



ОСНОВНИ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В РАЗВИТИЕТО НА МИННИТЕ РАБОТИ ПРИ ОТКРИТ ДОБИВ НА ПОЛЕЗНИ ИЗКОПАЕМИ

Георги Константинов – e-mail: konstantinovgp@abv.bg
Огнян Кованджийски – e-mail: kovandjiiska@yahoo.com

THE MAIN REGULARITY IN THE DEVELOPMENT OF ACTIVITIES FOR OPENCAST MINING OF MINERALS

Georgi Konstantinov – e-mail: konstantinovgp@abv.bg
Ognian Kovandjiiski – e-mail: kovandjiiska@yahoo.com

ABSTRACT

It is presented the main regularity in the development of activities for opencast mining of minerals. Based on examples from the world practices, it is indicated the possible effects of disturbance of the objective regularities during the exploitation of open-pit mines.

1. Общи положения

Едно от условията за опазване на околната среда и природата това са знанията за заобикалящия ни свят.

Планетата Земя, на която живеем влиза в системата от планети заобикалящи слънцето [1]. А Слънцето това е най-близката до земята звезда. Тази разтопена плазмена топка е една от многобройните звезди на Вселената и е с маса 2×10^{30} kg, радиус 696 хил. km (H_2 – 90%, He – 10%).

Най-голямото струпване на звезди в небето създава белезникава полоса с неправилна форма. Тя се нарича Млечен път. Това е светла полоса със сложна структура на отдалечени от нас звезди, някои от които са милион пъти по-големи по обем и по-ярки от Слънцето. Те образуват звездната система галактика (от гръцки galaktikos – млечен). Към галактиката принадлежи и слънчевата система, която се намира почти в галактическата плоскост. Ето защо на наблюдателя от Земята му се струва, че небето е обхванато от Млечния път.

Галактиката съдържа повече от 100 милиарда звезди с обща маса около 10^{11} масата на Слънцето. Диаметърът на Галактиката е равен на разстоянието, което преодолява светлината за около 100 хиляди светлинни години (скоростта на светлината е 300 хиляди km/s).

Слънцето се върти около центъра на вселената със скорост 250 хил. km/s и извършва своя пълен оборот за около 180 млн. земни години.

Земята като част от Слънчевата система е отдалечена от Слънцето средно на 149,6 млн. km (перигей – 147 млн. km, апогей – 152 млн. km).

Периодът на завъртане на Земята около Слънцето е 365,24 средни слънчеви денонощия.

Земята е с площ 510,2 млн. km² и маса 5967×10^{21} kg. Плътноста на Земята е 5,52 g/cm³, на водата – 1 g/cm³, а на въздуха до земната повърхност – едва 0,00129 g/cm³. Средната плътност на тежкото метално ядро с радиус около 3000 km е от 9 до 11 g/cm³. За сравнение средната плътност на седиментните скали е от 2,5 до 2,8 g/cm³, а на желязната руда - от 2,9 до 3 g/cm³.

Земята се състои от централно тежко ядро и редица обвивки или сфери с различна по състав и разпределение плътност на веществата.

Цялата дебелина на земната кора на 99,79% се състои от 9 елемента: O₂, Si, Al, Fe, Ca, Na, Mg, K, H₂ (кислород, силиций, алуминий, желязо, калций, натрий, магнезий, калий, и водород) и само 0,21% се падат на останалите 105 известни елемента от таблицата на Менделеев.



Въздушната най-лека обвивка на земното кълбо – атмосферата – се състои от механични смеси на газовете: азот – 78,09%, кислород – 20,95%, аргон – 0,93%, въглероден двуокис – от 0,02 до 0,032%, а също така хелий, неон, ксенон, криптон, водород, озон, амоняк, йод и др. с обща част около 0,01% от целия обем.

Около 80% от масата на въздуха и почти всички водни пари са съсредоточени в долната част на атмосферата от 8 до 18 km, в тропосферата. Най-наситена е долната част на тропосферата с височина около 2 km. В долната част на атмосферата до височина 60 km над земната повърхност се съдържа променливо количество озон (O_3). Неговата най-голяма концентрация е на височина 22 – 26 km.

Озоновият слой охранява всичко живо на Земята от прекалено високите късовълнови излъчвания на Слънцето. Той се явява като филтър, който намалява интензивността на слънчевото ултравиолетово излъчване като го отразява обратно в Космоса.

На височина 50 – 80 km и до горните слоеве на атмосферата се намират атмосферни слоеве с повишено съдържание на леките газове хелий и водород. Те се разлагат под влияние на космическото излъчване като молекулите им създават атоми и йони, образувайки йоносферата. Йоносферата изпълнява защитна функция на земната повърхност и оказва голямо влияние за разпространяване на радиовълните.

От казаното до тук следва, че всички процеси в природата са закономерни, циклични, балансирани и се намират в динамично равновесие. Прекомерната и недостатъчно добре обмислена човешка намеса в тези процеси може да доведе до редица катаклизми като: продължително засушаване, интензивни валежи и наводнения, замърсяване на атмосферата и изтъняване на озоновия слой, земетресения и др. Понякога тези аномалии могат да имат катастрофален характер.

Развитието на минните работи при открития добив на полезни изкопаеми също се подчинява на определени закономерности.

В процеса на разработване на находището се оформя рудничното пространство. Следствие на изземването на минната маса (руда и откривка) работните стъпала се преместват в хоризонтално направление. Създава се и се разширява дъното на рудника. Прокарват се наклонените траншеи за разкриване на по-долу лежащите хоризонти. С оформянето на разрезните траншеи се подготвя за експлоатация съответния хоризонт, който започва да се отработва. По такъв начин се създава работната зона на рудника, която се състои от работни бортове и дъно на рудника. Тя се премества в границите на рудничното поле като постепенно обхваща всичките скали и руди, намиращи се в контурите на рудника.

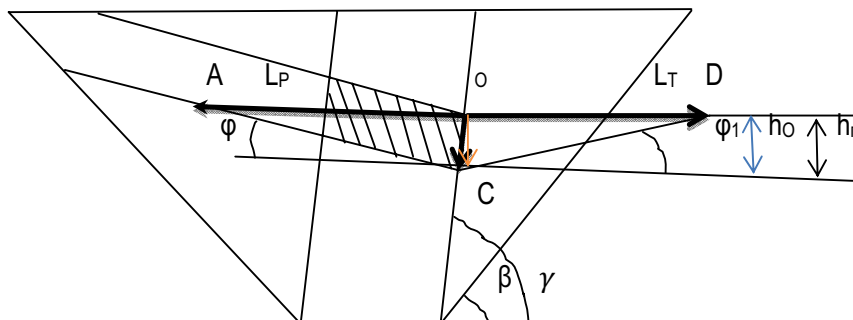
В резултат на този комплекс от дейности, развиващи се във времето и рудничното пространство, от рудника се извозва руда и откривка. Този сложен процес се подчинява на някои обективни закономерности, които задължително трябва да се спазват и отчитат при разработването на календарните графици, режима на минните работи, проектирането и експлоатацията на откритите рудници.

2. Закономерности в развитието на минните работи

Преди повече от половин век проф. А. И. Арсентиев в монографията си „Определяне на производителността и границите на открити рудници“ публикува за пръв път взаимната връзка между скоростите в развитието на минните работи при разкриване на находища по открит начин. За целта големината и посоката на скоростите се изобразяват чрез вектори [2] (фиг.1).

На фигурата е даден напречен профил на открит рудник, при който разкриването на хоризонтите се осъществява с временни траншеи (спусъци) в долнището на рудния пласт. Удълбаването на рудника се осъществява под ъгъл γ по линията ОС.

Скоростите за преместване на минните работи са показани с вектори. За да се осигури възможността за удълбаването на минните работи и поддържането на нормалната широчина на работните площадки, на всяко работно стъпало, минните работи се развиват двустранно от контакта в долнището на рудното тяло (пласт) по направленията ОА и ОD.



Фиг.1. Схема на взаимните връзки между скоростите за развитие на минните работи в открит рудник при разкриване (удълбаване) по долнището на рудното тяло

От фигурата може да се определи, че:

$$h_r = h_0 \leq \frac{L_p}{\text{ctg}\varphi + \text{ctg}\gamma}, \text{ м/год;} \quad (1)$$

$$h_r'' = h_0 \leq \frac{L_T}{\text{ctg}\varphi_1 - \text{ctg}\gamma}, \text{ м/год;} \quad (2)$$

където h_r , h_r'' – е скорост за удълбаване на открития рудник (понижение на минните работи) съответно в зависимост от предвижването на стъпалата в рудата и откривката откъм горнището и долнището на рудния пласт, м/год;
 h_0 – скорост на понижение на добивните работи (в пределите на рудното тяло), м/год;
 L_p – хоризонтална скорост за придвижване на работните стъпала по руда и откривка в скалите откъм горнището на рудното тяло, м/год;
 L_T – също, но в скалите откъм долнището на рудното тяло, м/год;
 φ – изчислителен ъгъл на откоса на работния борд по руда и откривка в горнището на рудното тяло;
 φ_1 – изчислителен ъгъл на работния борд скалите от долнището на рудното тяло;
 γ – ъгъл на западане на рудния пласт, т.е. ъгъл на удълбаването на открития рудник.

От формули (1) и (2) следва, че **хоризонталните скорости, [м/год.] за предвижване на минните работи трябва да са по-големи или равни на скоростта за удълбаване на рудника, [м/год.]**. При това трябва да се отчитат както ъглите на работните бордове, така и ъгъла на западане на пласта.

Не по-малко отговорно е съставянето на графика за организацията на минните работи при разкриването и подготовката на два съседни хоризонта. Един хоризонт се счита за разкрит с прокарването на капиталната траншея, а подготовката му завършва с края на прокараната разрезна траншея.

За да се осигури организацията по разкриването и подготовката на по-долу лежащото стъпало трябва да се изследват минните работи на две съседни стъпала. За да се обезпечи прокарването на капиталната и на разрезната траншея на хор.2 трябва на съседния по-горен хоризонт (хор.1):

- да се прокара капиталната траншея;
- да се прокара разрезната траншея;
- да се придвижи фронта на минните работи на разстояние, осигуряващо минималната широчина на работната площадка.



При използване на автомобилен транспорт и работа без разрезни траншеи подготовката на хоризонта завършва със създаването на котлован с размери 40 m x 40 m в края на капиталната траншея.

Времето за разкриване и подготовка на хор. 2:

$$T = \frac{1}{Q} \left(\frac{V_1}{m} + \frac{V_k}{c} + \frac{V_p}{c} \right), \text{ мес.} \quad (3)$$

където Q – е месечна производителност на багера, m³/мес;

V₁ – обем на работата по разширяване на разрезната траншея на хор.1, осигуряващ възможността за подготовката на по-долното стъпало, m³;

V_k – обем на капиталната траншея на хор.2, m³;

V_p – обем на разрезната траншея на хор. 1, m³;

m – брой на багерите, работещи по разширяване на разрезната траншея на хор.1;

c – коефициент за намаляване производителността на багера при прокарване на траншея; обикновено c = 0,7 ÷ 0,8.

От формула (3) следва, че **времето за разкриване и подготовка на нов хоризонт е пропорционално на обемите на капиталната и разрезната траншея и обема свързан с нейното разширяване.**

Описаните по-горе закономерности намират своя аналог при проектирането на открити рудници. Например средногодишната скорост на удълбаване на минните работи е дадена в табл.1.[5]. В „Нормативите и правилата за технологично проектиране на открити рудници“ на КНИППИ „НИПРОРУДА“ се дават средногодишните стойности на удълбаване на минните работи като се отчитат както ъглите на работните бордове, така и площта на рудника по повърхността при зададен вид на рудничния транспорт.

Поради ниската конкурентно способност на жп транспорта не се дават стойностите на скоростта за удълбаване на минните работи както при него, така и при използването на комбиниран транспорт. При необходимост може да се използват данните от гореуказаните „Нормативи ...“

Отчитането на указаните закономерности, позволява в проектите да се разработват както реално изпълними календарни графици, така и рационален режим на минните работи.

Таблица 1. Средногодишна скорост на удълбаване на минните работи в т/год. [5]

Транспорт	Площ на рудника по повърхността, m ²	Ъгъл на генералния работен борт на рудника							
		6÷8 ⁰	8÷10 ⁰	10÷12 ⁰	12÷14 ⁰	14÷16 ⁰	16÷18 ⁰	18÷20 ⁰	20÷30 ⁰
Автомобилен	до 1	10	11	12,5	14	15,5	17	18	19
	1 - 2	11	12,5	14	15,5	17	18	19,5	21
	2 – 3	12,5	14	15,5	17	18	19,5	21	–
	3 – 4	14	15,5	17	18	19,5	21	22,5	–
	4 - 5 и повече	15,95	17	18	19,5	21	22,5	24	–

Нарушенията и пренебрегването на разгледаните закономерности в развитието на минните работи в някои случаи могат да имат катастрофални последици при експлоатацията на откритите рудници.



3. Последствия в резултат на нарушаване на закономерностите в развитието на минните работи

В световната практика съществува случай на разработване на открит рудник за добив на уранова руда по време на Втората световна война. Поради екстремалните условия и необходимостта от бърз добив на стратегическа суровина, средногодишната скорост на удължаване на минните работи достига до 50 m/год. В резултат на постигането на този „рекорд“ рудникът преустановява своята дуйност.

Особено отговорна и сложна е работата в открити рудници, които работят в режим на вътрешноруднично усредняване (шихтоване) на рудата. Изпълнението на плана по обем и качество при зададено съдържание на метал изисква много добра координация и съобразяване с основните съществуващи закономерности в открития добив.

В средата на 70-те години на миналия век МОК „Медет“ започва да работи на загуба поради ниските съдържания и голямата дълбочина на рудника. Спасението идва от така наречения опитно-експериментален участък „Асарел“. Рудата от него до рудник „Медет“ се извозва с 27-тонни самосвали първоначално през гр. Панагюрище до построяването на път между двата рудника. За периода 1975 – 1991 г. ОФ „Медет“ се захранва с един милион тона средногодишно богата руда. В рудник „Медет“ се създават условия за ритмично усвояване на откривката при намален добив на руда. Така се създават условия от рудник „Медет“ да се добият общо 165 милиона тона руда по проекта на рудника. А от находище „Асарел“ са добити 16 милиона тона богата руда. По това време (1972 – 1976 г.) инж. Огнян Кованджийски е назначен за началник обект на медно-пиритното находище „Асарел“. Много интересни са неговите спомени описани в „Алманах на специалисти с приноси в открития добив на полезни изкопаеми“ [3] и [4]. През този период се решават крупни геоложки, инженерно-геоложки, технически, технологични и организационни проблеми.

ИЗВОДИ:

1. Разглеждат се основните закономерности при открития добив на полезни изкопаеми.
2. Изследва се взаимната връзка между скоростта на удължаване на минните работи и скоростите на развитие на работните бордове в хоризонтална посока.
3. Показана е организацията на минните работи при разкриването и подготовката на два съседни хоризонта от работната зона на открит рудник.
4. Дават се примери от нашата и световната практика за резултатите и последствията от възможните нарушения в основните закономерности при развитието на минните работи в открити рудници.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин В. Экология. „Перспектива“, Москва, 2010.
2. Арсентьев А. И. Определение производительности и границ карьеров. М., изд – во „Недра“, 1970.
3. Константинов Г. Алманах на специалисти с приноси в открития добив на полезни изкопаеми. София, 2018.
4. Кованджийски О. Шистов газ. Човекът за и против шистовия газ. Нефт и газ. Техника и технологии. Фракинг патенти в САЩ. Издателство: Авто Принт, Пловдив, 2017 г.
5. Виранев Борис В., Ангел Р. Ангелов, Кирил А. Чобанов, Александър В. Драганов, Здравка А. Минкова, Енчо Г. Златаров, Георги С. Хрисчев, Лев Х. Петров, Петър П. Марков, Александър В. Таков, Владимир Р. Иванов, Христо Н. Стамболиев, Пенчо Н. Пашов, Константин Л. Георгиев, Михаил Михайлов, Георги Николов КНИППИ „НИПРОРУДА“ Нормативи и правила за технологично проектиране на открити рудници. „Техника“, София, 1980.