продукт (пепелина от ТЕЦ) ще реализира разходи за придобиване и транспорт на запълвачния материал до комплекса на повърхността. Най-общо тези разходи се определят по израза,

$$R_m^e = Ak_3(r_n + r_{mp}), \text{ лв.}, \quad (7)$$

където:

$r_n$  е относителният разход за придобиване на пепелина, лв./т;  
 $r_{mp}$  - относителните транспортни разходи на пепелина от ТЕЦ до рудника., лв./т;

Без да се отчита прекия екологичен ефект от запълването в рудника, общите разходи за ТЕЦ и рудника при

осъществяване на предаването и приемането на запълвачния материал ще бъдат,

$$R_0^e = R_m^e + R_T^e, \text{ лв.}, \quad (8)$$

а общият екологичен ефект,

$$P_0^e = R_m^e - R_T^e, \text{ лв.}, \quad (9)$$

Споделеният екологичен ефект в парично изражение, съответно за производителя и ползвателя на отпадни продукти, например пепелина от ТЕЦ, за запълване в мина ще бъде съответно,

$$P_m^e = \frac{R_m^e}{R_m^e + R_T^e} P_0^e, \text{ лв.},$$

$$P_T^e = \frac{R_T^e}{R_m^e + R_T^e} P_0^e, \text{ лв.}, \quad (10)$$

При оценката на ТСЗ, споделеният екологичен ефект за рудника  $P_m^e$  следва да бъде изваден от разходната част или включен в приходната част на израз (1).

## Изводи

При сравнителната оценка на добивни технологии и системи на разработване без и със запълване (СТЗ) най-често се отчитат преките, явни приходи и разходи.

Системите и добивните технологии със запълване, обаче притежават и множество предимства от качествен характер, които не се отчитат количествено чрез приходите и разходите. Част от тези предимства, като възможност за опазване на околната среда чрез земната основа и недра, управление на минната дейност и споделен екологичен ефект имат количествен измерител и следва да бъдат отчитани при оценката и изборът на системите и добивните технологии за подземно разработване на полезни изкопаеми.

## Литература

Ариоглу, Э., Лю Кечжен, Сунь Кайкян и др. *Разработка месторождений с закладкой.*, Пер. с англ. Под ред. С. Гранхолма., М., Мир, 1987.  
 Стефанов Др., *Подземен рудодобив-2* (Избрани глави от подземния рудодобив), С., МГУ, 2003, 185 с.