

МИННО-ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ.ИВАН РИЛСКИ”

МИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕН ФАКУЛТЕТ

**КАТЕДРА „ПОДЗЕМНО РАЗРАБОТВАНЕ НА ПОЛЕЗНИ
ИЗКОПАЕМИ”**

Стефан Миленов Камбуров

**УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЯТА ЗА
ДОБИВ НА ВЪГЛИЩА В СЛОЖНИ ПРИРОДНИ
УСЛОВИЯ ЧРЕЗ ИЗТОЧВАНЕ НА ТАВАНСКА
ПАЧКА**

(На примера на мина „Ленчехед II”, Унгария)

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд, представен за присъждане на
образователна и научна степен „Доктор”

Научна специалност: „Подземен добив на полезни
изкопаеми”

Научен консултант:
доц. д-р Георги Стоянчев

Рецензент:
Проф.д-р. Кръстю Николов Дерменджиев

София, 2014 г.

Дисертацията съдържа 131 страници, от които 33 страници приложения; 34 фигури; 10 таблици и 14 литературни източници

Дисертационния труд е обсъден от разширен състав на катедрения съвет на катедра „Подземно разработване на полезни изкопаеми на 06.06.2014 г. и е насрочен за защита към Научно жури.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 12.09.2014 г. от 11 часа в зала 236 „Геострой“ на МИННО-ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ „Св. Иван Рилски“ за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“ пред Научно жури.

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в канцеларията на сектор „Следдипломна квалификация“ на МГУ „Св. Иван Рилски“

Адрес: 1700 София, Студентски град
МГУ „Св. Иван Рилски“

Тираж: 20 броя
Печат: ИК „Св. Иван Рилски“ МГУ НИС

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Подземния добив на въглища е все по рядко срещаща се промишлена дейност в Европа. Изискванията на съвременното общество за висока производителност, техническа безопасност, икономическа ефективност и спазване на съвременните тенденции при екологичните изисквания го правят труден за осъществяване.

Въглищните пластове останали за разработване са със сложен строеж-променяща се значителна дебелина, силна тектонска нарушеност, сближени пластове, събрани в една свита и включени между тях скали с висока якост. При трудни природни условия се налага прилагане на сложни геометрични и техникo-технологични решения за разработване на находищата.

В Дисертацията е направен преглед на използваните технологии и се оказва, че независимо от многообразието на използваните системи, нито една от съществуващите не може да осигури добри резултати, освен изземването на въглища чрез използване на системата на разработване с източване на таванска пачка.

Цел и задачи на работата

Целта на дисертационната работа е **усъвършенстване на добивната система за ефективно разработване на мощна въглищна свита с развити в нея няколко пласта в сложни природни условия, чрез източване на таванска пачка**, която се основава на технологията за изземване на мощни пластове с източване на таванска пачка с изземване на работния слой след провеждане на ПВР за отслабване, с помощта на хидравлични люкове, като се източва таванската пачка заедно с между-пластовите прослойки.

За постигане на поставената цел бяха определени следните задачи:

1. Да се анализират съществуващите системи и добивни технологии за разработване на мощни въглищни пластове в сложни природни условия.
2. Да се изследват процесите на въздействие върху таванската пачка с пробивно взривните работи и източването на въглищата.

3. След предлагане на препоръки за усъвършенстване на добивната технология да се проведе експериментална проверка на опитните решения.

Методи на изследване

Сравнението на системите за разработване става с помощта на опростен „идеален модел“. Изследват се и се сравняват техническите и икономическите параметри на двете системи при разработване на опростения „идеален модел“. Процесът на въздействие на взривните работи за отслабване на възглицата над забойното пространство се сравнява с добива на инертни материали с ПВР по технология на сондажното взривяване.

Научна новост

Промяна на подхода за прилагане на пробивно-взривните работи (ПВР) във фронта - същите се допълват и комбинират с провеждане на ПВР със сондажни заряди. Те дават възможност за едновременно взривяване **на значително по-голяма част от пачката над фронтната стена**. За постигане на по-добри резултати допълнително се провеждат **ПВР от ниши прокарани в забойната стена. От тях се прокарат ветрилообразно сондажи по цялата дължина на таванската пачка**.

Проектиране на ПВР, с отчитане на текущите условия на работа, като ветрилообразно разположените сондажи, прокарани през мощните възглицни пластове и прослойките до горнището от мергел се проектират въз основа на **проучвателен сондаж, с който се установява строежа на масива от камера пред добивния забой**.

Проектиране на заряда въз основа типа на скалите- така се получава оптимален разход на експлозив при всеки един вид скали.

Приложимост и полезност

Усъвършенстваната система на разработване с източване на таванска пачка е приложима при изземване на свита от близко залегнали възглицни пластове. Въведено е прокаране на ниша в стената на добивния забой на работния слой за прокаране на взривните сондажи, с което се създава възможност за съединяване на две от най-модерните

технологии – тази с подетажното обрушаване със сондажи и слоевото изземване с комбайн.

Апробация

С усъвършенстваната система на разработване с източване на таванска пачка се доказва, че успешно може да се изземва свита от некондиционни пластове със значителна тектонска нарушеност и променлива дебелина по площ и мощност.

С прилагане на усъвършенстваната система и добивна технология в сложните условия на мина „Ленчехед II” е постигната висока пълнота на извличане (90%) и сравнително висока (около 1000 t/ден) производителност на фронта и на забоен работник.

Публикации на автора по темата на дисертационния труд

A.1. Kamburov,Sz., MolnárJ., Provoking Sublevel Caving of Coal Uzing Long Blastholes of Small Diameter, 16 th Mining, Metallurgy and Geology Conference , (April 3-6, 2014), Odorheiu Secuiesc, Romania , 59-63.

A.2. Kamburov,Sz., MolnárJ., Sublevel Caving Shields and Their Utilization in Mining Out Disturbed This Coal Seams, Annals of The University of Petrosani – приета на 26.05.2014 г. за публикация

Обем и структура на дисертацията

Дисертацията съдържа 131 страници, от които 33 страници приложения; 34 фигури; 10 таблици и 14 литературни източници.

В увода е обоснована актуалността на проблема-достигане на висока производителност, техническа безопасност, икономическа ефективност и спазване на съвременните тенденции на екологичните изисквания при разработване на находища от въглища в сложни природни условия.

В глава I се разглеждат системи и добивни технологии за разработване на мощни въглищни пластове. Представен е теоретичен модел за сравняване на системите за разработване на мощни пластове с разделяне на слоеве и тези с източване на таванска пачка.

В глава II са представени условията на въглищния басейн на гр.Дорог Унгария, за който се отнася настоящата работа и прилаганите в района системи и добивни технологии.

Глава III се занимава с изследване на системата и добивната технология с източване на таванска пачка в условията на мината. Изследват се процесите на въздействие върху таванската пачка с пробивно взривните работи и източването на въглищата. Представят се препоръки за провеждани на ПВР и резултатите от експериментално внедрената нова технология за провеждане на ПВР със сондажни заряди и отчитане на текущите условия на работа.

Глава IV е посветена на разработване на методика за проектиране на ПВР при технологии с източване на таванска пачка в сложни условия, определят се параметрите на ПВР, конструкцията и взривяването на зарядите.

Глава V представя усъвършенстваната технологична схема за добив на въглища в сложни природни условия чрез източване на таванска пачка и резултатите от внедряването на тази схема при разработване на близко залегнали пластове в мина „Ленчехед II”, Унгария.

В заключение са обобщени научните и научно приложните приноси които са постигнати от дисертационния труд.

ОСНОВНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА I. СИСТЕМИ И ДОБИВНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА МОЩНИ ВЪГЛИЩНИ ПЛАСТОВЕ В СЛОЖНИ ПРИРОДНИ УСЛОВИЯ

I.1.Конкретизация на условията:

Под сложни природни условия се разбират такива, при които ъгълът на западане на пласта се променя в едно поле от 0 до 20°, неговата дебелина се променя значително в границите на участъка, има дребно и голямо амплитудно нарушение на полето, висока водоносност, опасност от водни прориви, голяма газоносност и склонност на въглищата към самозапалване, опасност по ВИБГ, опасност от газо-прахови и прахови експлозии и други. При такива условия се налага прилагане на сложни геометрични и технико-технологични решения за разработване на въглищните пластове.

I.2. Системи за разработване на мощни пластове

При разработване на въглищни находища, системите за разработване се разделят на системи за изземване на целия пласт и за разработване на мощни пластове с разделяне и без разделяне на слоеве. На базата на анализа на факторите, характеризиращи системата на разработване, те условно могат да бъдат отнесени в следните групи:

- стълбови, камерно стълбови;
- с разделяне на слоеве;
- без разделяне на слоеве – без източване и с източване на таванска пачка.

I.2.1. Стълбови и камерни системи за разработване.

I.2.1.1. Стълбова система на разработване

За стълбовата система на разработка с дълъг добивен забой е специфично, че:

- Стената на забоя напредва перпендикулярно на подготвителните изработки.
- Управлението на скалния натиск циклично следи стената на забоя.
- Транспортирането на продукта в забоя е успоредно с челото му.
- Дългият добивен забой винаги разполага с два или повече изхода и правоточна или противоточна вентилация на основа на общо рудничната вентилация.

I.2.1.2. Камерна система на разработване

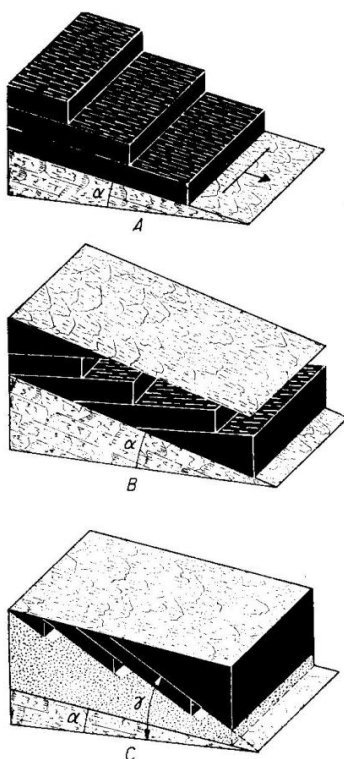
За тези системи е специфично е , че:

- Стената на забоя е сравнително къса;
- Транспортирането на добитите въглища е перпендикулярно на стената на забоя;
- Вентилацията на добивния забой обикновено е дифузна или с вентилатор за местно проветряване;
- Забойт обикновено е с един изход.

I.2.2. Системи за разработване с разделяне пласта на слоеве

Ако мощността на пласта е по-голяма от височината на добивния забой, пласта се разделя на слоеве, които самостоятелно се разработват със съответната добивна технология. При мощни полегати и наклонени пластове, разделянето на

пласта е на наклонени , хоризонтални и на напречно наклонени слоеве (фиг.1.1).



фиг. 1.1. Разделяне пласта на слоеве: а и б – разделяне на пласта на слоеве, изземвани низходящо; с-изземвани възходящо

I.2.3. Системи за разработване без разделяне пласта на слоеве

I.2.3.1. Системи с изземване на пласта с пълна мощност

Теоретически системата за разработване на мощни пластове без разделяне на слоеве и без източване на таванска пачка не се различава от системите за разработване на слой (2,5 – 5,5 m), размерите на използваната минната механизация в тези условия трябва да отговарят на мощността на пласта.

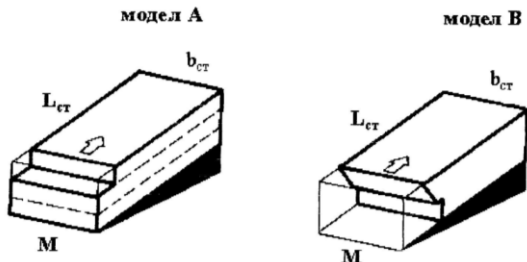
1.2.3.2. Системи за разработване без разделяне на слоеве с източване на таванска пачка

При системите за разработване на мощен въглищен пласт без разделяне на слоеве с източване на таванска пачка добива на въглищата се разделя на две фази. Първата фаза е изземването на работния слой (който е под крепежа). На втората фаза се изземва чрез източване на таванската пачка останалата част от дебелина на пласта.

1.2.4. Техничко-икономическо сравнение на добивните технологии с изземване на слоеве и с източване на таванска пачка

1.2.4.1. Сравнение на техническите параметри на двете системи

Сравнението на двете системи за разработване приемаме да става с помощта на опростен „идеален модел“, фиг.1.2. Идеалният модел е с форма на паралелепипед и представлява въглищен блок в обратен ред с изземване на три слоя (модел А) или с източване на таванска пачка (модел В). Приети са и съответните характеристични параметри $L_{ст}$, $b_{ст}$ и M .



$L_{ст} = 1000 \text{ (m)}$ – дължина на стълба

$b_{ст} = 100 \text{ (m)}$ – ширина на стълба

$M = m_k \cdot \gamma = 10 \text{ (t/m}^3\text{)}$

фиг.1.2. Графични модели на сравняваните варианти на изземване на мощен пласт: (модел А – с разделяне на три слоя и модел В – без разделяне на слоеве, с изземване на един слой и източване на таванска пачка)

Основните характеристични параметри на двата модела са представени както следва в Таблица 1:

Таблица 1.

№	Характеристика	Мярка	Стойности	
			А	В
1.	Балансовите запаси на модела.	t	$Z_6 = 1\,000\,000$	$Z_6 = 1\,000\,000$
2.	Допустими загуби.	t	$Z_{3A}^M = 60\,000$ $Z_{3A}^N = 160\,000$ $Z_{3A} = 250\,000$	$Z_{3B}^M = 20\,000$ $Z_{3B}^N = 50\,000$ $Z_{3B} = 100\,000$
3.	Коефициент на извличане на запасите.	%	$\gamma_A = 75\%$	$\gamma_B = 90\%$
4.	Z_n са промишлените запаси.		$Z_{nA} = 750\,000\,t$	$Z_{nB} = 900\,000\,t$
5.	Линеен коефициент на подготовка.	m /1000 t	$K_{nA}^N = 7,9$	$K_{nB}^N = 2,3$
6.	Обемен коефициент на подготовка	m ³ /1000 t	$K_{nA}^O = 9,6$	$K_{nB}^O = 3,1$
7.	Брой на кръстовете	броя	6	2
8.	Брой на монтаж и демонтаж	броя	3	1
9.	Средна дължина на транспортиране.	m	$3 \times 550 = 1650$	550
10.	Брой на работните ходове на комбайна	броя	$3000:0,6 = 5000$	$1000:0,6 = 1667$
11.	Брой на преместванията на транспортьора и придвижване на секциите.	броя	5000	1667
12.	Брой на основните ремонти при монтиране и демонтиране.	броя	2	0
13.	Време за изчакване за монтиране на следващия комплекс.		около 4 месеца повече	няма

1.2.4.2. Сравняване на разходите на двете системи

От разходите реализирани при осъществяване на дадения модел при добив на 1 000 000 t, се сравняват общорудничните капитални, капиталните и експлоатационни разходи на полето.

За отбелязване на посочените по-горе разходи се използват означенията показани в таблицата:

Таблица №2

Разходи	мярка	Модел А	Модел В
1.Общо руднични разходи.	(лв)	C_o^A $c_o^A = C_o^A / \eta^A \cdot Z_6$	$C_o^B = C_o^A$ $c_o^B = C_o^B / \eta^B \cdot Z_6 =$ $= C_o^A / \eta^B \cdot Z_6 =$ $= c_o^A \cdot \eta^A / \eta^B$
2.Капитални разходи за подготовка на модела за разработване.(прокарване на подготовителните изработки и монтаж и демонтаж на оборудването)	(лв) (лв/ t)	$C_{кп}^A$ $c_{кп}^A = C_{кп}^A / \eta^A \cdot Z_6$	$C_{кп}^B = \frac{1}{3} C_{кп}^A$ $c_{кп}^B = C_{кп}^B / \eta^B \cdot Z_6 =$ $= \eta^A \cdot C_{кп}^A / 3 \cdot \eta^B$
3.Разходи за закупуване на крепеж.	(лв) лв/т	$C_{кк}^A$ $c_{кк}^A = C_{кк}^A / \eta^A \cdot Z_6$	$C_{кк}^B = \frac{2}{3} \cdot 1,3 \cdot C_{кк}^A$ $c_{кк}^B = C_{кк}^B / \eta^B \cdot Z_6 =$ $= 2,6 \cdot c_{кк}^A \cdot \eta^A / 3 \cdot \eta^B$
4.Разходи за закупуване на механизация (комбайн, транспортър, маслостанция)	(лв) лв/т	$C_{км}^A$ $c_{км}^A = C_{км}^A / \eta^A \cdot Z_6$	$C_{км}^B = \frac{2}{3} \cdot C_{км}^A$ $c_{км}^B = C_{км}^B / \eta^B \cdot Z_6 =$ $= 2 C_{км}^B \cdot \eta^A / 3 \cdot \eta^B$
5.Експлоатационни разходи - енергия	(лв) лв/т	$C_{ее}^A$ $c_{ее}^A = C_{ее}^A / \eta^A \cdot Z_6$	$C_{ее}^B = \frac{2}{3} \cdot 1,3 \cdot C_{ее}^A$ $c_{ее}^B = C_{ее}^B / \eta^B \cdot Z_6 =$ $= 2,6 \cdot \eta^A \cdot C_{ее}^A / 3$
- работни заплати	(лв) лв/т	$C_{ез}^A$ $c_{ез}^A = C_{ез}^A / \eta^A \cdot Z_6$	$C_{ез}^B = \frac{2}{3} \cdot C_{ез}^A$ $c_{ез}^B = C_{ез}^B / \eta^B \cdot Z_6 =$ $= 2 \cdot \eta^A \cdot C_{ез}^A / 3 \cdot \eta^B$

Обозначенията в таблицата са следните:

η - коефициент на извличане;

C_o – общоруднични разходи (лв);

c_o – относителен общорудничен разход (лв/ т);

C_k – капитални разходи на полето на модела (лв);

c_k – относителен капитален разход на полето на модела (лв/ т);

C_e – експлоатационни разходи на модела (лв);

c_e – относителен експлоатационен разход на модела (лв/ т).

След като изразим относителните производствени разходи на модел В като функция от разходите на модел А се получава:

$$c_o^B = \eta^A / \eta^B \cdot (C_o^A + \frac{1}{3} (C_{кп}^A + 2,6 \cdot C_{кк}^A + 2 \cdot C_{км}^A + 2,6 \cdot C_{ее}^A + 2 \cdot C_{ез}^A))$$

Вижда се, че дори при еднакъв коефициент на извличане на запасите ($\eta^A / \eta^B = 1$) относителните разходи на модел В са много по-малки от същите за модел А ($c_o^B < c_o^A$).

I.3. Добивни технологии за разработване на мощен въглищен пласт с източване на таванска пачка

При разработване на мощни въглищни пластове с източване на таванска пачка, добивните работи при изземване на работния слой са почти еднакви с тези при слоево изземване. Основната разлика се изразява при работа по изпълнение на втората фаза-източването на таванската пачка. Общото тук е, че източването на въглищата е в работния слой. Историческото развитие на тази част на технологията показва, че са прилагани различни варианти на работа, като: източване пред скари; източване зад крепежа на добивен забой с индивидуален крепеж; източване с камерна система за разработване; източване под специален механизирен крепеж, където източването е зад или пред прикритие и от горен люк - източване от тавана.

ИЗВОДИ:

Анализът от проучването показва, че системите с източване на таванска пачка са гъвкави и достатъчно производителни. При използване на комбайн за изземване на работния слой и на специализирани крепежи за източване се осигурява добър коефициент на извличане при максимална степен на безопасност на миньорите. Икономически най-изгодна и безопасна е технологията за източване на таванска пачка през специален крепеж с хидравличен люк, монтиран в средната (горна) част на прикритието.

Тези технологии са ниско ефективни при сложна конфигурация на таванската въглищна пачка. В случаите, когато вместиращите скали и въглищните слоеве са със сложна алтернация не може да се постигне добро източване и се допускат много големи загуби.

ГЛАВА II. Минно-геоложки и миннотехнически условия на МИНА „ЛЕНЧЕХЕД II.“

II.1. Геолого-географски и исторически сведения

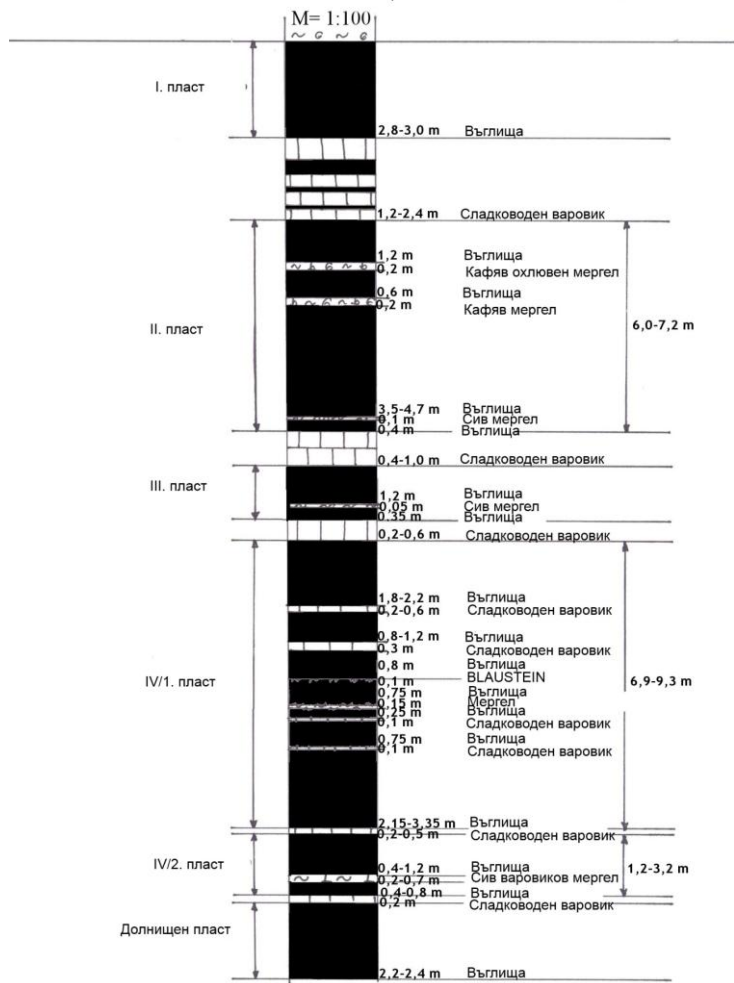
В басейна на град Дорог (Унгария) експлоатирането на въглищни ресурси датира от 1781 година. Минните полета от кафяви каменни въглища, разработвани от мините „Ленчехед I“ и

II.2.1. Минно-геоложки и минно-технически условия

Въз основа на проучвателните сондажи са установени следните геометрични, физико-механични и технологични параметри на възлищните пластове (таблица 3).

13

Lencsehegy II. Близко залегнали пластовете
"максимална мощност"



фиг. 2.2. Структурна колонка на близко залегналите пластовете от периода долен еоцен – максимална мощност.

Таблица 3.

Пласт №	Параметри						
	мощност (m)	калорич- ност (MJ/kg)	пе- пел (%)	влаж- ност (%)	сяра (%)	лет- ливи (%)	сред- на плът- ност (t/m ³)
I пласт	2,2 – 3,0	20,7 – 21,5	5,9	16,2	3,8	34 - 39	1,4
II пласт	5,0 – 6,5	22,0 – 24,0	5,5	16,1	4,7	35 - 37	1,4
III пласт	1,0 – 1,7	20,0 – 21,0	4,6	15,3	4,8	32 - 33	1,4
IV пласт	6,0 - 10	18,0 – 20,0	4,1	15,7	3,8	31 - 34	1,4

Установено е, че средно на 100 m² има до 8 разседа и 50 % от тях са с амплитуда над 2 m. Голяма част от разседите са резултат на вулканичната активност през горния миоцен.

От гледна точка на опасност по водни прориви, размерите на рудничното поле зависят от водоупорния стълб (мин. 2 m/bar) и нивото на карстовите води. В периода на добива нивото на карстовата вода е на + 103 m, най-високата точка на полето е + 76 m, а най-ниската – 54 m (Балтийска система).

Мощността на водоупорния пласт намалява в северна посока.

II.2.2. Системи и добивни технологии прилагани в басейна

Традиционно в басейна на Дорог са прилагани технологии с малка концентрация на механизация. В тектонски сложните условия на басейна е почти невъзможно да се намерят условия с подходящи за прилагане на комплексно-механизирани технологии, поради възможните малки дължини на стълбовете, малки междупластия и много на брой различни по амплитуда разседа.

При изземване на пластове с мощност от 1,6 m до 2,5 m се използват ръчни фронтове с индивидуален крепеж от стоманени капи, разпънки и хидравлични стойки тип НВТ. Технологията е с ПВР, най-модерната използвана механизация е струг. Производителността на участъков работник при тези фронтове е

около 2 t /см. Добиваните въглища са чисти без скална маса от прослойки.

Когато, поради тектониката икономически не е изгодно изземването с дълги добивни забои, основно се използва камерно-целиковата система на разработване. При тази система, производителността е около 2 t/ ч.см. Основната механизация е пневматична товарачна машина тип LB 125/1000 или CAVO 310 .

Разработването на мощни пластове в басейна на Дорог традиционно е на слоеве във възходящ ред с технология камера-целик с пълно запълване. Технологията е трудоемка, но опасността от самозапалване е минимална, производителността е около 1,4 t/ч.см.

Другата разпространена технология при камерно-целикова система е с източване на таванска пачка. Производителността при прилагане на такава технология достига около 2t/ч.см. Механизиран е само товарачния процес с пневматична товарачна машина CAVO 310 с дистанционно управление.

II.2.3. Състояние на мината до момента на експеримента и предпоставки за провеждането му

При проектирането на мина „Ленчехед II.“ се дава предимство на изземването по пластове в низходящ ред с комплексно-механизирана технология.

Разработването на I-ви пласт (2,2 – 3,0 m) е с „традиционна“ технология за изземване на пласт с механизирани крепежни секции тип VHP 520 и GLINIK 08/22 OZK.

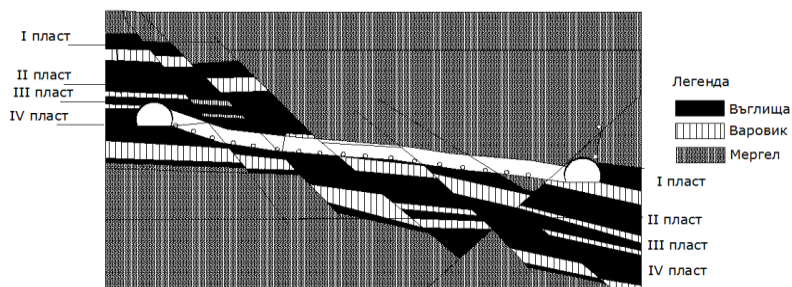
Под защитата на мощната прослойка от сладководен варовик (~ 2 m) е предвидено разработването на II-ри пласт с дебелина 5,0 – 6,5 m да се осъществи с комплексно – механизирана технология за изземване на мощен пласт с източване на таванска пачка през крепежни секции тип VHP 732.

Изземването на III-ти и IV-ти пласт с обща мощност (~12 m) и 0,6 m мощна прослойка от сладководен варовик ще се извърши заедно като един мощен пласт. Изземването му е проектирано на два слоя в низходящ ред с източване на таванска пачка.

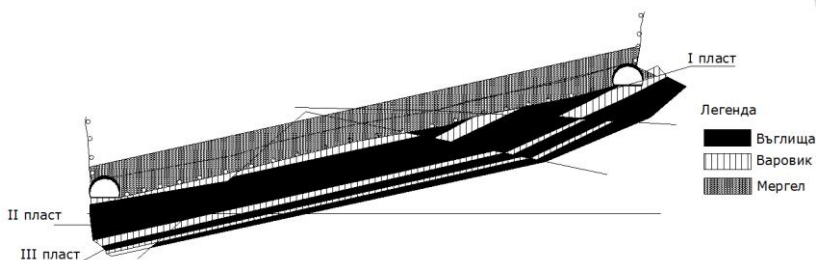
За достигане на проектния добив, през 1986 година се реши съвместно да се разработват два пласта в средата на полето, където общата им мощност е най-голяма. Добивът се осигурява от два комплексно механизирани фронта – един в I-ви пласт,

който напредва към границата на полето и втори в долната част на II-ри пласт, който напредва от средата на полето към началото му. В I-ви пласт е монтиран комплекс тип Glinik 08/22 с комбайн KW B3 RNS, а във II-ри пласт комплекс тип VHP-520 с комбайн ESA-60.

На фигура 2.3.а е показан надлъжен разрез на стената на фронт Ка – 2. Фронта напредва по I-ви пласт в горнище от мергел, I-ви пласт, III-ти и IV-ти пласт. Фигурата 2.3.б изобразява фронта Ка-1 в момента на демонтаж. От тези разрези се вижда, че голямо количество въглища се явяват като загуба, която не е планирана.



а)



б)

фиг. 2.3.а и 2.3.б. Надлъжен разрез на стената на фронт Ка -2
и фронт Ка – 1.

В следствие на прибързаното включване в добив и на лошо избраната система за разработване, въпреки факта, че находището разполага с четири сравнително мощни (16-18 m), близко залегнали пласта от кафяви въглища с много добро качество (~22 MJ/kg), след кратък период от време мината се оказва пред производствено-икономически фалит.

Опитите за еднослойно изземване на пластовете, както и източване на таванска пачка пред механизирани крепежни секции в сложните условия на мината не донасят нужния успех. Затова беше необходимо разработване на нови геометрични решения за системата на разработване и добивна технология.

След първоначалните опити за въвеждане на системи за разработване с дълги стълбове се появява системата за разработване на един мощен пласт с източване на таванска пачка (в добивен забой с индивидуален крепеж и ПВР или с механизирани крепежи VNP 732). По-късно се въвежда системата за разработване на два и три пласта. От 1999 г в добивните забои се използва изключително само системата за едновременно разработване на въглищната свита от I-ви, II-ри, III-ти и IV-ти пласт и прослойки .

ИЗВОДИ: Въпреки това, че тектонски находището е раздробено на много на брой, малки по размери полета, тези полета разполагат с големи въглищни ресурси.

В сложни природни условия, при които не може ефективно да се използват слоевите системи за разработване на мощни въглищни пластове, могат да се прилагат ефективно системите без разделяне на слоеве с източване на таванска пачка.

ГЛАВА III. ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИСТЕМАТА И ДОБИВНАТА ТЕХНОЛОГИЯ С ИЗТОЧВАНЕ НА ТАВАНСКА ПАЧКА В УСЛОВИЯТА НА МИНАТА

III.1.Описание на участъка и системата на разработване

На фиг.3.1 е представен план - схема на участъка, с мястото на експериментирание на усъвършенстваната технология с източване на таванска пачка.Експеримента се провежда във фронт Ка-16, който е монтиран в долния слой на пласт IV. в северната част на минното поле на рудник „Ленчехед II”. Разработването на тази част на полето с площ от~ 13 522 m² и

природни запаси от 243 000 t се определя от разседи като естествени граници. Предвидено е тази част да се из земе с напречно наклонен дълъг стълб по задигане на пласта с източване на таванска пачка.

Параметрите на добивния стълб, изземван с фронт Ка-16 са:

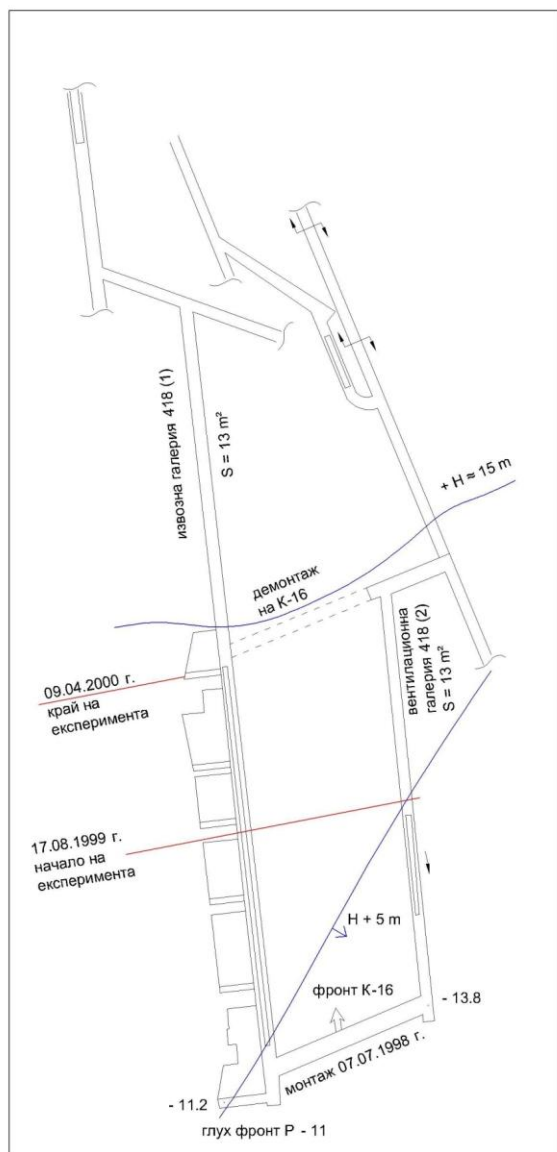
- дължина на добивна стена - 68 m;
- дължина на стълба – 190 m;
- промишлени запаси в стълба-243 000 тона.
- начин на изземване – обратен;
- напречно наклонен (по задигане +15°, на добивната стена спрямо вентилационната галерия - 15°);
- комбайново изземване на въглищата в добивния забой , при поява на прослойки в забойната стена се провежда ПВР;
- височината на призабойното пространство е 2,8 m, дебелината на таванска пачка е максимум 18 m;
- начина на управление на горнището е пълно обрушаване.

III.2. Описание на добивната технология преди и по време на експеримента. Оборудване. Основни процеси

Технологията за разработване на близко залегнали мощни пластове с източване на таванска пачка се основава на технологията за изземване на мощни пластове с източване на таванска пачка. При тази технология се изземва работния слой с комбайн или струг и се провежда ПВР за отслабване на таванската пачка и прослойките в него. Източването на разрушената таванска пачка се извършва с помощта на хидравлични люкове, разположени в крепежната секция.

В добивния забой е монтиран механизирен поддържащо-ограждащ крепеж тип VHP 732(47 крепежни секции) с технически параметри:

- височина на крепежа- минимална 2600, максимална 3000 mm;
- брой на стойките- 4 X 1000 kN;
- крачка за поставяне на секциите- 1,5 m;
- крачка за придвижване – 0,7 m;
- фронтови транспортър – Rybnik-73;
- комбайн с един работен орган – ESA-60-E;



фиг. 3.1. План на експерименталния участък с фронт Ка – 16.

III.3. Изследване на процесите на въздействие върху таванската пачка с пробивно-взривните работи и източването на въглищата

При механизираните крепижи технически е разрешен проблемът за закрепване на горнището след работния ход на комбайна и зачелване на забойната стена. Това дава възможност при управление на горнището, линията на обрушаване да се държи на дадено разстояние от забойната стена, на задния край на прикритието.

В зависимост от якостта и разрушаемостта на въглищата, ъгълът на плоскостта на разрушаване θ е различен (фиг.3.2).

При крехки, лесно разрушаеми въглища тази плоскост се накланя над забойната стена, а при въглища с по-голяма якост към задзабойното пространство. В първия случай трябва да се осигури оптимална скорост на придвижване на фронта, а във втория - с помощта на ПВР да се управлява скалния натиск, така че ъгълът θ да е равен на ъгъл на обрушаване на основното горнище β .



фиг.3.2. Схема на зоната на разрушаване като функция от якостта на въглищата

Ъгълът на разрушаване на таванската пачка се определя по следната формула:

$$\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \leq \theta \leq \frac{3}{4}\pi - \frac{\varphi}{2}, \quad (3.1)$$

където θ – ъгъл на разрушаване;
 φ – ъгъл на вътрешно триене;
 β – ъгъл на обрушаване

Ъгълът на вътрешно триене за въглища с различна якост е:

- За жилави въглища: $\varphi=35-50$ ($\sigma_c > 35\text{MPa}$);
- За въглища със средна якост: $\varphi=300$ ($\sigma_c = 15 - 35\text{MPa}$);
- За крехки въглища: $\varphi=20 - 250$ ($\sigma_c < 15\text{MPa}$),

където σ_c е якост на едноосов натиск на въглищата.

Процесът на въздействие на взривните работи за отслабване на въглищата над забойното пространство е подобен като при разработване на инертни материали с дълги взривни дупки или взривни сондажи. Тук също има първо свободно пространство - добивния забой и второ свободно пространство - обрушеното пространство зад забоя. Съществена разлика е в това, че:

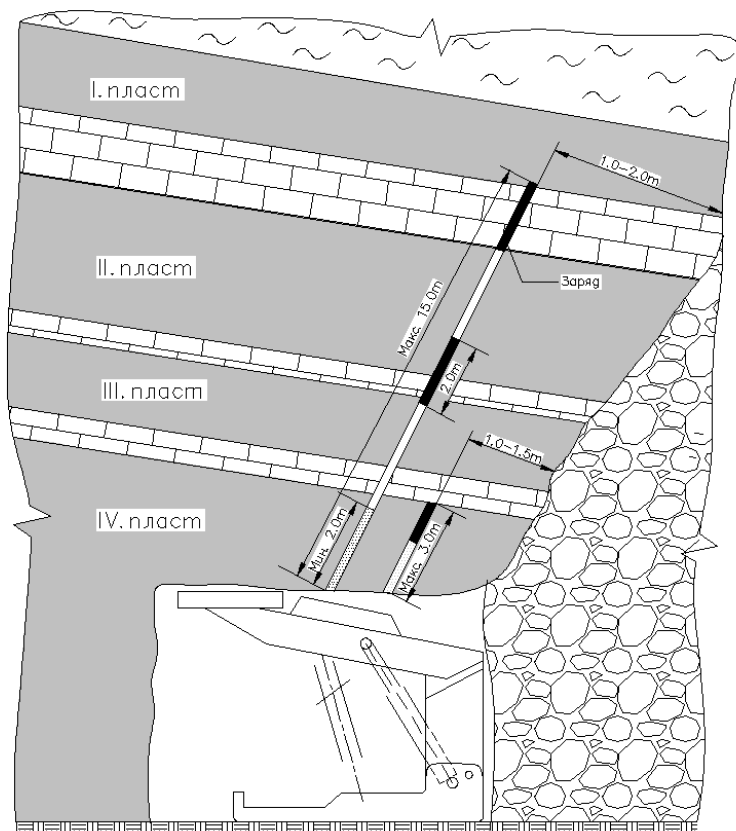
- диаметъра на взривните дупки или сондажи е 40 – 60 mm;
- зареждането е от долу на горе;
- поради опасност от взривяване на въглищен прах всички заряди трябва да се взривят едновременно;
- след извършване на ПВР силата на тежестта на придружаващите скали подпомагат източването.

Паспорта по ПВР за отслабване на таванска пачка предвижда:

- взривните дупки да се пробиват под ъгъл максимум 80° в посока обрушено пространство;
- дължината им зависи от мощността на таванската пачка, максимум 6,5 m;
- зареждането е с помощта на пластмасови тръби с вътрешен диаметър > 30 mm;
- тръбите трябва да се затворят със забивка от мергел, за да се осигури поставянето на заряда на планираното място;
- заряд над 1 kg трябва да се инициира с два електро-детонатора;
- забивката на взривна дупка дълга до 3 m трябва да е 0,5 m, над тази дължина 1 m;

- максимален брой на едновременно взривяеми взривни дупки – 10.

С промяна на параметрите на системата, при увеличаване мощността на таванската пачка, в паспорта се променя само дължината на взривните дупки., фиг.3.3.



фиг. 3.3. Схема на разположение на взривни заряди

Това не е пълно решение, защото не се вземат пред вид следните проблеми:

- Правилното съгласуване на мощността на таванската пачка и параметрите на пробивните машини, с които са пробиват

взривните дупки позволяват достигане на оптимални резултати при извършване на ПВР.

- Пробивно взривните работи се проектират според материала, който трябва да се разруши. Специфичното количество взривен материал е различно за въглища, за варовик или мергел. Ако в таванската пачка има въглищни пластове и скални прослойки, паспорта проектиран за ПВР във въглища не осигурява оптимално разрушаване на пачката, трябва да се вземат под внимание параметрите на прослойките и съответно на горнището. При неправилно проектиране на взривните работи прослойките остават с извън габаритни размери. Това затруднява източването, изисква допълнителни ПВР над крепежа или на фронтония транспортър, което е предпоставка за аварии и злополуки.

- Както при системите за разработване по пласт с пълно обрушаване, така и при системите за изземване на мощен пласт с източване на таванска пачка е много важно обрушаването на основното горнище. Успешното обрушаване на горнището допринася за по-добро източване на таванската пачка, а правилно поддържаната линия на обрушаване намаля скалния натиск пред забойната стена. В противен случай таванската пачка се напуква, част от нея може да се източи, но е невъзможно провеждането на ПВР. Като следствие се явява повишен натиск върху крепежа, загуби от добива и опасност от самозапалване.

- За по-добро източване на таванската пачка и избягване на „подпиране“ на горнището в началото и края на фронта, при обрушаване на подготвителните изработки да се източи таванската пачка и обруши основното горнище.

ИЗВОДИ: С увеличаване мощността на таванската пачка, в случай на изземване на близко залегнали мощни пластове трябва да се проектира нов паспорт за ПВР, който да реши по-горе изложените проблеми - увеличена мощност на таванската пачка, наличие на дебели здрави прослойки, сигурно обрушаване на непосредственото горнище и достигане оптимални размери на отслабените прослойки.

За решаване на горните проблеми е предложено да се усъвършенства добивната технология за изземване на близко залегнали мощни пластове с източване на таванска пачка със следните допълнения:

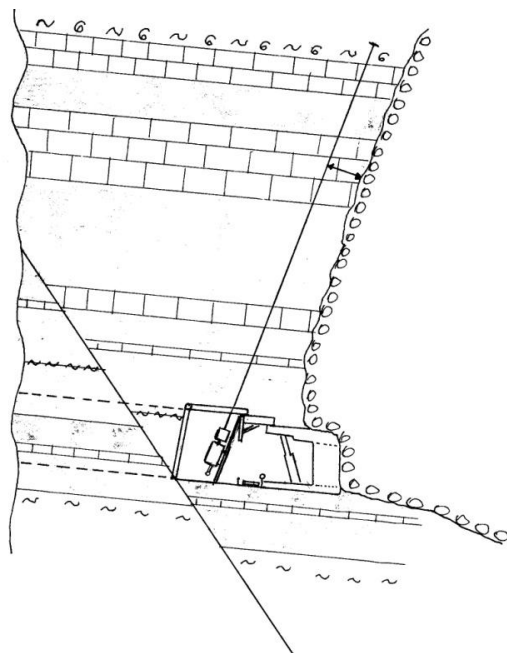
- Промяна на подхода за прилагане на ПВР- предлага се ПВР във фронта да се допълнят и комбинират с провеждане на ПВР със сондажни заряди. Прокарването на взривни сондажи е механизано, **диаметъра на сондажа разрешава използване на по-голямо количество взривен материал. Така може да се проектира освен отслабването на таванската пачка, разрушаването на прослойките от варовик и обрушаване на основното горнище от мергел.**

- **Проектиране на ПВР с отчитане на текущите условия на работа.** Проектираните ветрилообразно разположени сондажи са прокарани през мощните въглищни пластове, прослойките до горнището от мергел и се проектират въз основа на **проучвателен сондаж, с който се установява строежа на масива от камера пред добивния забой (фиг.3.4).** След прокарване на сондажите, точно може да се прогнозира необходимото количество експлозив, който се зарежда въз основа типа на скалите – въглища, варовик или мергел. Така се получава **оптимален разход на експлозив** при всеки един вид скали. Тук се решава проблема за зареждане на експлозива на съответно проектираното място и взривяване на зарядите.

- ПВР със сондажи дават възможност за едновременно взривяване **на значително по-голяма част от пачката над фронтната стена.** За постигане на добри резултати се предлага допълнително извършване на **ПВР от ниши прокарани в забойната стена. От тях се прокарват ветрилообразно сондажи по цялата дължина на таванската пачка.** Междувременно добивът е осигурен от останалата част на фронта. В случай на нужда това може да се извърши от няколко ветрила, разположени в различни плоскости.

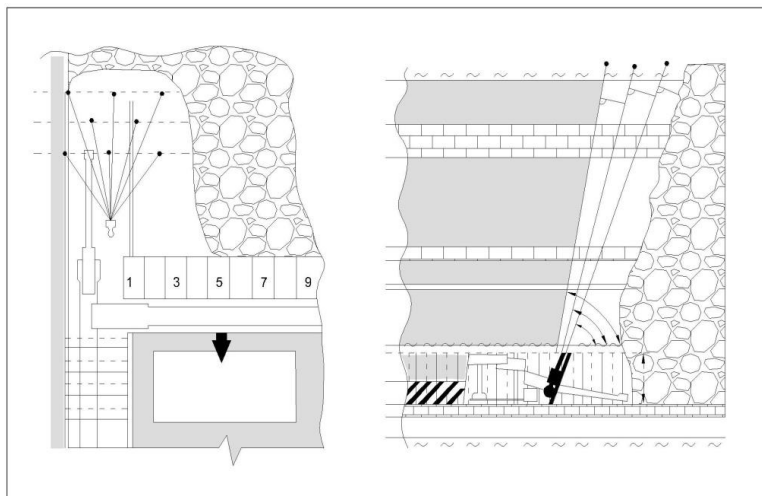
- Нишите да се проектират така, че областите на въздействие на **ПВР да се допълват по цялата дължина на работната стена.**

- За обрушаване на горнището и източване на таванска пачка в подготвителните изработки зад фронта да се провеждат ПВР със сондажи под защита на галерийния крепеж. С точно управление на взривните сондажи се **постига оптимално източване на пачката над крайните крепежни секции и ограничаване целика на галериите.**



фиг. 3.4. Схема на разположение и прокарване на проучвателен сондаж от камера пред добивния забой.

- За да се избегне „подпирането“ на горнището в двата края на фронта, зад него от подготвителните изработки да се провеждат ПВР (фиг.3.5). С максимално източване на таванската пачка зад фронта във вентилационната и транспортна галерия намалява опасността от самозапалване. Технологиата трябва да реши проблема за транспортиране на източените от подготвителните изработки въглища, чрез монтиране на допълнителен верижен транспортър във вентилационната галерия и продължаване на събирателния транспортър в транспортната галерия.



фиг. 3.5. Провеждане на ПВР от сондажи, прокарани от вентилационната галерия, разположени в три броя ветрила зад фронта.

ГЛАВА IV. РАЗРАБОТВАНЕ НА МЕТОДИКА ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА ПВР ПРИ ТЕХНОЛОГИИ С ИЗТОЧВАНЕ НА ТАВАНСКА ПАЧКА В СЛОЖНИ УСЛОВИЯ

IV.1. Основен принцип при проектиране на ПВР за източване

За да може паспорта за ПВР динамично да се адаптира към природните условия се прие да се прокарва проучвателен сондаж, от камерите пред добивния забой въз основа на него се установява актуалната мощност на таванската пачка, на намиращите се в нея прослойки, състоянието на горницето и линията на обрушаване спрямо фронтовия крепеж. Тези данни са основата на проектирането на следващите сондажи, които допълват информацията. Така получените данни отговарят на текущите природни условия. **Проектираните и извършени въз основа на тях ПВР водят до оптимални резултати – отслабване на въглицата в таванската пачка, разрушаване на прослойките и планирано управление на скалния натиск.**

IV.2.Определяне на относителния разход на експлозив

На базата на индивидуалните проекти за извършване на ПВР за източване и резултатите от тях, получени по време на експеримента , считаме, че основните параметри на паспорта на ПВР трябва да се определят , както следва:

Относителния разход на експлозив, се определя по формулата :

$$q = q_{sz}.s.v.\frac{e}{\Delta}.d, \quad (4.1)$$

където q е относителният разход на експлозив (kg/m^3);

q_{sz} – фактор, зависим от якостта на скалата;

s – фактор, зависим от структурата на скалата;

v – фактор, отчитащ броя на откритите повърхности;

e – фактор, зависим от бризантността на експлозива;

Δ – плътност на зареждане на експлозива;

d – фактор, зависим от вида на забивката.

IV.3.Определяне на параметрите на паспорта на ПВР.

Основните параметри на паспорта на ПРВ са линия на най-малкото съпротивление (W), коефициент на близост ($m=E/W$) и разстояние между взривните сондажи (E).

За изчисляване на оптималните параметри на ПВР, като параметри на технология с дълги взривни сондажи , трябва да се познава скоростта на разпространение на звукови вълни в скалата (c_l), плътността на скалата (ρ), скоростта на детонация (D) и плътността (ρ_{ra}) на акустично правилно избран взривен материал. Между тези величини съществува следната зависимост:

$$\rho_k.C_l \approx \rho_{ra}.D_{ra} \quad (4.2)$$

Спрямо варовика намиращ се между I-ви и II-ри пласт (плътност $\rho_k = 2125 \text{ kg/m}^3$ и скорост на звуковата вълна $C_l = 2770 \text{ m/s}$), акустично най-добре отговаря експлозива Permonex V-19, чиято скорост на детонацията е $D_{ra} = 4100 \text{ m/s}$ и плътността ρ_{ra} е 1100 kg/m^3 .

Определянето на технологичните параметри е извършено въз основа на следните данни:

- σ_n – якост на едноосов натиск на варовика – 18,4 МПа;
- $d = 60 \text{ mm}$ – диаметър на взривния сондаж;
- $q = 0,62 \text{ kg/m}^3$ - специфичен разход на експлозив във варовик (количеството експлозив, което зареждаме в предварително подготвените линейни заряди от тръба $\varnothing 45 \text{ mm}$ е 57 % от материала необходим за зареждане на взривен сондаж $\varnothing 60 \text{ mm}$ – $1,1 \times 0,57 = 0,62 \text{ kg/m}^3$);
- $\rho_f = 2000 \text{ kg/m}^3$ - плътност на забивката.

Пред вид опасността от взривяване на въглищен прах, закъснение между взривните сондажи не може да има, тогава коефициента на близост ($m=E/W$) се определя по формулата по-долу и е:

$$m = 2 + \frac{1,39}{\ln \left(\frac{\rho_{ra} \times D^2}{\sigma_B} \right) - 1,39} = 2,07 ; \quad (4.3)$$

На практика при провеждане на ПВР без закъснение между взривните заряди коефициента на близост m варира между 2,2 – 2,8, приемаме $m = 2,2$.

Линията на най-малкото съпротивление (W) се определя по формулата по-долу и е 1,5 m:

$$W = 0,88 \times d \times \sqrt{\frac{\rho_{ra}}{m \times q}} = 1,5 \text{ m}; \quad (4.4)$$

Дължината на забивката (L_f) се определя по израза и е:

$$L_f = 1,12 \times \frac{D \times W}{c_l} \times \sqrt{\frac{\rho_{ra}}{\rho_f}} = 2 \text{ m}; \quad (4.5)$$

Разстоянието между взривните сондажи в един ред на нивото на варовика (E) е определено по зависимостта по-долу и е :

$$E = m \cdot W = 3,4 \text{ m} \quad (4.6)$$

Разстояние между редовете на нивото на варовика, в случай на по-вече повърхнини на прокаране на сондажи е:

$$b = 1,2 \cdot W = 1,9 \text{ m.} \quad (4.7)$$

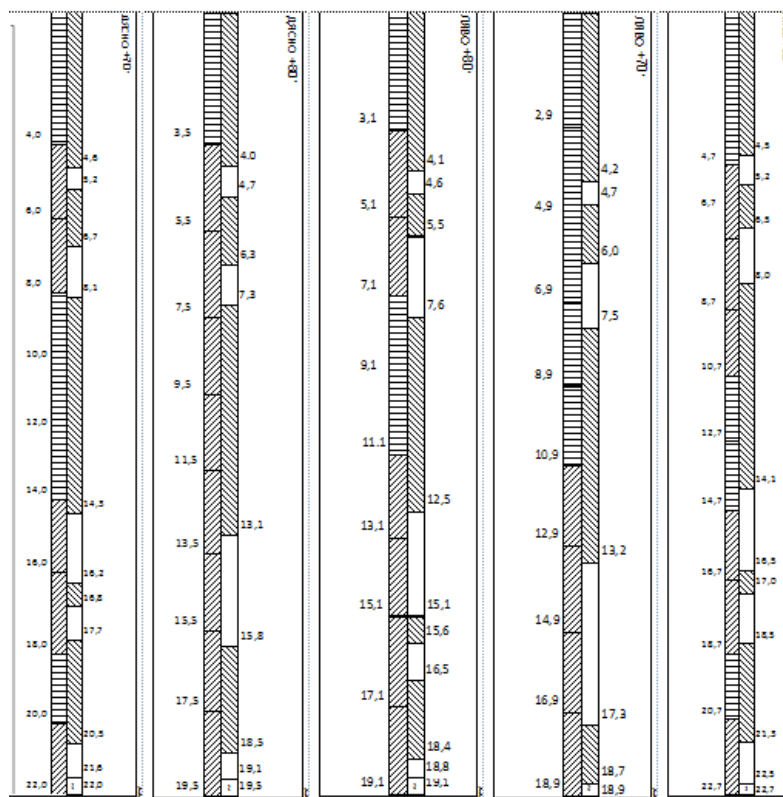
Като се вземе предвид, че специфичния разход на експлозив за мергел и въглища е по-малък от този за варовик, приемаме , че взривния сондаж с горните параметри успешно разрушава горнището от мергел и въглищния пласт.

IV.4. Конструкция на зарядите

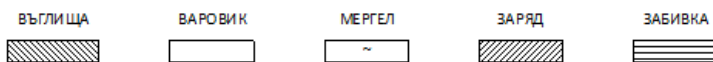
Конструкцията на заряда е колонкова и зависи от състава и мощността на пачките въглища и скали в слоя за изземване.

Експлозива предварително се насипва в пластмасови тръби с вътрешен диаметър 45 mm и дължина 2,0 m. Така приготвените заряди съдържат 3,5 kg експлозив с плътност 1100 kg/m^3 , което е 57 % на количеството експлозив с плътност 1100 kg/m^3 , необходимо за зареждане на взривния сондаж с диаметър 60 mm (специфичен разход на експлозив $1,1 \times 0,57 = 0,62 \text{ kg/m}^3$). От двете страни заряда се затваря със забивка от мергел .

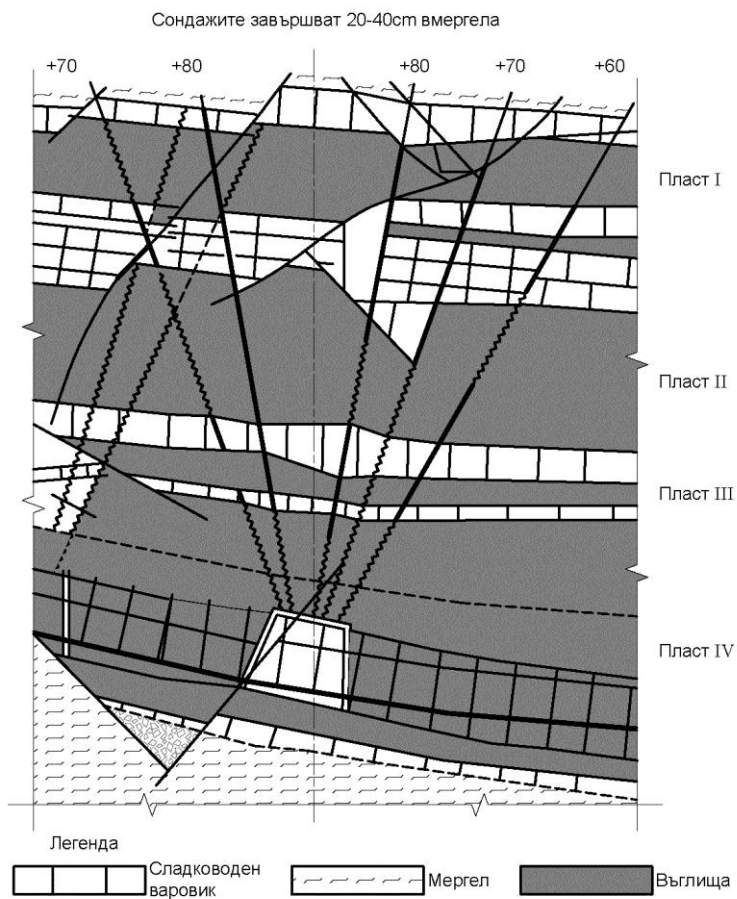
В съответствие с методиката за проектиране на ПВР в конкретните условия е даден примерен колонков заряд, обвързан с геоложката колонка на таванската пачка (фиг.4.1). Зарядите са привързани към надлъжен разрез по фронта, № 23, секции 23-24, фиг.4.2. За илюстрация на изброените условия за проектиране на ПВР в конкретните условия е приведен пример за надлъжен разрез №23 , секции 23 – 24 на експерименталния фронт, фиг.4.2.



Легенда:



Фиг.4.1.



фиг.4.2. Схеми на разположение на линейните взривни заряди в таванската пачка пред секции 23-24.

ГЛАВА V. УСЪВЪРШЕНСТВАНА ТЕХНОЛОГИЧНА СХЕМА ЗА ДОБИВ НА ВЪГЛИЩА В СЛОЖНИ ПРИРОДНИ УСЛОВИЯ ЧРЕЗ ИЗТОЧВАНЕ НА ТАВАНСКА ПАЧКА

V.1. Условия на прилагане. Параметри

Представената технологична схема за добив на въглища чрез източване на таванска пачка може да се прилага за изземване на свита от близко залегнали пластове с голяма мощност в сложни природни условия - природно ограничени с разседи, склонни към самозапалване, тектонски разрушени находища с голяма продуктивност (t/m^2) и наклон на пласта до 20° .

V.2. Основни процеси

Основните процеси са: комбайново изземване на забойната стена на фронта - работния слой; подготовка за източване на таванската пачка - прокарване на ниши и проучвателни сондажи; анализ на условията и разработване на паспорта на ПВР; извършване на ПВР; източване на таванската пачка и управление на скалния натиск. (фиг.3.4 и фиг.4.2).

За реализирането на усъвършенстваната технология са **въведени следните нови процеси: прокарване на ниши пред добивния забой и проучвателни сондажи за проучване състоянието на таванската пачка; проектиране на индивидуални паспорти на ПВР и извършване на ПВР с използване на сондажни заряди.**

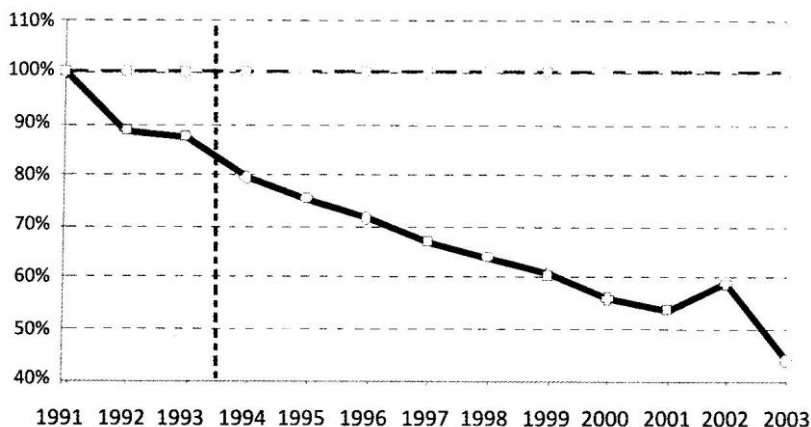
V.3. Постигнати технико-икономически показатели от внедряване на усъвършенстваната технологична схема за добив на въглища в конкретните природни условия чрез източване на таванска пачка

Резултатите от въвеждането на технологията за изземване на близко залегнали пластове с източване на таванска пачка са комплексни и се представят чрез: себестойността на добитите въглища; производителността на труда и загубите на въглища.

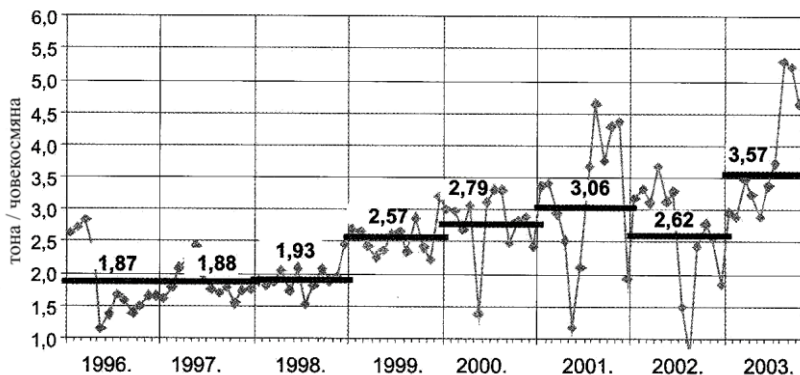
На фиг.5.1 е дадено изменението на себестойността на добитите въглища по години. Както се вижда през 1991г себестойността е 100% , като намалява плавно и достига до 42% през 2003г.

На фиг. 5.2 е дадено изменението на производителността на труда за периода от 1996 до 2003 г. С въвеждане на новото

технологично решение (2000-2003 г.) производителността на труда се е повишила от 2, 79 t/ч.см до 3,06 t/ч.см.



фиг.5.1. Себестойност (без инфлация)



фиг. 5.2. Производителност на труда.

Анализът на резултатите от внедряване на системата и добивната технология с източване на мощна сложеноструктурна таванска пачка показва, че загубите на въглища възлизат на около 10%, като количеството на добитата минна се завишава с 32 до 38%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на проведените изследвания и анализи на различни системи на разработване и технологии за изземване на свита близки пластове в сложни условия (променливи наклони, различна дебелина и литоложки вид на прослойките, различна якост и голяма тектонска нарушеност) е внедрена подходяща система на разработване и добивна технология.

От внедряването и направените изследвания е установено, че разработването на близко залегнали мощни въглищни пластове с източване на таванска пачка в трудни минно-геоложки условия е възможно и икономически изгодно на базата на ПВР с взривни сондажи, прокарвани от ниши пред добивния забой. Технологията дава възможност за изземване на въглищните пластове с минимални подготвителни работи и загуби на запаси.

Недостатък на предложената технология е увеличаване на замърсяването на добитите въглища и необходимостта от допълнителна инвестиция за придобиване на средства за механизация за трошене на извън габаритните късове и сепарирането на прослойките. Освен това при малка дълбочина на залягане, релефът на повърхността се променя значително в следствие слягане от минно-добивните работи.

На основата на направените литературни проучвания, научни анализи, проектни и опитно-промишлени работи и получените резултати, са постигнати следните научни и научно – приложни приноси:

НАУЧНИ ПРИНОСИ

1. Усъвършенствана е системата на разработване с източване на таванска пачка като е въведено прокарване на ниша в стената на добивния забой на работния слой, с което се създава възможност за съединяване на две от най-модерните технологии – тази с подетажното обрушаване със сондажи и слоевото изземване с комбайн.

2. Създаден е теоретичен модел за сравняване на системите на разработване на мощни пластове с разделяне на слоеве и тези с източване на таванска пачка. В резултат на сравнително използване на модела е доказано, че при разработване на мощни пластове, системата на разработване с източване на таванска пачка е по-рационална.

3. На основата на изследване на процеса на източване на таванската пачка през механизирани крепежи е установено, че оптимално източване се осъществява през отвор - люк, намиращ се на средата на прикритието на крепежната секция.

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ:

1. Практически е въведено и реализирано динамично проектиране на ПВР за подготовка на сложна и литоложки многообразна таванската пачка за източване. Чрез прокаране на проучвателен сондаж от ниша прокарана в забойната стена, се извършва текущо проучване на състоянието на масива за източване, като се създава възможност за оптимално проектиране на ПВР и разпределяне на експлозива по дължина на сондажа в зависимост якостта на масива.

2. С прилагане на усъвършенстваната система и добивна технология в сложните условия на мина „Ленчехед II” е постигната висока пълнота на извличане и сравнително висока (около 100t / ден) производителност на фронта и на забоен работник.

3. С усъвършенстваната система на разработване с източване на таванска пачка се доказва, че успешно може да се изземва свита от некондиционни пластове със значителна тектонска нарушеност и променлива дебелина по площ и мощност.

ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ

1. Велев, М. и др. Подземен въгледобив. С., Техника, 1978.
2. Дерменджиев, Кр. Ръководство за упражнения по подземен въгледобив, София, Държавно издателство "Техника", 1985.
3. Дерменджиев, Кр., Г. Стоянчев. Методично ръководство за проектиране по подземен въгледобив. София, Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 2010.
4. Саламатин, А. Г. Подземная разработка мощных пологих угловых пластов. Москва, "Недра", 1997.
5. Bohus G. Bányászati jóvesztéstechnika. Budapest, Műszaki könyvkiadó, 1986.
6. Bohus G., Horváth L., Papp J. Ipari robbantástechnika, Papp J. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1983.
7. Dorogi Szénmedence Kultúrájáért Alapítvány, A dorogi szénbányák vállalat története.
8. Fehér E. A Lencsehegyi Szénbánya működtetésének lehetőségei 1998-2004, szakdolgozat, 1998.
9. Földesi János. Bányászati robbantástechnika I-II. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1988.
10. Horváth László, Robbantómesterek Kézokönyve I-II. Budapest, OMBKE 1989.
11. Pera F. A vastag széntelepek lefejtésének vizsgálata, a vertikális koncentrációk növelésének lehetőségei, Veszprém, 1986.
12. Pera F. A széleshomlokú szénomlasztásos fejtésrendszerek fejlesztési lehetőségei. Veszprém, 1986.
13. Kamburov S. A főteprovokálás feltételrendszere a Lencsehegyi Szénbányában. diplomaterv, 1996.
14. Zambó János, Bányaművelés feltárás és fejtés. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1972.

Стефан Миленов Камбуров

**УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЯТА ЗА ДОБИВ НА ВЪГЛИЩА
В СЛОЖНИ ПРИРОДНИ УСЛОВИЯ ЧРЕЗ ИЗТОЧВАНЕ
НА ТАВАНСКА ПАЧКА**

(На примера на мина „Ленчехед II”, Унгария)

**АВТОРЕФЕРАТ
София - 2014**