



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Р. Македонија

XIV^{TO} СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '23

Охрид
06 – 08. 10. 2023 год.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ СО ЛАНЧАНА И ДИЈАМАНТСКА ЖИЧНА ПИЛА ВО Р. БЕЛА ПОЛА

Димитар Ристески¹, Ристо Дамбов²

¹ KOSTAL Македонија ДООЕЛ, АЕС, Охрид, Северна Македонија

² Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”,
Штип, Северна Македонија

Абстракт: Целта на овој научно истражувачки труд е да ги опише двата главни методи на технологијата и начинот за експлоатација за добивање на комерцијални мермерни блокови и томболони во рудник Бела Пола. Метод на пилење со дијамантска жична пила и метод на пилење со ланчана пила.

Со употребата на тие методи на експлоатација се решаваат основните технички проблеми кои ги бара пилењето на АГК, овозможувајќи поголема продуктивност во работата, но истовремено обезбедувајќи заштита и безбедност при работата.

Клучни зборови: Технологија, експлоатација, мермерни блокови, д.ж.пила, ланчана пила, пилење, АГК.

TECHNOLOGY OF EXPLOATION OF MARBLE BLOCKS WITH CHAIN SAW MACHINE AND DIAMOND WIRE SAW IN M. BELA POLA

Dimitar Risteski¹, Risto Dambov²

¹ KOSTAL Makedonija DOOEL, AES, Ohrid, North Macedonia

² Faculty for natural and technical sciences, University “Goce Delchev”,
Shtip, North Macedonia

Abstract: In this scientific research, we describe the two main methods of exploitation technology at the Bella Pola mine, as well as how to exploit these methods to obtain commercial marble blocks. Cutting method with diamond wire saw and cutting method with chain wire saw.

Using these methods of exploitation, the main technical problems associated with ABS quarrying are solved, allowing for greater productivity while maintaining safety and protection.

Key Words: Technology, exploitation, marble blocks, diamond wire saw, chain wire saw, cutting, ABS.

1. ИЗБОР НА ОТКОПНА МЕТОДА И ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

При проектирањето на откопната метода за површинскиот коп “Бела Пола”, земени се во предвид најновите достигнувања во оваа област. Технолошкиот

процес за откопување (експлоатација) на минералната суровина - мермер односно комерцијални блокови и томболони од мермер, како и градежно - технички камен, спрема најновите согледувања треба да ги уважи следните критериуми:

- Лежишните услови: аголот на залегање на минералната суровина;
- Физичко-механичките својства на работната средина и хидрогеолошките услови;
- Техничко-технолошките можности на избраната опрема и начинот на нејзина примена во дадените услови;
- Пазарните критериуми кои имаат влијание од бојата и димензиите на блоковите од мермер;
- Степенот на искористување на мермерната маса треба да биде максимален, односно од откопаната цврста мермерна маса треба да се добијат што повеќе блокови од мермер со комерцијални димензии, а во исто време технолошките работни операции да се сведат на минимум за да рентабилитетот на откопувањето биде максимален.

Врз основа на приложените критериуми се избира откопна метода со повеќе активни етажи со високи чела.

Врз база на избраната откопна метода како и врз база на извршените анализи се проектира комбинирана технологија за експлоатација во која како главна е технологијата на експлоатација со дијамантска жична пила, а како помошни се користат: технологијата на експлоатација со дупчење, технологијата на експлоатација со минирање и технологијата на експлоатација со ланчана пила. Оваа комбинирана технологија на експлоатација се состои од следните технолошки операции:

- Пилење на хоризонтални резони со ланчана пила при отворање и експлоатација на етажите.
- Дупчење на вертикални дупчотини Φ 90 [mm] како припрема за пилење со дијамантска жична пила.
- Центрирање и дупчење на хоризонтални дупчотини како припрема за пилење со дијамантска жична пила.
- Хоризонтално и вертикално пилење на фронтални резони со дијамантска жична пила.
- Оддвојување и соборување на испилените работни блокови.
- Плацно пилење на работните блокови во комерцијални блокови и томболони
- Транспорт на комерцијалните блокови и томболони до плацот за готови производи.
- Дупчење на вертикални дупчотини до Φ 55 [mm] за минирање на некавалитетната мермерна маса за технички камен.
- Товарање и транспорт на технички камен до дробиличната постројка.
- Товарање и транспорт на отпадниот материјал (јаловината) до одлагалиштата.
- Товарање на комерцијални блокови и томболони на камиони за надворешен транспорт.
- Товарање на технички камен на камиони кипери за надворешен транспорт.

Овие тековни технолошки операции содржат повеќе рударски активности за кои во продолжение се дава детален опис, бидејќи од нив зависи производниот процес и неговата ефикасност.

2. ТЕХНОЛОГИЈА НА ЕКСПОЛАТАЦИЈА СО ДИЈАМАНТСКА ЖИЧНА ПИЛА VIP 910

На површинскиот коп “Бела Пола” за пилење на фронт се користи дијамантска жична пила “BENETTI VIP 910” (Слика 1). За пилење на плац се користи дијамантска жична пила од типот “ALPHA 840B”. Овие дијамантски жични пили се со помали димензии и имаат инсталирано електромотор со помала сила. Дијамантската жична пила “BENETTI VIP 910” е современа дијамантска пила и ќе се користи за изработка на хоризонтални, вертикални и коси резови. Со “BENETTI VIP 910” е возможно од иста позиција да се изработат два паралелни вертикални резови на меѓусебно растојание од 1,7 [m], а исто така постои и можност за изработка на два хоризонтални резови од иста позиција на растојание од 1,3 [m], при што долниот рез е на ниво на работниот планум.



Слика 1. Дијамантската жична пила “BENETTI VIP 910”

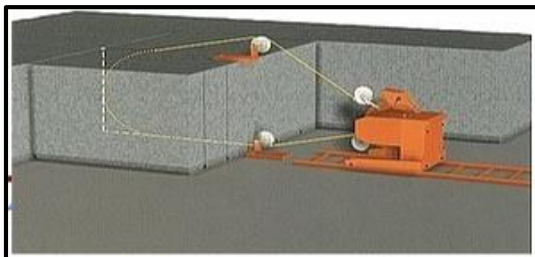
Кога се појавиле дијамантските жични пили имале хидрауличен мотор со снага од 20 до 25 kW, и брзина на дијамантската жица од 20 до 30 m/s. Со нивниот развој се произведуваат дијамантски жични пили со брзина на дијамантската жица од 65 m/s и снага на електромоторот од 70 kW. Најдобри резултати се постигнуваат ако оптималната брзина на дијамантската жица е од 35 до 40 m/s и снага на електромоторот од 30 до 40 kW. Од вкупното време на работа во една смена дијамантската жична пила работи 60 до 70% , а во останатото време се врши поставување на машината на оптимална позиција, незино преместување на друго работно чело и др. За подобро искористување на дијамантската жична пила треба да има повеќе работни чела, во кои во континуитет ќе се врши дупчење на дупчотини, а со завршувањето на работата на едно чело машината би се префрлила на друго работно чело, со што би имале поголема искористеност на дијамантските жични пили.

Табела 1. Технички карактеристики на дијамантска жична пила “VIP 910”

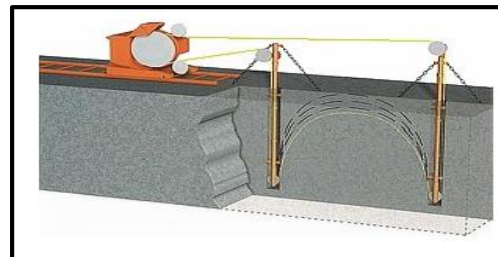
Технички карактеристики на дијамантска жична пила ”VIP 910” Technical characteristics of the diamante wire saw Vip 910		
Сила на главниот електромотор Power of the main electromotor	37	kW
Брзина на дијамантската жица Speed of the diamante wire	40	m/s
Дијаметар на погонското тркало Diameter of the working wheel	840	mm
Дијаметар на водечките тркала Diameter of the liding wheel	270-400	mm
Капацитет на сечење Capacity of cutting	10-14	m²/h
Напон на командната табла Tension on the command table	24	V
Должина на шините Length of the rail	2× 3	m
Тежина на дијамантската жична пила Weight of the diamante wire saw	1821	kg
Потребна вода за сечење Necessary water for cutting	0,4	l/s

При пилењето со дијамантска жична пила се применуваат следниве шеми:

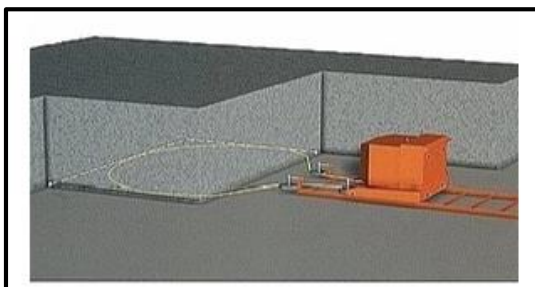
- Основни шеми на пилење (Слика 2 и 3).
- Шеми на пилење во специјални услови (Слика 4 и 5).



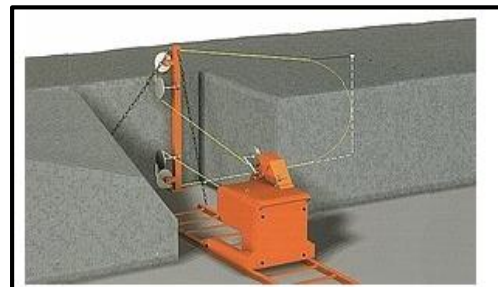
Слика 2. Пилење на вертикален рез



Слика 4. Пилење одзгоранадолу со помош на водечки тркала



Слика 3. Пилење на хоризонтален рез



Слика 5. Пилење со помош на водечки тркала во тесен “U” канал

3. ТЕХНОЛОГИЈА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА СО ЛАНЧАНА ПИЛА “VENETTI CSM 962”

Во површинските копови за АГК покрај пилењето со дијамантска жична пила се применува и пилење со ланчана пила и тоа при изработка на хоризонтални

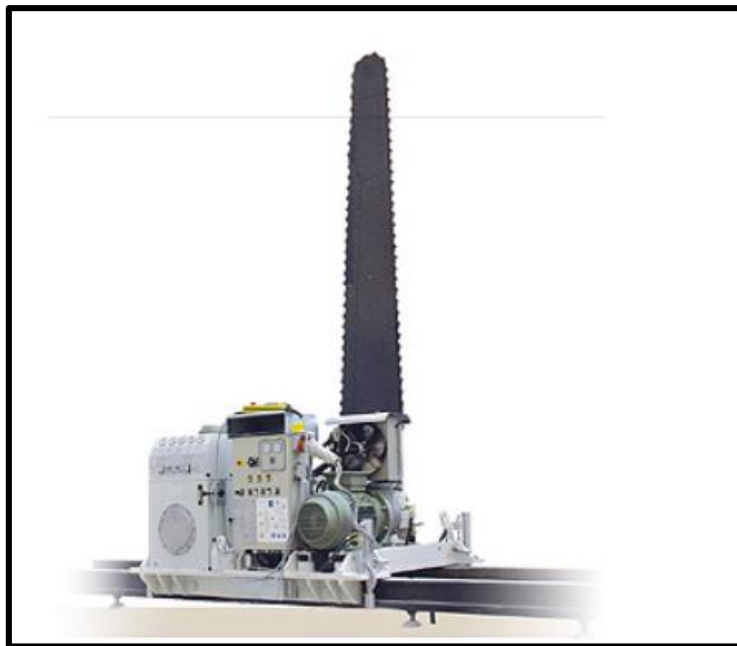
резови при изработка на “U” канали, како и на вертикални и хоризонтални резови при отворање и експлоатација на длабинска етажа.

Во површинскиот коп “Бела Пола” се користи ланчаната пила од типот “BENETTI CSM 962” за изработка на хоризонтални резови во здрава мермерна маса при изработката на канали за отворање како и при разработка на етажите (Слика 7). “BENETTI CSM 962” е едноставна машина и се состои од:

- Основна машинска конструкција на која се монтирани сите погонски делови за движење на машината и пилење на каменот,
- Водилки на ланецот,
- Командна табла прицврстена на основната конструкција,
- Колосек по кој се движи машината, со должина од 3 [m].

Работниот дел од ланчаната пила “BENETTI CSM 962” може да се ротира за 90° при што лесно се преминува од вертикално пилење на хоризонтално потсекување. Подмачкувањето и ладењето, на бескрајниот ланец се врши со ињектирање (прскање) на маст со дизни, така што нема потреба од дополнително подмачкување на ланецот.

Резните сегменти (видии) се поставени на бескраен ланец, на посебни лежишта, и со движењето на ланецот видиите со своето абразивно дејство вршат откинување на делови од материјалот кој го сечат и на тој начин се формира резот.

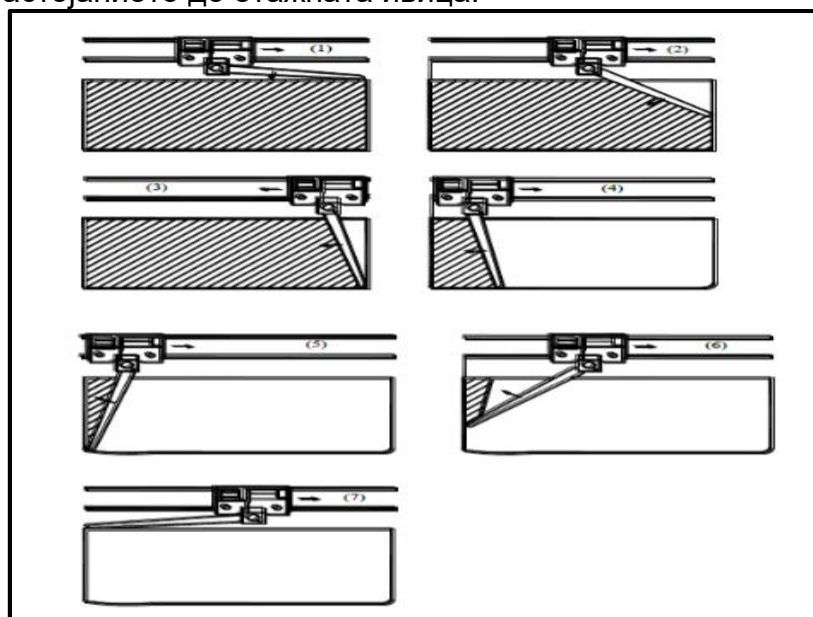


Слика 6. Ланчана пила “BENETTI CSM 962”

Табела 2. Технички карактеристики на ланчана пила “BENETTI CSM 962”

Технички карактеристики на ланчана пила " BENETTI CSM 962"		
Електромотор за движење на ланецот	53	kW
Ширина на резот	42	mm
Длабина на резот	3,0-3,25	m
Димезии на машината (W x L x H)	1,86 x 3,09 x 1,60	m
Тежина на машината	7.000	kg
Тежина на поединичен колосечен слог	900	kg
Мотор за движење на помошната хидраулика	7,5	kW
Мотор за пумпата од системот за подмачкување и ладење на ланецот	0,75	kW
Брзина на ротација на ланецот	1,2	m/s
Брзина на сечење	0-13	cm/min
Потрошувачка на маст за подмачкување и ладење на ланецот	1,5	Kg/h

Ланчаната пила се движи по шини (сопствен колосек) и се применува постапка според која изминатите шински слогови се поставуваат пред машината за континурано сечење. Иако работата е рутинска треба да се внимава за правецот на движење и растојанието до етажната ивица.



Слика 7. Фази при сечење на хоризонтален рез со ланчана пила

Технолошки ланчаната пила може да работи заедно со дијамантската жична пила така што едната машина може да работи вертикални, а другата хоризонтални резови.

Ланчаната пила како и дијамантската жична пила во својата технолошка работа се самостојни така што нивното работење може да се одвива независно една од друга.

4. СПЕЦИФИКАЦИЈА И ИЗБОР НА ПОТРЕБНИТЕ МАШИНИ И ОПРЕМА СПОРЕД ПРОЕКТИРАНАТА ТЕХНОЛОГИЈА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА И ПРЕСМЕТКА НА НИВНИОТ КАПАЦИТЕТ И БРОЈ ЗА ОСТВАРУВАЊЕ НА ПРОЕКТИРАНОТО ГОДИШНО ПРОИЗВОДСТВО ОД 10.000 М³ МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ И ТОМБОЛОНИ

4.1 Дијамантска жична пила за пилење на фронт – “BENETTI VIP 910”

Пилење (сечење) на примарните работни блокови од камениот масив т.е. пилење на фронт, со дијамантска жична пила од типот “Benetti VIP 910”.

Годишен капацитет на пилење на фронт - Q_{pf}

$$Q_{pf} = R_{dg} \times R_{sd} \times t_{eff} \times q_f = 22.000 \text{ [m}^2/\text{god]}$$

- $t_{eff} = 5 \text{ [h]}$ – ефективни часови на пилење во смена на фронт
- $q_f = 10 \text{ [m}^2/\text{h]}$ – часовен капацитет за пилење на фронт (8-14 [m²/h])

Потребен број на дијамантски жични пили за пилење на фронт – N_{dzpf}

$$N_{dzpf} = \frac{VP_f}{Q_{pf}} = 3,41 \text{ [dzp]}$$

Усвоен број на дијамантски жични пили за пилење на фронт - UN_{dzpf}

$UN_{dzpf} = 4$ [дијамантски жични пили]

Куповна вредност на една – 10.000 €

4.2 Ланчана пила - “BENETTI CSM 962”

За пилење на хоризонтални резони при изработка на “U” канали како и при изработка на хоризонтални резони при експлоатација на етажите, се избира ланчана пила од типот “Benetti CSM 962”.

Годишен капацитет на пилење - Q_{lp}

$$Q_{lp} = R_{dg} \times R_{sd} \times t_{eflp} \times q_{lp} = 26.400 \text{ [m}^2/\text{god]}$$

- $t_{eflp} = 5 \text{ [h]}$ – ефективни часови на пилење во смена на фронт
- $q_{lp} = 12 \text{ [m}^2/\text{h]}$ – часовен капацитет за пилење на фронт (8-16 [m²/h])

Усвоен број на ланчани пили – UN_{lp}

$UN_{lp} = 1$ [ланчана пила]

Куповна вредност на една – 60.000 €

5. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на претходно изнесеното, потоа искуствата од експлоатација на мермерни блокови во Република Македонија а и во светот, може да се констатира дека сечењето на мермерни блокови со помош на претходно опишаните методи е непходна операција во рамки на еден површински коп за експлоатација на мермер, главно поради нивните предности во однос на максималната искористеност на расположливите ресурси во работната средина како и безбедноста при работа.

Тенденцијата во развојот и примената на технологиите за сечење (пилење) на мермерни блокови во наредните години ќе биде токму со примена на дијамантски жични пили како и ланчани пили.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дамбов Р. (2013): *Дупчење и минирање*, учебник, Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки, Штип;
- [2] Главен рударски проект за површинска експлоатација на минерална суровина мермер од локалитетот Бела Пола, с.Небрегово – Општина Долнени (2014)