



СЪВРЕМЕННИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ДОБИВ НА РИОЛИТ В БЪЛГАРИЯ

Надежда Стойчева, Ивайло Копрев, Даниел Георгиев

PRACTICABLE TECHNOLOGIES FOR RHYOLITE QUARRYING IN BULGARIA

Nadezhda Stoycheva¹, Ivaylo Koprev², Daniel Georgiev³

¹University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, 1700 Sofia; E-mail: n.stoycheva@mgu.bg

²University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, 1700 Sofia; E-mail: ivokoprev@gmail.com

³University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, 1700 Sofia; E-mail: daniel__georgiev@abv.bg

ABSTRACT

An overview of the Bulgarian rhyolite quarrying practice is established in this case study. In addition, the currently used quarrying technology in the rhyolite deposit “Kazanite-1” are pointed out. Furthermore, new quarrying technological alternatives are proposed for rhyolite mining in the “Kazanite-1” quarry.

1. Въведение

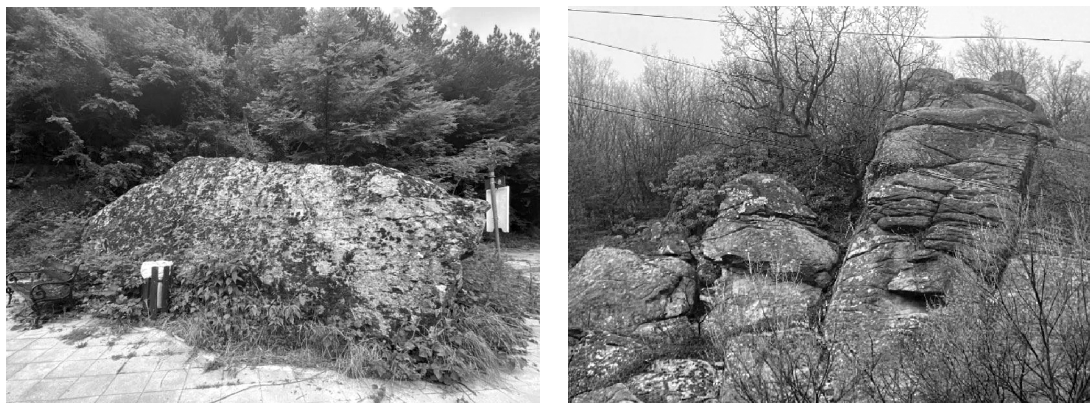
Риолитът е вид магмена екструзивна скала. Екструзивни магмени скали, наричани допълнително вулканични скали, се образуват на повърхността на земната кора поради частичното топене на скалите в мантията и кората. Този вид скали се охлаждат и се втвърдяват по-бързо от интрузивните магмени скали, които се образуват под повърхността на земната кора (гранит, сиенит). Магмата, която се доставя на повърхността чрез пукнатини или вулканични изригвания, се втвърдява с по-бързи темпове. Следователно, такива скали са гладки, кристални и едрозърнести.

Риолитите изригват от земната повърхност при температури от 750 до 850 градуса по Целзий. Кристалите се образуват в зависимост от скоростта на лавата, както и от периода на охлаждане, когато тя достигне повърхността. Повечето риолити са с еднаква текстура и цветът им варира от сив до светло-розов, в зависимост от ивиците, направени от потока на лавата. Тези скали имат много форми, вариращи от пемза до порфирити.

Според редица литературни източници риолитните скали се описват като ефузивен аналог на гранитите. Разликата е, че риолитът има финозърнеста структура с малки кристали. Минералите, влизащи в състава на тази скала, са слюда, фелдшпат, кварц и амфибол. Една от отличителните им характеристики е гладкият външен вид и високото съдържание на силициев диоксид.

2. Находища на риолит в България

Както е описано в публикацията на Паздеров, Петров и Рабаджиев [6], терциерните кисели вулкани имат най-голямо площно разпространение на територията на България, в Родопската област. Риолитите и техните разновидности са съсредоточени в Западните части на Източните и в Западните Родопи. Те изграждат няколко големи покрова: Джебелско-Устински, Крумовградски, Брацигово-Доспатски, Смолянски и Местенски. В Брацигово-Доспатския вулкански масив са съсредоточени основната част от промишлено значимите кариери за риолити, използвани за строителни изделия и като скално- облицовъчен материал. В Западна България, палеогенските риолитови ефузивни са с ограничени площни ареали – в Трънското Краище и в Руенската магмотектонска зона (Кюстендилско). Други места на територията на България, където се отбелязва наличието на кварцпорфири и техни туфи, нееднозначно възприемани като палеотипни разновидности на риолитите, са обширни площи, северно от Сливен като най-големите разкрития са в местността “Сините камъни”.



Фиг.1. Риолит в природата пл. Родопи

3. Съвременни технологии за добив на риолит.

Съвременната техника и технологични схеми при добива на скално-облицовъчни материали имат за цел високопроизводителен и ефективен добив. Затова е от възлово значение да бъде подбран най-рационалният начин на разкриване на залежа, както и подходяща технология за конкретните условия със съответна механизация.

Определящи за начина на разработване и за разположението на дадена кариера за скално-облицовъчни материали са географското положение на находището и неговия геоложки характер: наличие на пластовидност, пукнатини, наклон на пластове, вид и чистота на скалата. От разполагането и организацията в кариерата зависи стойността на добиваните блокове. От решаващо значение за цената на продукцията са близостта на залежа до съществуващи железопътни линии и пътища, начина на разкриване и извозване на самите скално-облицовъчни материали, а също и на отпадъчните маси. Начинът на разработка зависи от това за каква цел ще са предназначени скалните материали, които ще се добиват. При избиране на мястото /концесионната площ/ на дадена кариера решаващ фактор е и това, дали тя ще обслужва само даден строителен обект или за по-дълго време ще обслужва строителни обекти в даден район.

След извършване на всички видове обследвания относно геоложкия характер трябва да се направят допълнителни технически и стопански проучвания, преди да се пристъпи към съставяне на плана за кариерата и нейната експлоатация. Всички български находища на риолити са разработвани надземно. Според предназначението на материалите, за начина на разработване на кариерите е важна дебелината на отделните пластове. За получаване на блокове за рязане се изисква най-голяма дебелина на пластове – масивна скала; за добиване на квадери – дебелина до 80 cm; за камъни за зидарии – дебелина до 40-60 cm; за павета - 10-15 cm. Най-ниски са изискванията за добиването на трошен камък.

Чистотата на скалата има значение за разработката и особено за приложението на машините при добиването. Наличието на твърди включения или на много меки включения ограничава машинното добиване, а понякога го прави и невъзможно, поради което в някои случаи дадена скала може да се окаже неизгодна за експлоатация.

Най-подходящи за разработване са скалите намиращи се в стръмни склонове, защото при тях разкривката се осъществява по-лесно, а извозването на готовия продукт и на отпадъчните маси както и отводняването на работните площадки не създават трудности. При находищата в полегати склонове, за да се създаде достатъчна височина на забоя, се прокарват слабо наклонени траншеи. Избягва се откриването на кариери в равен терен, поради факта, че се утежнява извозването на материала и се оскъпява отводняването.

Разкриването се състои в почистване на скалната маса от земните маси и от изветрялата, негодна за скално-облицовъчни материали скала. Строителния камък се добива по начини, продиктувани от предназначението на самия продукт. Ломен и трошен камък, предназначен за пътни настилки, се

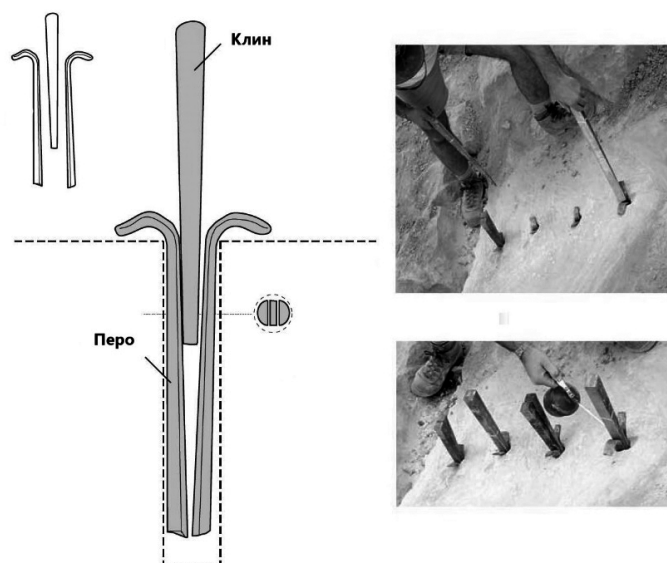


добива чрез употребата на бризантни взривни вещества, а ломен камък за зидарии – с помощта на метателни експлозиви (каменарски барут и други недетониращи смеси). Блокове за фаши, плочи, бордюри и павеа се добиват като се отделят от скалната маса чрез отцепване с клинове, а при индустриализирана работа – с режещи машини или диамантено-въжени резачки в зависимост от твърдостта на скалата. Днешната машинна техника предоставя възможности за добив с разнообразни режещи машини и устройства за добиване на каменни блокове.



Фиг.2 Първичен добив на риолит

У нас, добивът на риолитен скален материал за преработка се осъществява чрез ПВР. По този начин се получават скалните строителни материали като ломен камък за основи на сгради, едър добавъчен материал за бетони, чакъл за настилки на пътища, едри чакъли за ЖП линии. Добивът на риолит за обработка и получаване на скални изделия зависи от търсената форма. Така например, при производството на плочи, от ненарушената скална маса се добиват от плочести масиви. Обикновено се прилага **ръчно отцепване с използване на клинове**. (фиг.3.) Тази технология се предпочита, когато риолитовият масив е с по-висока степен на напуканост, като преобладаващи са систематичните пукнатини, съвпадащи с естествената напуканост на риолитите.



Фиг.3. Ръчно отцепване с използване на клинове



При по-здравите, масивен тип риолити, със систематично напукване, перпендикулярно на посоката на разпространение на наплючеността на скалите, може да се прилагат **методи на взривяване в режим на минимално взривно въздействие**. В тези случаи, рискът от допълнително напукване и разрушаване на скалния масив е минимален, тъй като плочите, получавани като строително изделие са със сравнително малки размери – до 40x60 cm и дебелина от 2 до 4 cm. Тези плочи се използват предимно за настилка или за облицовка на външни цокли на сгради. По гореописаните технологии се добиват от риолитовия масив и сравнително мало- и средногабаритни блокове, от които чрез ръчно цепене и дялане (с шило, длето и чук) се произвеждат конструктивни скални изделия като улични и градински бордюри, масивни стъпала на стълбища и др.

В заключение, относно технологията на добива на риолитови материали и тяхната обработка за получаване на конструктивни строителни и архитектурно-строителни изделия, могат да се направят следните обобщения.

- Риолитите от нашите находища се характеризират с ясно изразена наплюченост и систематична, перпендикулярна на нея напуканост, което предопределя и близката до паралелепипед форма на добитите отцепени блокове и с максимален обем до 3 m³. С изключение на добива на риолити от находища в Трънското краище, за останалите кариери не е целесъобразно използването на диамантено-въжени резачки, тъй като риолитовите масиви са със сравнително висока степен на напуканост, рандеманът на скални блокове е нисък, което в крайна сметка води до неоправдано висока себестойност на добитите материали.
- Блоковете се поддават на рязане чрез гатери с ножове с диамантени сегменти, диамантено-въжени гатери, както и с дискови резачки с диамантени сегменти.

4. Нови приложими технологии за добив в находище „Казаните 1“

Кариерата „Казаните-1“ се намира на северния склон на централния дял на Родопите, в района над село Дебращица, Пазарджишко. Предназначена е за добив на биотитов риолит за скално-облицовъчни, строителни и монументални цели. Олигоценските риолити от находището са масивни, с характерното сферично изветряне, с флуидална текстура, дребно - до среднопорфирни, с хиалинна основна маса. Цветът им е розов до сиворозов. Главни скалообразуващи минерали са калиев фелдшпат, кварц, биотит и амфибол, а второстепенни – циркон, апатит и руден минерал. Плътността на материала е от 2600 до 2620 kg/cm³. Обемът на порите е от 5,78 до 7,65 %. Водопопиваемостта варира от 2,15 до 2,32 %. Коефициента на насищане е 0,73 ÷ 0,91. Коефициента на мразоустойчивост е 0,77 ÷ 0,85. Като правило, в сравнение с други популярни магмени скали (гранити, сиенити, диабази), риолитите нямат високи якостни показатели. Това се обуславя от една страна от техния химичен и минерален състав, а от друга – от структурно-текстурните им особености. Показателя „якост на натиск“ във въздушно-сухо и във водонапито състояние е в границите 97 ÷ 175 МПа. Няма налични данни за износоустойчивост по метода на Девал. Характерно за находище „Казаните-1“ е, че е локализирано в рамките на голямо срутище от риолитни валуни с размери от 2 - 3 m³ до над 10 m³. Материалите от кариерата са окачествени като годни за добив на скални блокове и за производство на ломен и цепен камък за сгради и съоръжения.

За първичния добив от масива се прилага извличане на големи скални късове с помощта на багер, в комбинация с ръчно отцепване посредством клинове. За съжаление, при намесата на земекопната механизация се причиняват загуби на качествен камък. Независимо от невисокия обемен рандеман, количеството материал, извън него е предвидено да бъде използвано за производство на разнообразни каменни изделия. Затрудненият достъп до обекта и метеорологичните условия в района, определят сезонното използване на кариерата. Отдалечеността от електропреносна и водоснабдителна инфраструктура ограничават възможностите за прилагане на разнообразни технологии за първичен добив. Експлоатационните казуси на кариера „Казаните-1“ се оказват идентични с тези при много други находища на магмени скали на територията на страната. Тези



проблеми са се превърнали в труднопреодолими пречки и са довели до поетапното затваряне на другите кариери за добив на риолит като скално-облицовъчен материал в България.



Фиг. 4. Добив на риолитни блокове чрез багер

За опазване на скъпите декоративно-облицовъчни скални материали от образуване на микропукнатини, при първичното извличане от масива (както и при вторичното цепене на блока), вместо взривно въздействие се прилага контролирано процепване с **обемно-разширяващи се химични композиции**. В последните години тази технология намира приложение при добива на мрамор, брекча, гранит и други скали с висока твърдост и добра цепителност. Метода е слабоефективен в меки скали. Технологиата се базира на свойството на определени химични съединения при намокряне да „поглъщат“ водата като я свързват със собствените си молекули в т. нар. хелатни комплекси. При привидното изсъхване на материала водните молекули се оказват част от кристалната решетка на съединението. Това довежда до драстично увеличение на коефициента на обемно разширение. Така, тези вещества при поставянето им в пробитите дупки и контакт с вода са способни след известно време да се втвърдяват и разширяват, като създават напрежения в скалите до 40-45 МПа. Същността на технологиата е същата като при пробивно-клиновият и пробивно-взривният метод. Перфорират се вертикални и хоризонтални дупки по контурите на блока с пробивната механизация (чукове, лафети, карети или сонди). Ефективният диапазон е от $\varnothing 32$ до $\varnothing 55$ mm. При по-малки диаметри процента на обемното разширение е недостатъчен да развие разрушителни напрежения. При по-големи диаметри, разхода за материали става нецелесъобразен на фона на полезния ефект. Според литературните източници, отстоянието между дупките зависи от диаметъра им, от конкретните условия, вида на добиваните скали и разширителната способност на химичното съединение. Някои производители твърдят, че при увеличаване на дълбочината на отворите, разстоянието между тях може да се уголеми. Колкото по-здрава е скалата, толкова по-малко е отстоянието между перфорациите. Най-често разстоянията между дупките са от 100 до 400 mm, а свободната повърхнина 400 до 600 mm. Дълбочината на дупките е от $2/3$ до $3/4$ и в много редки случаи равна на пълните размери на блока. Височината на стъпалата при тази технология е сравнително малка до 2,5 m. Когато стъпалата са по-високи отделянето на блоковете става поетапно от полустъпала. Времето за разрушаване на скалите (разцепването става по линията на пробиване на дупките) варира в границите от 15 до 72 часа, като фактори влияещи на това време са: видът на химичното вещество, свойствата на скалите и температурата на околната среда и скалите. Времето за разцепването на скалите може да бъде намалено като бъде намалено разстоянието между дупките, но това от своя страна увеличава времето и разходите за пробиването им. Възможно е отделянето и на много големи блокове от масива с обем



до 2000 m³. Разрушаващите скалите напрежения образуват макро-пукнатини, непревишаващи диаметра на дупките. Предлагат се прахообразни вещества, опаковани в полиетиленови чували за предпазване от влажността на въздуха. Прахообразното вещество се смесва с 20 до 40 % вода и образувалата се каша се излива в дупките. Химичните реакции започват веднага. Експандиращата смес оказва еднакво налягане във всяка дупка и блокът се разделя по посока на пробитите отвори. Тази технология за добиване на скални блокове се прилага най-често при комбинирани начини за извършване на вертикалните наддлъжни разрези, тъй като обемът на пробивните работи намалява с 30 до 40 % в сравнение с пробивно-клиновият метод. На пазара се предлагат продукти от различни производители. Принципа на действие и основните ингредиенти са идентични, като разликите са в добавките за ускоряване и стабилизиране на процеса. Специфична особеност е температурния диапазон за ефективна работа на тези състави. Под 0 °C водата замръзва и технологията става неприложима. С повишаване на температурата химичните процеси се ускоряват и работоспособността се увеличава. При температури над 30 °C реакцията става бурна и опасността от инциденти нараства.



Фиг.5. Разцепване на скален блок чрез експандиращи химични смеси на кариера „Казаните 1“

На кариера „Казаните 1“, поради високата твърдост и добрата цепителност на риолита, от една година насам се прилага успешно този метод за добив и по-нататъшно разделяне на ламелите в блокове с



подходящи размери за натоварването им с наличната механизация.(фиг.5.) При първичния добив е желателно дълбочината на дупките да бъде по-голяма като за по-добри резултати се пробиват и хоризонтални дупки без да бъдат запълвани с експандираща смес.

5. Използвана литература

1. Кинов, А. (1992). *Технология и машини за добив на декоративно-облицовъчни скални материали*, Минно-геоложки университет, София
2. Копрев, И., 2012. *Открит добив на скални блокове*, монография, издателство Авангард Прима, ISBN 978 – 954 – 323 – 951 – 1.
3. Копрев, И., 2016. *Технология на добива на скално-облицовъчни материали*, издателство Авангард Прима, ISBN 978-619-160-597-2.
4. Копрев, Ивайло, Атанас Атанасов. *Технически средства за отделяне на добиваните блокове от скалния масив*, Годишник на минно-геоложкия университет „Св. Иван Рилски“, Том 49, Св. II, Геология и геофизика, 2006, с. 21-23.
5. Мърхов, Н. (2003). *Обработка на декоративни скални материали*, София.
6. Паздеров, Р., Петров, М., Рабаджиев, Г. *Риолитите от България като строително-конструктивен, декоративно-облицовъчен и монументален материал*, Годишник на минно-геоложкия университет „Св. Иван Рилски“, Том 52, Св. I, Геология и геофизика, 2009, с. 85-92.
7. Стойчева, Н., Дипломна работа, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ 2019г.