

Изследване на базалтова суровина от находище "Болярка", община Болярово за получаване на изолационни материали

Милувка Станчева, Цветан Димитров, Дахер Дахер

Investigation of basalt raw material from the "Bolyarka" Bolyarovo municipality to obtain insulation materials Basalts are igneous rocks. Their spread in Europe is limited. In the last 40-50 years, they have been considered as mineral raw material widely used in the industry. Technologies related to production of cast basalt articles used in various industry sectors as well as special production have been developed. They find wide application in construction of highways and major roads as well as speed railway lines. In the region of Strandzha Sakar mountain basalt bodies are located. Boreholes were made and reserves of more than 50 mil. Tones approved. This amount will secure the production facilities with high quality basalt raw materials for 60-70 years. Chemical and physico-chemical studies were carried out according to the European norms EN140-13. Basalts meet all requirements on the top wearing layer of asphalt mixtures and roads. This study refers to basalts from the "Bolyarka" deposit, municipality of Bolyarovo.

Key words: basalts, insulating materials, basalt fiber, cast basalt articles

ВЪВЕДЕНИЕ

Базалтите са магмени скали. Тяхното разпространение в Европа е ограничено. В последните 40-50 години към тях се гледа като на минерална суровина с широко приложение в икономиката. Разработени са технологии за производство на лети базалтови изделия с използване в различни отрасли на промишлеността, а също така и в специалното производство. Намират широко приложение при изграждане на магистрали и важни пътни артерии, както и при изграждане на скоростни железопътни линии.

В района на Странджа Сакар са разположени базалтови тела.

Проведени са сондажи и са доказани запаси повече от 50 милиона тона. Това количество ще обезпечи производствените инсталации с висококачествени базалтови суровини за 60-70 години напред.

Извършени са химични и физикохимични изследвания по европейски норми EN 140-13. Базалтите отговарят на всички изисквания за горния износващ слой на асфалтовите смеси за магистрали и пътища.

Трябва да се има предвид, че съгласно директива на ЕС за изграждане на магистрали и първокласни пътни артерии най-горния износващ слой може да се прави само с пълнител – базалтови фракции. Те имат многократно по-висока износоустойчивост и устойчивост на измръзване в сравнение с други пълнители на битумите за производство на асфалтово покритие.

Потребности на България през следващите 15-20 години са от порядъка на 12-15 милиона тона.

Според Директиви на Европейския съюз ще се въведат скоростни влакове. Трошеният камък от находището за подложките под железопътните линии трябва да отговаря на Европейските норми. От направените изследвания в лицензирани лаборатории добиваният материал от находището изцяло покрива Европейските норми.

От друга страна поради климатичните условия и лошата топлоизолация на жилищните и промишлени сгради е задължително те да бъдат санирани, както и новите, изолирани с топлоизолационни материали. Ежегодно на страната ни са необходими 300-320 хиляди кубични метра топлоизолационни материали. В момента се използват фибран, стериопор и други, които имат трайност на изолация 18-20 години. Използва се и базалтова вата с трайност на експлоатация 80-90 години, но в малки количества.

С малки изключения топлоизолационните материали са внос и цената на пазара е 230-250 лева/м³

На база горните съждения и наличието на запаси от базалтова суровина е необходимо да се изгради:

- добивна кариера;
- инсталация за трошене и класиране по фракции;
- инсталация за базалтова /каменна вата/.

Настоящото изследване е посветено на химикотехнологична характеристика на базалтовата суровина от находище „Болярка“, община Болярово.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Местоположение.

Находище Болярка е изградено от габродиоритов порфирит и базалтови дайки. Двете скални разновидности имат сходен минерален и химически състав. Структурата е порфирна до гломеропорфирна по плагиоклаз и пироксен. Същите минерали образуват и субпорфирна генерация. Основната маса /по количество близка до порфирните генерации/ - офитова - призматичен плагиоклаз, разположен хаотично: между него се разполагат зърна от пироксен, почти цялостно епимагматично заместен от слабо кафеникав зелен амфибол; в интерстициите на места се наблюдава дребно алотриоморфнозърнест кварц.

Минерален състав: плагиоклаз /най-ранният е базичен до лабрадор-битовнит, а по-късно се образува андезин - лабрадор до андезин в основната маса, на места до олигоклаз/, клинопироксен /диопсит-авгит/, цялостно изменен ромбичен пироксен /в малко количество/, кафяво зелен амфибол, кварц. Акцесорни минерали-титаномагнетит /с ранна кристализация, още преди пироксена и плагиоклаза от едропорфирната генерация/ магнетит, апатит, титанит. Вторични минерали – актинолит, тремолит, биотит, хлорит, албит, серицит.

Обемното тегло на скалата е от 2,92 до 3,08 g/cm³ средно 3,0 g/cm³.

Вулканските скали в площ „Болярка“, които са обект за проучване, се характеризират при геоложкото картиране като дайков комплекс на Сакаро-Странджанския вулкански район. Дайковият комплекс представлява система от дайки, които по морфология се отнасят към типа „дайка в дайка“. Дайките са вместени една в друга и имат преобладаваща посока изток-запад.

Изградени са от габродиоритови и диоритови порфирити и базалтоидни дайки [1,2].

Комплексът от дайки се възприема като система магмопроводящи канали на базалтов вулканизъм на нивото на субвулканската му част.

Резултатите от проучването показват, че поне в проучената площ, габродиоритовите порфирити образуват щокообразно тяло, внедрено на субвулканско ниво и процепено от базалтоидни дайки.

Дайковият комплекс пресича по старите, включително триаски и юрски скали, което определя горнокредната му възраст.

В северната част на площта, непосредствено южно от Болярово, се разкриват седиментите на Елховската свита.

Габродиоритовите порфирити и базалтоидните дайки имат сходен състав. Отличават се по количеството на порфирната генерация, която при габродиоритите е в по-голямо количество.

Цветът на скалите е сиво зелен, тъмно сив до черен. Текстурата е масивна.

Структурата е порфирна, холокристална до микрокристална за основната маса.

Порфирната генерация е около 35 – 40 %, а основната маса 60 – 65 %.

Основните първични минерали, които изграждат основната и порфирната генерации, са плагиоклаз (55 – 60 %) и амфибол (10 – 15 %).

В по-малко количество се съдържат калиев фелдшпат, кварц, апатит, титанит и руден минерал [3,4].

Първичните минерали са променени, в резултат на което е образуван главно епидот и хлорит.

Качествена характеристика на запасите.

Характеристика на запасите като суровина за петрургията

Пригодността на скалите за производство на базалтова вата се определя от петрографската им характеристика и химичния състав.

Тези характеристики определят техноложките особености на топилката - точка на топене, вискозитет и кристализационна способност.

Петрографска характеристика. Петрографската характеристика на запасите показва, че скалите се характеризират с постоянен петрографски състав, което определя устойчивото им поведение в технологичния процес [5].

Основната маса и порфирната генерация са равномерно зърнести. Отсъстват едри порфири. Не е установена стъклена минерална фаза. Количеството на кварца е малко. Не се наблюдават халцедон и опал.

Химическа характеристика. Химическата характеристика се определя от силикатния анализ на скалите установени в прокараните сондажи. Получените резултати са систематизирани в таблица 1.

Таблица 1.

Химичен състав на суровините от находище „Болярка“**

Изследвани оксиди	Вариации на съдържанията	Изисквания на кондициите
Fe ₂ O ₃ , %	9,03 до 10,20	8,00 до 13,00
MnO, %	0,46 до 0,20	-
TiO ₂ , %	0,80 до 1,15	0,80 до 1,50
CaO, %	7,90 до 8,70	7,00 до 12,00
K ₂ O, %	0,80 до 0,90	-
P ₂ O ₅ , %	0,09 до 0,12	-
SiO ₂ , %	51,20 до 52,80	50,00 до 53,00
Al ₂ O ₃ , %	16,08 до 17,70	14,00 до 18,00
MgO, %	3,50 до 3,88	3,50 до 8,00
Na ₂ O, %	3,59 до 3,92	-
ЗПН, %	3,15 до 3,37	-

* Силикатният анализ е извършен в Централна Научно Изследователска Лаборатория „ГЕОХИМИЯ“ към Минно геоложкия университет.

Получените стойности показват постоянство в съдържанията на изследваните оксиди, които са определящи за химичния състав на скалите. Химичният състав на габродиоритите и базалтите е идентичен, което показва, че различието в двете скални фази се определя единствено от нивото на застиване на магмата.

Постоянството в химическия състав в отделните проучвателни сечения определя високото качество на запасите относно използването им в петрургията. Постоянството на качествените показатели гарантира устойчивост в качеството на продукцията при определен технологичен процес.



Фиг. 1 Скален блок от габродиоритов порфирит

Характеристика на запасите като естествени скални материали за производство на битумни смеси. Сведение за геометричните и физични характеристики на получените чрез натрошаване скални фракции

Характеристиката на запасите като естествени скални материали за производство на битумни смеси е направена съгласно БДС EN 13043 + АС. Данните са получени от изпитанията на представителна проба взета от сондажната ядка.

Резултатите от зърнометричния състав са показани в табл. 2.

Таблица 2. Зърнометричен състав на суровините от находище „Болярка“

Наименование на показателите	Мерна единица	Стойност на определение
Зърнометричен състав – сита в	%	
мм		100,0
125,0		100,0
63,0		96,3
45,0		54,6
31,5		14,9
16,0		7,4
8,0		3,9
4,0		2,7
2,0		1,7
1,0		1,1
0,5		0,7
0,250		0,4
0,125		0,25
0,063		-

Оценка на резултатите

Геометрични изисквания

Зърнометричен състав, форма на зърната, съдържание на плоски и продълговати зърна и процентно съдържание на зърна с раздробени и натрошени повърхнини отговарят на БДС EN 13043 + АС. В повечето случаи те зависят от технологията на трошене и се заявяват от потребителя [6].

За производство на базалтова вата натрошените скали трябва да бъдат преобладаващо с едрина от 30 до 150 мм.

Физични изисквания

Съпротивление на дробимост, устойчивост на износване (най-нисък коефициент на износване), мразоустойчивост и адсорбция на вода отговарят също на стандарта, като са регистрирани ниски стойности на категориите.

Получените резултати показват, че запасите могат да се използват успешно като пълнител при производството на различни видове битумни смеси.

Технологички проби

Технологичките изследвания са извършени в две направления. Първото направление е за използване на запасите като суровина за петургията. Второто направление е за използване на скалите като трошен камък, пълнител в асфалтови смеси за горен слой на пътни и други настилки.

Изследванията за петургията са извършени на лабораторен етап и в промишлени условия.

В лабораторни условия са изследвани проби от двата скални вида – габродиоритовите порфирити и базалтоидните дайки.

Лабораторните опити показват, че и двете скални разновидности показват сходни условия за топене и са подходящи за производство на базалтови влакна и вата.

Промишленият опит е потвърдил изводите от лабораторните опити.

Изследвани са два броя технологички проби. Първата проба е изследвана съгласно изискванията на БДС EN 13043 + AC – скални материали за битумни смеси и настилки за пътища, самолетни писти и други транспортни площи. На същата проба са извършени лабораторни изследвания за петургични цели.

Пробата е добита от сондажната ядка. От всички интервали в сондажите, прокарани през първия етап на проучване са взети късове от ядката, разположени на равни интервали. Взетите късове след натрошаване са разделени на две части. Първата част е отделена за изследване по БДС като пълнител за асфалтови смеси. Втората е използвана за лабораторни изследвания за стопяване с оглед производство на базалтова вата [7,8,9].

Така получените проби са представителни за запасите, тъй като обхващат всички установени в находището скални разновидности.

Втората проба, добита от кариера „Малко Шарково“ по описания по-горе начин е използвана при промишлените опити за производство на базалтова вата.

Преди да бъде изпратена за изследване, на представителен материал от пробата за промишлени изследвания е направен силикатен анализ. Резултатите са показани в таблица 3.

Резултатите от анализа показват, че взетата проба отговаря на изискванията на кондициите и силикатния състав на запасите.

Таблица 3. Химичен анализ на технологична проба от находище „Болярка“

Изследвани оксиди	Обединена проба	Изисквания на кондициите
Fe ₂ O ₃ , %	10,02	8,00 до 13,00
MnO, %	0,18	-
TiO ₂ , %	0,85	0,80 до 1,50
CaO, %	7,81	7,00 до 12,00
K ₂ O, %	0,80	-
P ₂ O ₅ , %	0,10	-
SiO ₂ , %	52,16	50,00 до 55,00
Al ₂ O ₃ , %	17,22	14,00 до 18,00
MgO, %	3,72	3,50 до 8,00
Na ₂ O, %	3,66	-
ЗПН, %	3,26	-

Технологички изследвания

Подготовка на пробите

Двата вида проби са натрошени на челюстни трошачки с различен отвор на челюстите. При първия стадий на трошене максималният къс след натрошаване е 30 mm. При втория стадий на трошене максималният къс след натрошаване е до 10 mm. След натрошаване пробите са разсети на сита 1,0 mm, 2,0 mm, 2,5 mm, 3,2 mm, 5,0 mm и 10 mm. Изчислен е добива по фракции.

Резултати от лабораторните опити

Всяка от пробите се постави в корундова ладийка за стопилка във високотемпературна пещ до 1600°C. Използвани са високотемпературни пещи в Института по металознание при БАН.

Всяка проба се стапя поотделно, за да се установи температурата на стапяне.

Поради липса на високотемпературен вискозиметър вискозитетът не се замерваше.

Пробите от базалт се стопиха до добра течливост в интервал 1435-1440°C.

Пробите от габродиоритовите порфирити се стопиха до добра течливост в интервала 1415-1425°C. И в двата случая стопилката беше с хомогенен състав и липса на каквито и да е частици, които да не са стопени. Температурата се измери с пирометър.

Пробите се изваждат на стайна температура и с пирометъра се отчита момента на увеличаване на вискозитета. Появиха се първите повърхностни напрежения, т.е. увеличаване на вискозитета.

За базалтовите проби температурата бе 1345-1350°C, а за габродиоритовите порфирити - 1320-1325°C.

От извършените опити за стапяне на базалтите и габродиоритовите порфирити от находище Болярка се установи, че и двата вида магмени скали отговарят на изискванията за обработка на магмени скали до стопилка, след която може да се изтеглят базалтови влакна и каменна вата.

Изпитвания в промишлени условия за получаване на лети базалтови изделия

Изпитанията са проведени в „Центромет“ АД гр. Враца, поделение на METAL TECHNOLOGY GRUP, гр. София.

Описание на промишлената електродъгова пещ:

Пещта е производство на „CROUP“, Германия. Произведена е през 1987 год. Работна температура – 1800°C. Обем на работна камера – 3,5 m³. Пещта може да работи при зададена температура, която се отчита чрез термодвойки платина-родий. Скоростта на температурата се регулира плавно. Температурата от 1600°C се достига за около 5 h.

Описание на експеримента:

В работната камера от 3,5 m³ обем се поставиха 1450 kg натрошена проба от базалтова суровина от находище Болярка. Пробата предварително е натрошена на челюстна трошачка и пресята на вибро сито с отвори на ситовата повърхност 10 mm. Отворите са с квадратно сечение.

Скоростта на загряване на пещта бе зададена за 5 часа. Температурата бе определена на 1450°C.

На 240 минути при температура 1260°C се появиха първите места на стапяне. При температура 1360°C масата от стопилка потече, но с много голям вискозитет. С повишаване на температурата вискозитетът намалѐ и се увеличи течливостта на стопената маса. При температура 1435°C стопилката потече с нормална скорост. Стопеният материал се изливаше във форми на блокчета с размери 150x75x35 mm.

Формите бяха изработени от леярски пясък и бентонит. Такива се ползват стандартни при отливане на железни сплави.

Получените блокчета се оставиха да нормализират температурата си без охлаждане, а съобразно температурата на производственото помещение. По време на охлаждането блокчетата бяха наблюдавани. Температурата беше замервана с пирометър.

При температура около 1290-1300°C се виждаше, че стопилката е трудно подвижна, т.е. започва процесът на кристализация. Появиха се повърхностни центрове на твърди фази. След разклащане стопилката е трудно подвижна. С охлаждане на изделието те придобиха форма и твърдост при температура 950°C-980°C. Бавното охлаждане не позволи да се образуват центрове на вътрешно напрежение, при което се появяват пукнатини и натрошаване на блокчето.

Охлаждането на блокчетата продължи повече от 16-18 h.

При блокчетата със стайна температура не се установиха пукнатини.

На дъното на пещта се образуваха утайки в малки количества от неразтопен материал. Това е нормална практика на дъното да остават незначителни количества неразтопени материали във вид на шлага.

Отлетите блокчета се отделиха леко от леярските форми. По повърхността на някои от тях се виждаха полепнали пясъчни зърна и графитова противопрегарна обmazка.

Втората проба от 1600 kg не показва различно поведение от първата, т.е. получи се повторемост на експеримента.

На база на извършените експерименти се установи, че:

- Пробите от базалтова суровина от находище Болярка позволява да се стапят в електродъгова пещ до течлива маса;

- Температурата на стапяне започва при 1280-1290°C. Появяват се гнезда на стопилки;

- При температура от 1310-1330°C стопилката е високо вискозна;

- При температура от 1420-1430°C стопилката е течлива и позволява да се отлива в желани форми. Могат да се получат базалтови изделия;

- Отливките могат да се правят във форми, изготвени от леярски кварцов пясък, бентонит и повърхността е обmazана с графитови противопрегарни бои;

- При температура от 1260°C се появиха първите зони на кристализация и втвърдяване.;

- При нормално охлаждане /температура в производственото помещение/ изделието от базалт добива стайна температура след 16-18 часа;

- По повърхността на остъклените изделия не се наблюдаваха пукнатини, а само в някои – отчупване на ръбове.

Изпитания на габродиоритовите порфирити и базалтоидните дайки за пълнител в асфалтови смеси за горния износващ слой.

Пробите са взети от сондажните ядки. Пробата от 630 kg се натроши до 50 mm едрина след което е осреднена.

Изпитанията са проведени в продължение на 30 дни. Изследваните показатели отговарят на изискванията на стандарта. Получените данни показват, че запасите от габродиоритовите порфиритови и базалтоидните дайки са превъзходен пълнител на асфалтови смеси за горния износващ слой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на търсещите и проучвателни работи, които бяха извършени в площ „Болярка”, е установено находище на базалтоидни скали със значително количество запаси.

Запасите отговарят на изискванията за производство на базалтова вата и евентуално други продукти на петрургията.

След натрошаване на скалите за целите на петрургията ще се използва фракцията 30 до 150 мм, а останалата част е подходяща като пълнител на асфалтови смеси.

Изследванията показват, че натрошените фракции от базалтоидните скали отговарят на изискванията на БДС EN 13043 + AC, като стойностите на определените показатели ги определят като висококачествени за производство на горен слой битумни смеси за настилка на пътища и други транспортни площи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бозаджиев, Л., (1973). Петрохимична и минераложка характеристика на някои базалти като суровина за петрургията. Строителни материали и силик. пром. №8-9;

[2] Бончев, Г. Базалтът в България. (1904-1905). Пер. сп. Бълг. книж. д-во, №65, 161-190;

[3] Костов, Ив. Минералогия. (1973). С. Наука и изкуство;

[4] Костов, Ив., В. Бресковска, Й. Минчева-Стефанова, Г. Киров. (1964). Минералите в България, С. БАН;

[5] Борисов, Ив. (1969). *Петрургия*. С. Наука и изкуство;

[6] Каназирски, М. (1971) Подходящи подшихтовъчни материали за базалтите, използвани в петрургията у нас. Строителни материали и силик. пром. №6;

[7] Борисов, Ив., Юлия Павлова. (1968). Термична обработка и топене на базалтите в България. Строителни материали и силик. Пром, №11-12;

[8] Борисов, Ив., В. Казанджиева. (1975). Термично обработване на базични магмени скали, с оглед използването им в петрургията. Металургия, №5;

[9] Джамбазова, Т. (1962). Изследвания за ползване стопен базалт на находището при с. Бутово. Строителни материали и силик. пром. №2.

Благодарности:

Авторите изказват благодарност на фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет „Ангел Кънчев“ договор № 2015-ФРз-01 за оказаната финансова помощ при настоящите изследвания

За контакти:

Доц. д-р Милувка Станчева, Катедра “Химия и химични технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев” – Филиал Разград, e-mail: mstancheva@uni-ruse.bg

Доц. д-р Цветан Димитров, Катедра “Химия и химични технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев” – Филиал Разград, e-mail: tz_dimitrow@abv.bg

Докладът е рецензиран