



## ИЗПОЛЗВАНЕ НА СПЕЦИАЛИЗИРАНА МИННА ТЕХНИКА (БАГЕР) ПРИ ОФОРМЯНЕ НА РУДНИЧНИТЕ ОТКОСИ

инж. Димитър Димитров - [dimitar.dimitrov@ellatzite-med.com](mailto:dimitar.dimitrov@ellatzite-med.com), инж. Даниел Даков -  
[d.dakov@ellatzite-med.com](mailto:d.dakov@ellatzite-med.com)

### USING SPECIALIZED MINING EQUIPMENT (EXCAVATOR) WHEN FORMING THE PIT WALLS

Dimitar Dimitrov - [dimitar.dimitrov@ellatzite-med.com](mailto:dimitar.dimitrov@ellatzite-med.com); Daniel Dakov - [d.dakov@ellatzite-med.com](mailto:d.dakov@ellatzite-med.com)

#### ABSTRACT

*When working out open-pit mines and mining in depth there is a need to ensure safety, cleaning and forming (contouring) of the working (non-working) benches. Going through fault areas in the process of working out (a precondition for landslides and rock-falls) makes the achievement of the project angles of the walls really difficult.*

*We use special mining equipment (excavator) in order to ensure production, to form and secure the walls, to achieve the walls' project angles.*

*Both options – with and without using special mining equipment - have been considered and a comparative analysis of the results has been made.*

#### Въведение

Находище „Елаците“ е разположено на около 80 км източно от гр. София, на северния склон на Етрополска Стара планина и на 14 км от гр. Етрополе. Находището е изградено основно от три вида скали: палеозойски метаморфен комплекс; гранодиорити и дайкови скали.

Установени са две главни системи разломни нарушения с регионален характер. Първата система разломни нарушения, произхождащи внедряването на дайковите скали, имат простирание ИСИ около 60° и западане на ЮИ под ъгъл 50° - 80°. Втората система е с простирание 110°-130° и западане на ЮЗ под ъгъл 80°-88°. Тази система разломи е представена от два разлома условно наречени „разлом-1“ и „разлом-2“, които имат възседно – отседен характер с хоризонтално отместване около 150 м и вертикално издигане 150–180 м. Освен споменатите тектонски нарушения в района на находището са установени още значителен брой тектонски нарушения с локален характер.

Рудник „Елаците“ представлява динамична система с изменящи се във времето и пространството компоненти: тектонски нарушения, напуканост (локална, регионална, хипергенна, техногенна), водопроявления, лабилни участъци с проява на гравитационни деформации. Той се развива с ускорени темпове в дълбочина. Височината на откосите в някои участъци вече е значителна, което допълнително влошава условията за устойчивост на откосите. Всичко това налага извършването на непрекъснати наблюдения, документация и актуализация на тези компоненти. За тази цел се извършва следното: на територията на рудничния котлован е въведена в експлоатация съвременна автоматична мониторингова система за следене на склоновата устойчивост. Тя се състои от автоматизирани тотални станции, приемници, георадари и мониторингови сондажи, които са оборудвани с разнообразен набор от геотехнически сензори.

Рудното тяло има формата на щок и е привързано към контактната зона на гранодиоритите с шистите. Орудяването е типично прожилково-впръснато. Главните рудни минерали са халкопирит, пирит, борнит, молибденит, които формират най-често тънки жилки с дебелина от 0,1 до 2 мм; гнездовидни струпвания или дребнозърнести впръследи.

Рудното тяло няма ясни геоложки контакти. Има неправилна стълбообразна форма с елипсоидни хоризонтални сечения. Те имат дълга ос максимално 1400 м и къса ос – максимално 850 м.



Орудяването е изучено по вертикала до кота 550, като вертикалният му размах е от кота 1420 до кота 550 или 870 м.

Находището се отработва по открит способ. Изземват се определени количества руда и откривка, в резултат на което се оформя рудничното пространство. На всяко работно стъпало фронтът на минните работи се премества хоризонтално, при което се освобождава място за разкриване и подготовка на подолулежащия хоризонт. Така се оформя работна зона (динамичен контур) на рудника. Работната зона се движи в дълбочина, като обхваща нови обеми руда и откривка. В процеса на разработване ъгълът на работната зона изменя своите стойности, като максималните са лимитирани от минималните ширини на работните площадки.

Разкриването на находището до хоризонт 1120 се осъществява: в западната част с наклонена полутраншея, в източната част със спираловидна полутраншея, а под хоризонт 1120 с наклонена полутраншея в северния борд до хоризонт 855.

Пътищата в границите на рудника са временни с широчина 12-20 м и ръководен наклон до 10%.

Основните технологични процеси в рудника са:

- Пробивни работи, обслужващи добива, когато се извършват от четири сонди, с диаметър на сондиране 250 мм;
- Пробивни работи, свързани с оконтуряване на бордовете, които се извършват от четири сонди, с диаметър на сондиране 142 мм и 165 мм;
- Взривни работи, които се извършват с емулсионни взривни вещества за масови взривявания;
- Багерни работи, които се извършват с девет броя хидравлично дизелови и хидравлично електрически багери, с обем на кофата от 11 до 15 м<sup>3</sup>;
- Транспорт на минна маса се извършва с автосамосвали, с товарносимост от 55 до 130 тона;
- Едро трошене на рудата се извършва с корпус „Едро трошене” – КЕТ-1 и КЕТ-3 (състоящ се от два самостоятелни трака);
- Поддържане и оформяне на бордове се извършва от два хидравлично дизелови багера тип „удължена стрела”; три челни товарача с вместимост на кофата 5 м<sup>3</sup> и автосамосвали, с товарносимост от 55-60 тона;
- Пътно-строителни и спомагателни работи, които се извършват с булдозери (верижни или колесни), както и от друга специализирана пътно-строителна техника.

#### **Вариант без използване на минна специализирана техника (багер) при оформяне на рудничните откоси**

При откритото разработване на рудника от изключително важно значение е осигуряването на устойчивост на откосите на стъпалата и бордовете през цялото му съществуване.

В рудник „Елаците” профила на борда е със стъпаловидна форма, съставен от работни (неработни) стъпала, чиито параметри в зависимост от физико-механичните показатели на скалните разновидности са както следва: проектна височина на стъпалата при оформен краен контур  $H=15$  м или  $H=30$  м; широчина на предпазните площадки  $B=12-20$  м и ъгъл на откоса на стъпалото  $\alpha=65^{\circ}-75^{\circ}$  (в зони на слаби скални разновидности  $\alpha=55^{\circ}$ ).

От хоризонт 1510 до хоризонт 1300 работните (неработни) стъпала са с височина  $H=15$  м. От хоризонт 1300 до хоризонт 855 имаме стъпала с височина  $H=30$  м. Изключение правят няколко зони, в които има слаби скални разновидности; зони включващи пътища, обекти и съоръжения с дълъг срок на експлоатация и такива оставени като предпазни целици.

В настоящия доклад се представят начините за оформяне на откоса на работно (неработно) стъпало с височина  $H=30$  м, без използване на специализирана минна техника (багер - „удължена стрела”). Описан е този вариант, тъй като е най-сложен и протича на два етапа на разработване (първи и втори) с две подстъпала, чиято височина е по  $H=15$  м.

Оконтуряването е с прилагането на контурни сондажи в двата етапа на разработване. След провеждане на пробивно-взривните работи се получава образуване на „характерна” берма между двете подстъпала и по цялата дължина на стъпалото. Тя е с широчина  $B=1,5-2,5$  м. Проектната



дълбочина на контурните сондажи е  $L=16$  м, а проектния ъгъл  $\alpha=75^\circ$ , с разстояние между сондажите  $a=1,5-2,5$  м.

След като се извършат пробивно-взривните работи от първия етап на работно (неработно) стъпало с височина  $H=30$  м, се прави оглед на взривения участък. Проверява се дали има надвиснали едри скални късове, козирки, зони с нарушен контури т.н. Ако се констатира някое от посочените, се провеждат мерки за тяхното обезопасяване. При възможност се отстраняват веднага.

Някои от възможните и прилагани начини при надвиснали скални късове и козирки са следните:

- Провеждане на взривни работи с открит заряд;
- Използване на пътно-строителна техника (булдозер, багер, челен товарач);
- Използване на алпинисти за обрушаване;
- Изсипване на едрозърнест материал.

Последващи процеси са натоварване и извозване на вече взривената минна маса. Добивните багери са тип „права лопата“ с горно товарене. Изземването на материала в зоните на откоса на подстъпалото става много внимателно и под наблюдение. Това се прави тъй като се работи с тежка и мощна минна техника, която лесно може да премине зад проектния контур. От техническите параметри на добивните багери зависи до каква височина може да се оформи откоса. Често срещани недостатъци след преминаването на минния багер са посочените и след взривяването. Отстраняването им става по същия начин. Основен проблем е и появата на неравности (над 0,5 м) в зоната на проектния контур за втория етап (второ подстъпало), които възпрепятстват да се оформи откоса на стъпалото. Подравняването става по два начина: чрез булдозер (верижен или колесен), с помощта на устройството за разрохване и с подвижно закрепения плугов лемеж или чрез провеждане на допълнителни пробивно-взривни работи (ПВР).

Всички действия, които са описани при първи етап, се повтарят и при второто подстъпало, за да се оформи крайното работно (неработно) стъпало с височина  $H=30$  м. Допълнителни затруднения създава образуване на „характерна“ берма след ПВР между двете подстъпала и по цялата дължина на стъпалото. Нейната широчина от  $B=1,5-2,5$  м позволява на нея да се задържа минна маса, едри скални късове и козирки.

Всички посочени затруднения и недостатъци са предпоставка да има участъци с не добре оформени или нарушени откоси. Чести явления са образуването на сипеи, срутища и рядко свлачища.

### **Вариант с използване на минна специализирана техника (багер) при оформяне на рудничните откоси**

При разработването на рудника и извършването на минните дейности в дълбочина, възниква необходимост да се осигури обезопасяване, почистване, отводняване, поддържане и оформяне (оконтуряване) на работните (неработните) бордове и площадки.

Преминаването през разломни зони е предпоставка за образуването на свлачища, срутища и сипеи, което води до затруднения при постигането на проектните ъгли на откосите.

През 2010 година се взема решение за закупуването на специализирана техника за подобряване оформянето, устойчивостта и обезопасяването на рудничните откоси. В третото тримесечие на 2011 година се стига до момента на внедряването на багер HITACHI 470 LCH („обратна лопата“) в работния процес.

През следващите няколко години започва да се забелязва ползата от наличието на подобна техника.

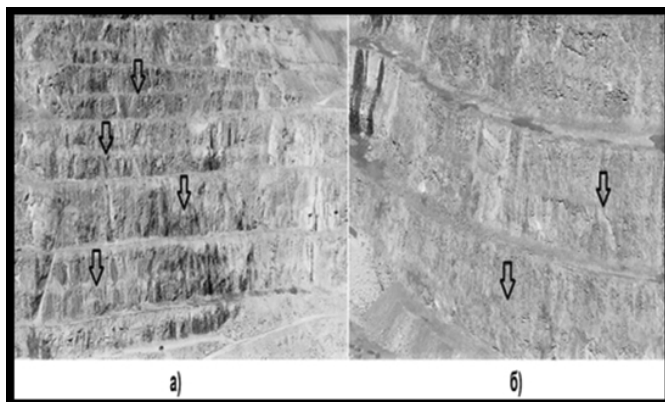
През 2017 година се създава ново звено – участък „Поддържане и обрушаване на бордове“. Първоначално се състои от един ръководител и оператори за управление на багер и челен товарач. В последните две години са закупени още един багер HITACHI 890 LCH; два челни товарача HITACHI 550; пет автосамосвала; като съответно броят оператори и ръководен персонал се увеличава.

В настоящия доклад се представят начините за оформяне на откоса на работно (неработно) с височина  $H=30$  м, с използване на специализиран минен багер „удължена стрела“. За постигане на проектната височина са необходими два етапа на разработване, с две подстъпала с височина  $H=15$  м. Работният ъгъл на борда на рудника е  $42^\circ-46^\circ$  по различните профили.

На фиг.1. е представено сравнение между оформянето на откосите на работни (неработни) стъпала с прилагани контурни сондажи и в двата етапа на разработване с подстъпала - (а) и с прилагане на



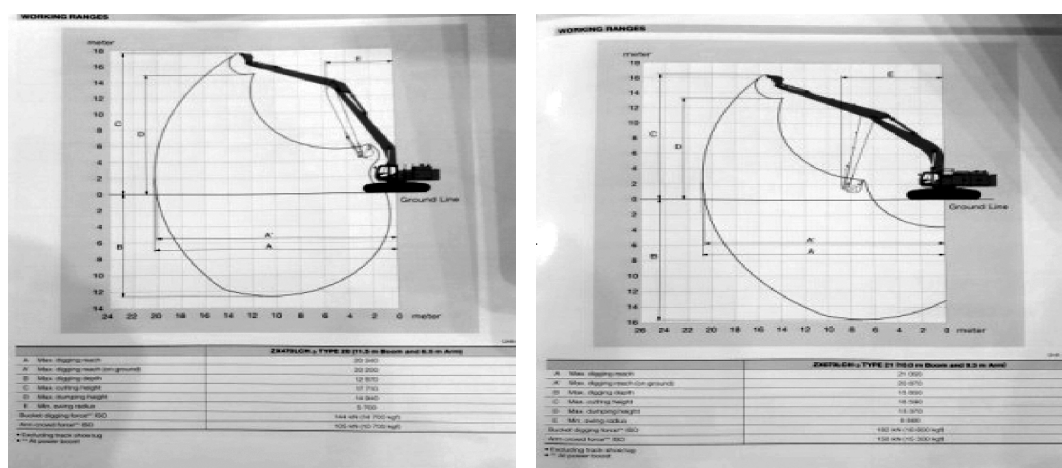
контурни сондажи, единствено в първи етап на разработване - (б). При вариант (а) се получава образуването на „характерна“ берма между двете подстъпала по дължината на стъпалото, чиято широчина варира  $B=1,5-2,5$  м. Проектната дължина на контурните сондажи е  $L=16$  м; проектен ъгъл  $\alpha=75^\circ$  и разстояние между сондажите  $a=1,5-2,5$  м. При вариант (б) оформянето на работно (неработно) стъпало с височина  $H=30$  м, контурните сондажи се изпълняват веднъж. Този модел на оформяне на откосите, показва значително по-добри резултати при оформянето на геометрията на откоса. „Характерната“ берма, която се наблюдава при вариант (а) от фигура .1., вече не е налице. Веднага след като се проектират и извършат пробивно-взривните дейности, настъпва натоварване и извозване на минната маса. Добивните багери изземват материала, като приближавайки откоса на подстъпалото (стъпало) оставят взривен материал с дебелина около 1-2 м, по цялата височина на подстъпалото и дължината на хоризонта (фиг.2.). Това се прави тъй като мощните хидравлични багери в добива, много лесно могат да нарушат целостта на откоса на подстъпалото и стъпалото (образувано след втория етап). За да се избегне преминаването зад проектния контур, изоставеният материал се обрушава със багер „удължена стрела“ тип „обратна лопата“ (HITACHI 470 LCH или HITACHI 890 LCH).



**Фиг.1** а) оформяне след използване на контурни сондажи в 1-ви и 2-ри етап на разработване с подстъпала; б) оформяне след използване на контурни сондажи, единствено в 1-ви етап на разработване с подстъпала схема на взривно поле в рудник „Елаците“.



**Фиг.2** Момент от технологичния процес при оформяне на стъпало (подстъпало)



Фиг.3 Техническите параметри на багери HITACHI 470 LCH и HITACHI 890 LCH

От техническите параметри в фиг. 3. се вижда, че и двата специализирани багера могат да работят под, над и на нивото, на което са позиционирани. Тук е ролята на прекия ръководител, който преценява по какъв начин ще стане оформянето на откоса. След като е взето решение за конкретната зона операторът си подготвя площадка в близост до борда. Прави си предпазен вал пред багера и се пристъпва към обрушаване и оформяне на откоса. Действията започват от неговия горен към долен ръб на подстъпалото (стъпало). Падналата минна маса по долен ръб се изгребва от минните багери към участък „Добивен“. Следва повторно влизане на багер „удължена стрела“ и окончателно оформяне на откоса на подстъпалото в неговата основа. Извършва се повторно изгребване, натоварване, зачистване и извозване на обрушения материал с помощта на булдозер, челен товарач и автосамосвали. Веднага след това се пристъпва към проектиране и извършване на пробивно-взривни работи за втория етап (второто подстъпало). Всички действия се повтарят в същата последователност при второто подстъпало, за да се оформи стъпало с височина  $H=30$  м. Като допълнителен способ за оформяне може да се използва багер „удължена стрела“ HITACHI 890 LCH, който има опция за демонтиране на „обратната лопата“ и замяната ѝ с хидравличен чук.

След като приключат производствените работи по даден хоризонт той се прохода от багер HITACHI 470 LCH или HITACHI 890 LCH и челен товарач HITACHI 550. Извършва се окончателен оглед на откоса (по цялата височина и дължина), както и на предпазната площадка (по цялата ѝ дължина и широчина). Прави се предпазна берма по долен ръб на предпазната площадка; подсипва се с подходящ наклон за насочване на водите в най-здравите зони; оформя се канавка и водостоци. Ако остане излишен материал се извозва с автосамосвали, съответно за руда или откривка. Целият този технологичен процес се повтаря на всяко едно стъпало (хоризонт).

### Сравнителен анализ на получените резултати от двата варианта

Сравнителният анализ на разглежданите варианти с или без използването на специализирана минна техника (багер) при оформяне на рудничните откоси показва предимствата и недостатъците им. За да е коректен и обективен се разглежда работно (неработно) стъпало с височина  $H=30$  м.

За разработването на рудника и извършването на минни дейности с подобна височина на стъпалата е необходимо да се осигури обезопасяване, почистване, отводняване, оформяне (оконтуряване) и поддържане.

Първото и основно нещо при разработването и извършването на минни дейности в рудник „Елаците“ е постигането на безопасност на процесите и нужния персонал. Това е трудно постижимо при варианта без използване на специализирана минна техника. Не винаги е възможно отстраняването на козири, едри скални късове, задържал се материал, зони с нарушен контур. Тези затруднения забавят, оскъпяват и дори понякога променят проектната и работна технологии.

При използването на специализирани багери „удължена стрела“ тип „обратна лопата“, отстраняването на посочените по-горе затруднения става бързо, лесно, безопасно и се получават добре оформени откоси. Не се налагат промени в заложения проект и работна технология.



Оформянето (оконтуряването) на откосите е друг важен елемент от развитието на находището. Постигането е изключително затруднено, а на моменти невъзможно без специализирана техника (фиг. 4. а). Основни проблеми при оформянето на откоса:

- Образуване на „характерна“ берма след пробивно-взривни работи между двете подстъпала и по цялата дължина на стъпалото;
- Недостигане до или преминаване зад проектния контур;
- Надвиснали едри скални късове, козирки и задържал се материал;
- Свлачища, срутища и сипеи.



а) оформени стъпала без специализирана техника (багер);  
б) оформени стъпала със специализирана техника (багер)

Това показва колко правилно е взетото през 2010 година решение за придобиване на специализирана техника (багер). Чрез нейното внедряване в работния процес се елиминират или ограничават до минимум, посочените затруднения при оформянето (оконтуряването) на откосите (фиг. 4. б).

Отводняването, почистването и поддържането на откосите и площадките е не по-малко важно. Тук липсата на багер „удължена стрела“ не оказва такова силно и негативно влияние. В тази ситуация може да се замени от булдозер или друга спомагателна техника.

### Изводи

В настоящия доклад са разгледани начините за оформяне на откоса на работно (неработно) стъпало с височина  $H=30$  м, без и с използване на специализиран минен багер „удължена стрела“. При разработването на рудника и извършването на минните дейности в дълбочина, възниква необходимост да се осигури обезопасяване, почистване, отводняване, поддържане и оформяне (оконтуряване) на работните (неработните) бордове и площадки. Преминаването през разломни зони е предпоставка за образуването на свлачища, срутища и сипеи, което води до затруднения при постигането на проектните ъгли на откосите

Изводите, които може да се направят след разглеждане на вариантите е, че използването на подобна техника е задължително. Това нагледно се вижда от поместения снимков материал. С наличието на багери HITACHI 470 LCH или HITACHI 890 LCH се постига обезопасяване на всички машини, съоръжения и хора; оформяне (оконтуряване) и поддържане.

### Библиография

Минин Ив., 2017. Минни и строителни машини, ЗИЗИ ПРИНТ, София, стр.438, [www.hcme.com](http://www.hcme.com)