

## Характеристика на напукаността и оценка на блочността на декоративните мрамори от находище Илинденци, Северозападен Пирин

Бл. Петров

Държавна комисия по запасите на полезни изкопаеми, 1000 София

*B. Petrov — Analysis of jointing and evaluation of block size in decorative marbles from Iindenci Deposit, Northwest Pirin. The studies of systematic and non-systematic joints in the deposit enabled to determine the natural size of marble blocks. An areal coefficient of jointing is used, computed for individual levels of prospecting and exploitation quarries. The data obtained on the block size of the marbles are in accord with the program for determination of the joint system density proposed by Vuchev and Petrov.*

Напукаността на декоративно-облицовъчните материали оказва най-съществено влияние на тяхната естествена блочност. Предлаганата работа представлява продължение на усилията на автора (Петров, 1979, 1982) за оценка на блочността на декоративните мрамори от горния метаморфен комплекс в Пирин планина. Изследванията на напукаността са извършени в тясна връзка с общото геолого-структурно положение на находището, реликтовата слоистост и линейността в мраморите. За оказаната помощ и за получените консултации авторът изказва своята благодарност на ст. н. с. Ив. Хайдутов, ст. н. с. Хр. Дабовски, ст. н. с. Юл. Караягулева, ст. н. с. Ц. Цанков, ст. н. с. В. Костадинов и н. с. С. Стоянов.

### Обща геоложка характеристика

Находище Илинденци е изградено от свитата на мраморите (Pt<sub>5</sub>), а в нея западна и североизточна част и от свитата на лептитоидните гнайси (Pt<sub>3</sub>) (Дабовски и др., 1980).

Свитата на лептитоидните гнайси е представена от мусковит-биотит-лептитоидни (аплитидни) гнайси. Контактът между нея и свитата на мраморите от западната част на находището, северно от кариера Галчово гнездо, е тектонски. Южно от тази кариера, както и в най-североизточната част от находището контактът има по-спокоен характер.

Свитата на мраморите е представена от няколко декоративни типа и подтипа мрамори, прослоени от силиманит — двуслюдени и биотитови гнайсошисти (Петров, 1979).

Снежnobелите дребнокристалинни мрамори (със и без мусковит), означени като декоративен тип  $I_{1-2}$ , се разкриват под формата на различно издържани литоложки тела с дължина от 20—30 до 3000 m. Дебелината им се изменя от 0,50 cm до 50 m.

Светлосивите, сивите и тъмносивите дребно- до преобладаващо среднокристалинни мрамори и тъмносивите петнисти едро- до грубокристалинни мрамори (декоративен тип  $I_{3-4}$ ) са основната разновидност в находището. На дължина се проследяват от 40—50 до над 3000 m.

Ивичестите средно- до едрокристалинни мрамори (декоративен тип  $I_5$ ) се разкриват само в най-югозападната част от находището. Те изграждат две различно дебели ивици с дължина около 200 m.

Снежnobелите дребнокристалинни мрамори с манганови жилки, гнезда и повлекла (декоративен тип  $I_5$ ) се наблюдават като прослойки в чисто снежнобелите дребнокристалинни мрамори и по-рядко в сивите средно- до едрокристалинни мрамори. Дължината им варира от 20 до 1200 m.

В тектонско отношение находище Илинденци попада в южната периклинала на Синанишката антиклинала и на разположената на запад от нея Шаралийска синклинала (З а г о р ч е в и др., 1971; Д а б о в с к и и др., 1980). Тези две структури са източнoвергентни и изоклинални. Основните им равнини потъват към ЗСЗ под наклон 70—80°. Посоката им е 20°. В обхвата на находището те са изградени предимно от свитата на мраморите, като само в обърнатото западно бедро на Шаралийската синклинала се разкрива и част от свитата на лептитоидните гнайси. Свитата на мраморите се характеризира предимно с монолитен строеж. В някои участъци обаче монолитността е нарушена от интензивно разбити зони. Най-крупната от тях е установена в западната част на находището всред снежнобели дребнокристалинни мрамори. Посоката ѝ е около 20°, запада стръмно към ЗСЗ под наклон 80°. Дебелината се изменя от 50 до повече от 200 m. По дължина надвишава 3000 m. В останалата част от находището са установени различни по дължина и дебелина разбити зони. Те са с посока около 20° и стръмни наклони към ЗСЗ и твърде рядко към ЮИ. На редица места се наблюдават разломи с дебелина < 1 m и по-рядко харнишови плоскости, по които са осъществени движения с различен характер.

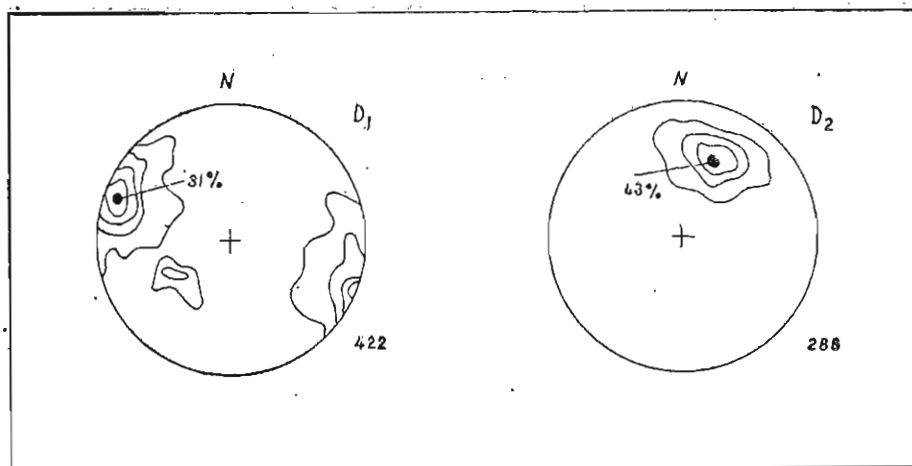
## Характеристика на напукаността

Подобно на мраморите от находище Петрово и в мраморите от находище Илинденци се различават ранни и късни (наложени) структури (П е т р о в, 1979, 1982; Д а б о в с к и и др., 1980). В предлаганата работа изследванията на напукаността между профилни линии V и XV (фиг. 2, 3, 4, 5) са извършени от Д а б о в с к и и др. (1980), а между XV и XXXVI профилна линия от автора (П е т р о в, 1979).

Към ранните структури се отнасят реликтовата слоистост, линейността и систематичните пукнатини.

*Реликтова слоистост.* Тя е проявена най-добре в ивичестите мрамори. Дебелината на отделните ивици варира от 1—2 mm до 2—3 cm, рядко до 50 cm. Слоистите повърхнини са грапави и неравни. В останалите разновидности мрамори реликтовата слоистост е проявена също така добре. В сивобелите, сивите и тъмносивите мрамори дебелината на отделните слоеве се изменя от 25—40 до 70—80 cm, рядко до 1 m, а в снежнобелите мрамори от 20—30 до 70—80 cm.

Реликтовата слоистост показва изключително постоянство на пространствената си ориентировка. Посоката ѝ е от 0 до 40°, под наклон 65—90° към СЗ и по-рядко към ЮИ. Сравнително по-малки наклони (45—60°) се установяват в източната и най-южната част на находището. Обобщеното ѝ



Фиг. 1. Пространствена ориентировка на реликтовата слоистост ( $D_1$ ) по 422 измерения и линеиността ( $D_2$ ) по 266 измерения в мраморно находище Илинденци. Изолинии ( $D_1$ )—0-5-10-20>20%; ( $D_2$ )—0-10-20-40>40% (По автора и данни на Дабовски и др., 1980)

пространствено положение е 20°/80° СЗ (фиг. 2,  $D_1$ ). Отклоненията от тези пространствени координати са с локален характер. Изменението в ориентировката до 115°/40° ЮЗ южно от карнера Ермиовец е единствено указание за наличие на гънки, потъващи на юг.

**Линеиност.** Установени са три морфоложки типа: линеиност на вторично течение, минерална линеиност и линеиност по b-осите на дребните гънкови структури.

Линеиността на вторично течение е характерна за ивичестите и сивобели, сиви до тъмносиви мрамори. Тя е изразена от позитивни и негативни бразди с ширина 1—2 mm до 1 cm, развити върху повърхнините на реликтовата слоистост. В някои случаи се наблюдава и т. нар. прътова линеиност, проявена под формата на вретеновидни тела от мрамори, различно оцветени в сравнение с околната среда.

Линеиността по b-осите на дребните гънкови структури се установява най-добре в ивичестите мрамори. Обикновено гънките са високостилни. Срещат се и нискостилни гънки с отношение ширина : амплитуда 1:05 (Дабовски и др., 1980).

Важен белег на разглежданите морфоложки типове линеиност е постоянството в тяхната ориентировка. Посоката ѝ варира от 190 до 222°, при наклон 10—45° към ЮЗ. Центърът на тежестта на максимума има елементи 200°/40° +ЮЗ (фиг. 1,  $D_2$ ).

**Пукнатини.** В находището са отделени две основни системи пукнатини — систематични (ab, ac, bc, okl и hol) и несистематични.

ab-пукнатините са с пространствени параметри, близки до тези на реликтовата слоистост (фиг. 2). Посоката им варира от 10 до 25°, а наклонът

70—80° на запад и по-рядко на югоизток. Това е най-добре проявената пукнатинна система. На стереодиаграмите на напукаността (фиг. 6, 7) се формират отчетливи максимуми със стойности от 10 до 20%.

В някои от диаграмите 3-процентовите контури са изтеглени в непълен ас-пояс, като индикират развитието на пукнатини от зоната на оста b (hol-пукнатини) (Д а б о в с к и и др., 1980).

Дължината на ab-пукнатините варира от 2—3 до 10—12 m. Обикновено плоскостите им са гладки и зърнести, по-рядко неравни. На повърхността те са отворени. Често са запълнени с Fe-хидроокиси. В дълбочина постепенно се затварят. Разстоянията между тях са в тясна зависимост от литоложките особености на мраморите. Тези пукнатини са проявени най-интензивно в западната част на находището. Статистически средните разстояния между тях са от порядъка на  $\leq 1$  dm. В посока от юг на север се забелязва постепенно намаляване на гъстотата им. Най-благоприятни са площите със средно разстояние между пукнатините  $> 8$  dm.

ас-пукнатините са сравнително добре развита пукнатинна група. Те са с посока 110—125°, рядко повече. Наклонът им варира от 35 до 65° към СИ (фиг. 3). На стереодиаграмите на напукаността (фиг. 6, 7) се проявяват с максимуми от 5 до 15% и по-рядко от 20 до 30%.

Дължината на ас-пукнатините се изменя от 2—3 до 7—8 m. Повърхнините им са гладки, зърнести, рядко неравни. Обикновено са затворени, а в единични случаи са отворени до дълбочина 1—2 m. Гъстотата им е по-голяма в южната част на находището, а така също в обхвата на разбитата зона южно и северно от карьера „Гингера“. В централната и северната част на находището гъстотата намалява и се оформят зони със статистически по-често срещани разстояния между пукнатините  $> 8$  dm и  $> 4$  dm.

bc-пукнатините са сравнително по-слабо развита група. Посоката им варира от 100 до 130°, рядко повече, а наклонът от 30 до 60° към юг-юго-запад (фиг. 4). На стереодиаграмите (фиг. 6, 7) образуват неизразителни максимуми със стойности от 5 до 15%, рядко до 19%. Твърде често заедно с ас-пукнатините формират непълни ab-пояси.

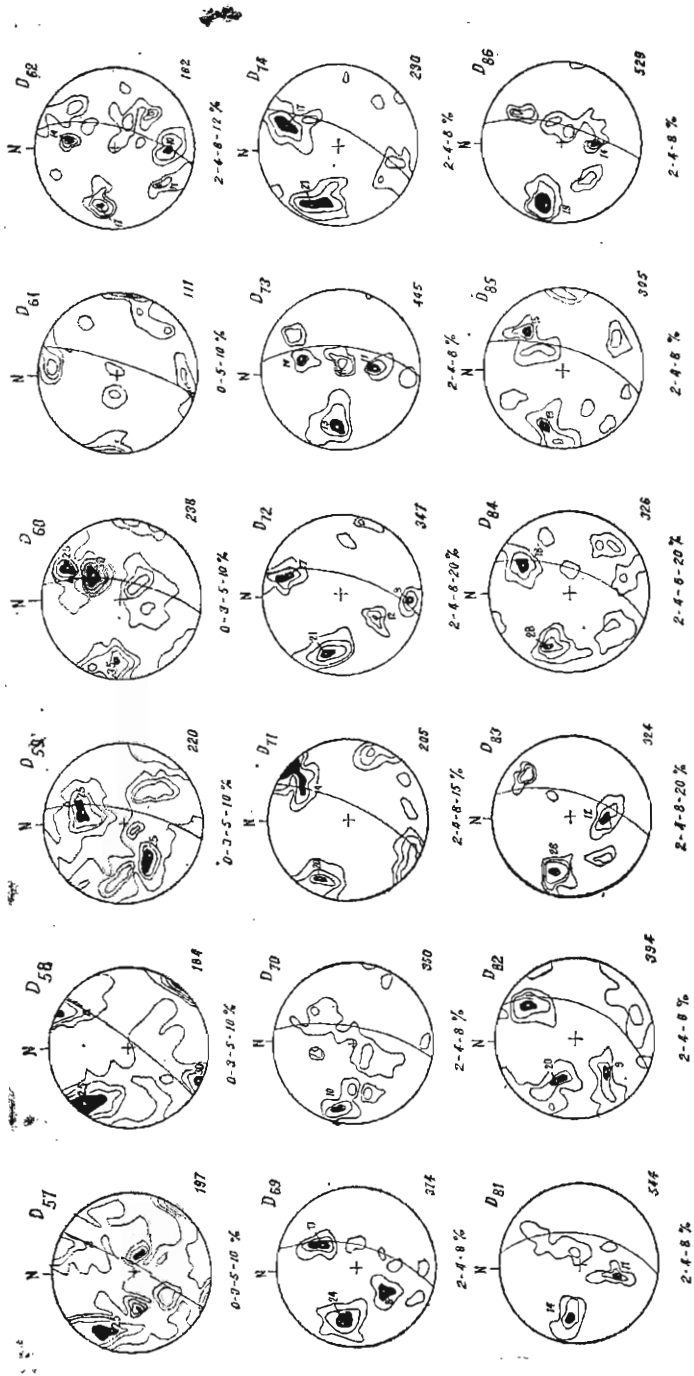
Дължината на bc-пукнатините е малка, като по посока се следят на 2—3 m, а по наклон до 1 m. Повърхнините им се неравни, често набраздени от линейност на пресичане с реликтовата слоистост. Те са предимно затворени. Гъстотата им варира от 0,10 до 1 m. Подобно на ab- и ас-пукнатините са развити по-интензивно в западната част на находището, където средните разстояния между тях не надвишават 1—2 dm. В най-северната част от находището разстоянията между тях в сравнително голям участък са  $> 8$  dm (фиг. 4).

hol-пукнатините са представени с две подгрупи (фиг. 6, 7) (Д а б о в с к и и др., 1980). Първата от тях има посока 50—55°, с наклон 60° към ЮИ. Тя се проявява със сравнително добре изразени максимуми със стойности от 5 до 14%. Втората подгрупа е с посока 145—150°, под наклон 50° към ЮЗ. Тя формира слабо изразени максимуми.

okl-пукнатините са представени също с две подгрупи (фиг. 6, 7). Първата подгрупа е с посока 70°, под наклон 60° към СЗ. Тя се демонстрира с отчетливи плътностни максимуми. Втората група е с посока 135°, под наклон 50° към СИ.

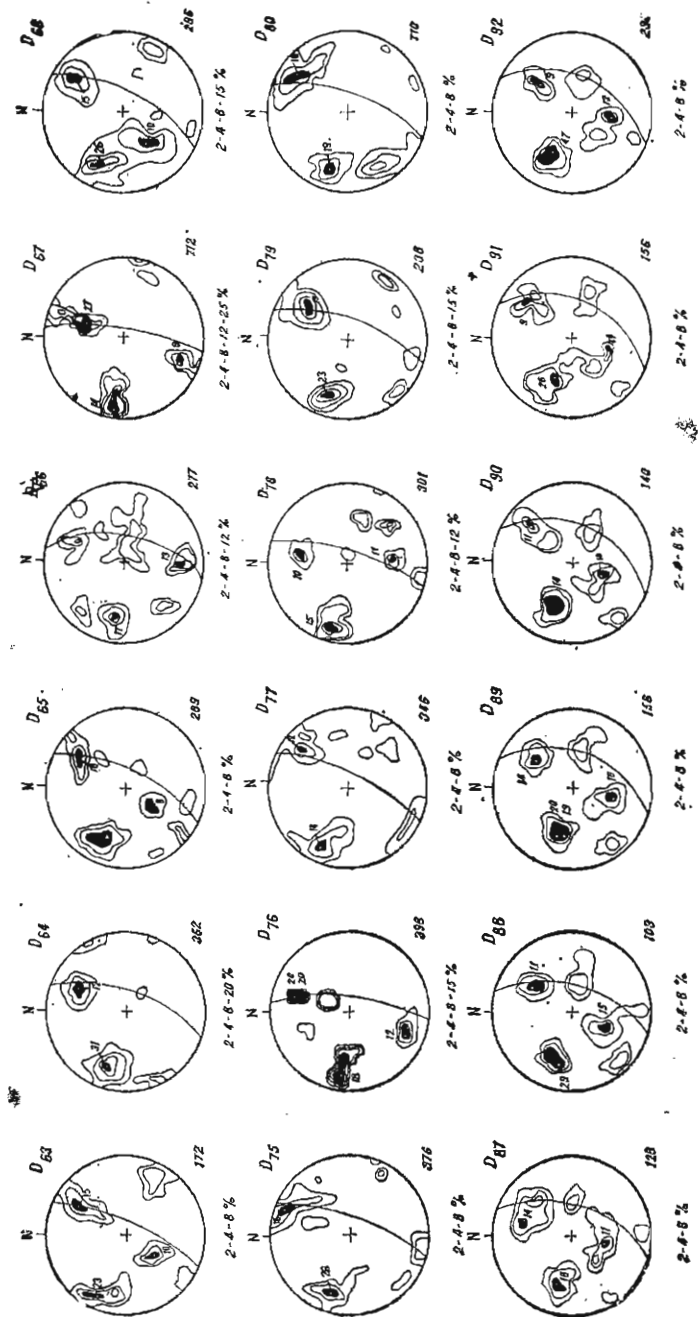
Пукнатинните групи от системите hol и okl обикновено се срещат рядко, в отделни локалитети. Установяват се самостоятелно или едновременно.

Несистематичните пукнатини са проявени неравномерно (фиг. 5). Гъстотата им спрямо основното напукване в находището е средна. На дължина се проследяват от 1 до 3—4 m. Установени са основно три групи пукнатини.



Фиг. 4. Диаграми на лункатините от находище Илинденци

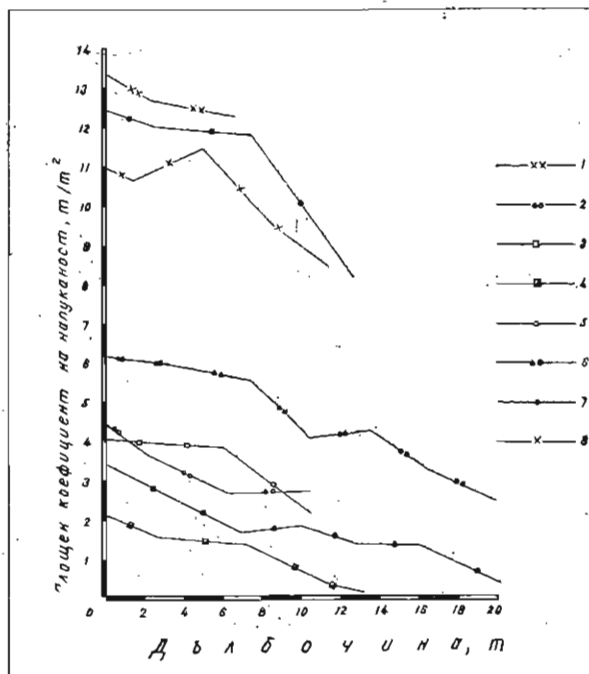
Диаграми 57—61 по Д а б о в с к и и др., 1980; вдясно горе — номер на диаграмата, вдясно долу — брой на лункатините, в средата долу — стойност на изолините; проекция на горна полусфера



Фиг. 5. Диаграми на пукнатините от находище Илинденци  
 Означения, както на фиг. 6

Всяка от тях е представена от по две пукнатинни подгрупи (фиг. 6) (Д а б о в с к и и др., 1980).

Първата група има ориентировка  $15^\circ$ . Първата подгрупа от нея е с наклон  $30-40^\circ$  на ЗСЗ, а втората с наклон  $30-40^\circ$  на ЮИ.



Фиг. 6. Зависимост между площния коефициент на напуканост и дълбочината на проучвателните и експлоатационните карниери (К) от находище Илинденци  
1 — К. № 1; 2 — К. № 2; 3 — К. № 3; 4 — К. № 4; 5 — К. Мурата; 6 — К. Ермиовец; 7 — К. Галчово гнездо; 8 — К. Гингера

Втората група е с ориентировка  $90^\circ$  (фиг. 6). Първата подгрупа от нея е с наклон  $70^\circ$  към СЗ, а втората, която е по-добре представена, е с наклон  $70^\circ$  към ЮИ.

Третата група е с посока  $120-145^\circ$  ( $60-80^\circ$  ЮЗ и СИ (фиг. 6). Първата подгрупа се демонстрира с максимуми на диаграмите, а втората, която е по-слабо представена, образува субмаксимуми.

Към несистематичните лункатини принадлежи също така една група от пукнатини, развити в периклиналната зона на Синанишката антиклинала. По посока те съвпадат с аб-пукнатините, но запазват пространствените си координати и в периклиналните участъци на мезогонките, където аб-пукнатините са с друга ориентировка. Според (Д а б о в с к и и др., 1980) „те представляват плоскости, развити в зоната на осевия кливаж, независимо че морфологията им не съпада с тази, характерна за осевия кливаж“. Гъстотата на тези пукнатини е незначителна, като статистически най-често срещаната не надвишава 1,50 т. На дължина се проследяват до 8—10 м.

## Оценка на блочността

Изучаването на гъстотата и площното разпределение на систематичните и отчасти несистематични пукнатинни групи от приповърхностната част на мраморния масив показва, че в посока от юг на север се наблюдава една тенденция на увеличаване разстоянията между тях. Това обстоятелство създава възможности за очертаване на площи с преобладаващи разстояния между систематичните пукнатини ( $ab$ ,  $ac$  и  $bc$  — фиг. 2, 3 и 4) от порядъка на  $>8$  dm,  $>4$  dm и  $\geq 1$  dm. Несъмнено в тези площи са налице и малки участъци с относително различна хомогенност по отношение на този параметър, но те имат локален характер.

Нашите наблюдения показваха, че ориентировката на пукнатините от повърхността е еднаква с тази от дълбочина, установена в проучвателните и експлоатационните кариери. Този факт, както и постоянството в реликтовата слоистост и линейността оказват положително влияние на блоковостта на мраморите. От голямо значение за характеристиката на последния особено важен параметър е изучаването на гъстотата на напукване в дълбочина. В това отношение следва да се подчертае, че изводите ни за приповърхностната част на масива с известна достоверност са валидни и за по-дълбоките части от находището. Основания за това ни дават резултатите от изчисления площен коефициент на напуканост по отделни стъпала в проучвателните и експлоатационните кариери (Петров, 1979). В находището се очертават главно две части с коренно различни стойности на този показател.

В разбитата зона от западната част на находището стойността на коефициента на напуканост на повърхността варира в граници от  $13,4$  m/m<sup>2</sup> (кариера Гингера) до  $11$  m/m<sup>2</sup> (проучвателна кариера № 1). На дълбочина  $12,50$  m (кариера Галчово гнездо) същият достига до  $8,2$  m/m<sup>2</sup>. Високите стойности на този коефициент обуславят ниския добив и размер на блокове. Високата декоративност на снежнобелите мрамори обосновава в известна степен прокарването на кариери, но блокове с големи размери от тази част на находището не се очакват.

В останалата част от находището, на изток от развитата зона, напукаността в дълбочина рязко намалява. Наблюденията ни в кариера Ерминовец, Мурата, проучвателни кариери № 2, 3 и 4 показват, че в дълбочина (под 5—6 m) гъстотата на систематичните пукнатинни групи рязко намалява. Това е особено валидно за пукнатините от системата  $ab$  и  $bc$ . В някои от кариерите (Мурата, проучвателна кариера № 4) под споменатата по-горе дълбочина те практически не се установяват. Поради това размерите на блоковете зависят изключително от проявите на  $ac$ -пукнатините и несистематичните пукнатини.

Между изчисления площен коефициент на напуканост и дълбочината на кариерните изработки съществува сравнително добре изразена, по всяка вероятност обратна линейна зависимост (фиг. 8). С увеличаване на дълбочината стойностите на коефициента на напуканост по отделни стъпала постепенно намаляват. В посока от юг на север по хребетната част на находището се очертава една зона със сравнително най-монолитен строеж. Така в най-южната му част (кариера Ерминовец) стойността на коефициента на напуканост на повърхността е  $6,2$  m/m<sup>2</sup>, за да достигне до  $2,6$  m/m<sup>2</sup> на дълбочина  $20$  m. В централната и северната част стойностите на този коефициент на повърхността варират от  $2,2$  m/m<sup>2</sup> (проучвателна кариера № 4) до  $3,5$  m/m<sup>2</sup> (кариера Мурата). На дълбочина  $12$  m коефициентът на напуканост в проучвателна кариера № 4 достига  $0,26$  m/m<sup>2</sup>, а в кариера Мурата съответно  $0,5$  m/m<sup>2</sup> (на дълбочина  $20$  m). Близки по значимост са и данните в проучва-



телни кариери № 2 и 3. Ниските стойности на коефициента на напуканост на повърхността и закономерното му понижаване в дълбочина обуславят висок добив и големи размери на блоковете.

Тези резултати позволяват да се направи един особено важен извод: в северна посока с постепенно отдалечаване от най-южната част на периклиналата на Синанишката антиклинала предимно по хребетната част на мраморния масив напукаността в дълбочина намалява. Това намира израз както в ниските стойности на коефициента на напуканост, така и във високата блочност на мраморите. В същото време потвърждава достоверността на нашите изследвания от приповърхностната част на мраморния масив и може да служи като надежден критерий за проучване и оценка на находищата на декоративно-облицовъчни мрамори.

Площният коефициент на напуканост показва, че снежнобелите мрамори от западната част на находището могат да бъдат характеризирани като много силно напукани ( $K_{пн}^{пл} = 16-12 \text{ m/m}^2$ , а по степен на блоковост — като раздробени и твърде малкоблокови (Околъзин & Корсаков, 1974). Сивобелите, сивите до тъмносивите мрамори от южната част на находището (кариера Ермиовец, проучвателни кариери № 2 и 3) по степен на напуканост ( $K_{пн}^{пн} = 6-3 \text{ m/m}^2$ ) се отнасят към слабо напуканите, а по степен на блочност към едроблоковите. Същите мрамори от централната част на находището (проучвателна кариера № 4 и кариера Мурата) се отнасят съответно към много слабо напуканите ( $K_{пн}^{пл} = 3-0,25 \text{ m/m}^2$ ) и твърде едроблокови мрамори. Получените данни за блочността на мраморите, сравнени с програмата за определяне гъстотата на пукнатините (Вълчев, Петров, 1981), са съпоставими, което ги определя като представителни и достоверни.

Установената обща зависимост между средния размер на блока и коефициента на напуканост за карбонатните декоративно-облицовъчни материали (Петров, 1979, 1982) създава възможност за прогнозиране на блочността и направляване фронтите на проучвателните и експлоатационните кариери.

## Л и т е р а т у р а

- Вълчев В., Бл. Петров. 1981. Оценка на блоковостта на скални масиви чрез програма за пресмятане на гъстотата на пукнатините по теренни наблюдения. — *Рудодобив*, 7, 3—5.
- Дабовски, Хр., Ю. Карагюлева, В. Костадинов, С. Стоянов, Ив. Хайдутков, Ц. Цанков. 1980. Деформации в мраморите от находища Петрово и Илинденци, Югозападен Пирин. — *Геосект., тектонофиз. и геодин.*, 11, 40—50.
- Загорчев, Ив., Н. Зидаров, Ил. Илиев, Ив. Славов, Й. Шабатов. 1971. Върху тектониката на Пиринския хорст. — *Год. ДСО „Геоложки проучвания“*, 20, 227—260.
- Околъзин, Е. П., П. Ф. Корсаков. 1974. Опыт исследования трещиноватости и вероятностные методы определения блочности камня в массиве. — В: *Облицовочные камни*. М., Наука, 82—87.
- Петров, Бл. 1979. Петрология и физико-механични свойства на декоративни облицовъчни мрамори и варовици в част от Западна България. *Кандидатска дисертация*. 295 с.
- Петров, Бл. 1982. Характеристика на напукаността и оценка на блоковостта на декоративните мрамори от находище Петрово, Южен Пирин — *Рудодобив*, 4,

(Постъпила на 25. X. 1981 г.)