

## ОПРЕДЕЛЯНЕ ИНДЕКСА НА ЯКОСТ НА СКАЛНИ ОБРАЗЦИ С НЕПРАВИЛНА ФОРМА

**Венцислав Иванов**

Минно-геоложки университет "Св.Иван Рилски", 1700 София, България, e-mail: nis@mgu.bg

**РЕЗЮМЕ:** Във връзка с проектирането на инсталация за добив на инертни материали са извършени изследвания на физико-механическите свойства на серия образци с неправилна форма. За повишаване на надеждността на резултатите от изследването са приложени две модификации на метода на точково натоварване. Експерименталните данни са подложени на сравнителен анализ, дадени са препоръки и заключения.

### POINT LOAD STRENGTH OF IRREGULAR SHAPE ROCK SAMPLES DETERMINATION

**Ventsislav Ivanov**

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, Bulgaria, e-mail: nis@mgu.bg

**ABSTRACT:** In accordance with projecting an installation for extracting inert materials, laboratory investigations of physical-mechanical properties of samples with irregular shape were carried out. For improving the reliability of the results, two modifications of the method of point load test were used. The experimental results were subject of comparable analyses, recommendations and conclusions were given.

### Увод

Във връзка с проектирането на инсталация за добив на инертни материали в Йемен, от там са доставени за изследване 12 броя скални образци с неправилна форма. Поискано е определянето на индекса на якост, обемната плътност, коефициента на абразивност и петрографско описание на скалите.

В Лабораторията по Механика на скалите в МГУ "Св.Иван Рилски" има оборудване, за изпитване на точково натоварване по две методики:

- Определяне на индекса на якост при точково натоварване на образци с неправилна форма  $I_s$ , чрез Point Load Test (PLT) [1];
- Определяне на индекса на якост  $\sigma_i$  по отраслова нормала (ОН) А49/1577358-84 [2].

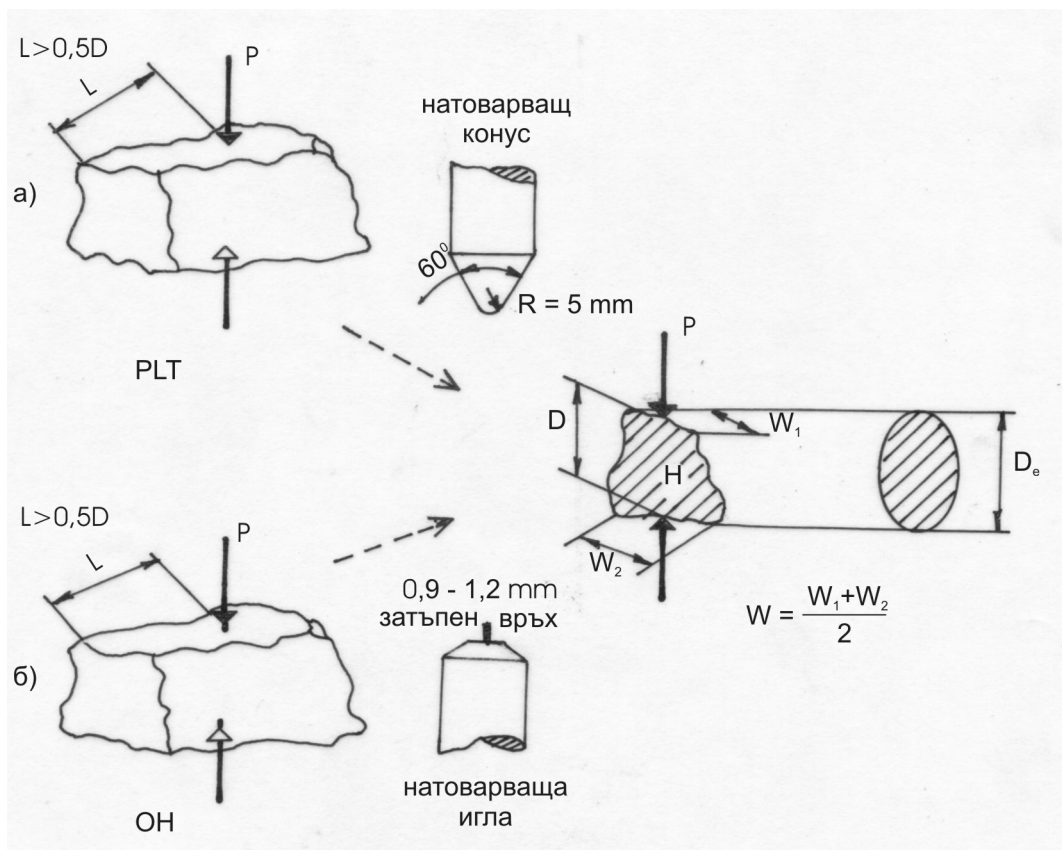
Принципни различия в теоретичната обосновка и процедурата на изпитване за определянето на  $I_s$ , респективно  $\sigma_i$  няма. Методът е описан от Broch и Franklin през 1972 г. [3] и се състои в нарастващо натоварване на образец, поставен между съосни съсредоточени товари, предизвикващи разрушаване, чрез развитие на опъни пукнатини, по оста на товара [1, 2, 3];

На фиг.1 е показана схемата на опитната постановка. Разликата между вариантите е в конструкцията на устройствата за точково натоварване, както и в начина на отчитането на мащабния ефект и коефициента на формата при прехода към якост на цилиндричен образец, с еквивалентен диаметър  $D_e$  [1, 2].

При PLT, разрушаването е чрез съосно натоварване, посредством закалени стоманени, конични закръглени накрайници (фиг.1а) и преход към еквивалентен диаметър  $D_e = 50$  mm, докато при ОН (фиг. 1б) съсното разрушаващо усилие се подава чрез закалени стоманени игли със затъпен връх, а прехода към еквивалентен диаметър е  $D_e = 41$  mm.

Предимство на PLT е варианта са обхватните изследвания за отчитане влиянието на ефектите от размера и формата на образца върху точността на определяне на якостните показатели [3, 1].

Вариантът ОН, пък позволява повторно изпитване на разрушените от предходния тест образци, чрез допълнителното им разрушаване по ос, несъпадаща с оста на натоварване от предишното изпитване. Вариантът дава възможност чрез изведени зависимости и за определянето още на якостта на опън и динамичния модул на еластичност на скалите [2].



Фиг.1.

## Проблем

Получената малка серия (12 броя) нехерметизирани образци, невъзможността да се достави допълнително количество, в съгласие с изискванията на стандартите за този род изследвания [5]; липсата на данни за представителността на подборката, както и важността на задачата за заявителя на изследването, налагат високи претенции към надеждността и точността на опитните резултати.

За решение на задачата, с цел получаването на оптимален брой надеждни резултати, изследванията са извършени по двата описани варианта: най-напред якостните показатели на скалите са получени от образци, изпитани чрез Point Load Test, след което образуватите допълнителни късове са изпитани съгласно отраслова нормала А49/1577358-84.

## Опитни резултати

След петрографската идентификация е установено, че скалите са от вулкански произход, вероятно трахизалт, с трахитова структура и масивна текстура\*.

### Физико-механически характеристики.

**Обемна плътност,  $\rho$  [ $\text{MN}/\text{m}^3$ ].** Извършени са шест определяния, резултатите, от които показват, че обемната

\* Петрографското определяне и описание е извършено от ас.д-р инж. Г.Георгиев, катедра "Минералогия и петрография"

плътност на скалите варира в границите  $\rho_{\min} = 0,0273$  до  $\rho_{\max} = 0,0299 \text{ MN}/\text{m}^3$ . Средната обемна плътност е  $\rho_{\text{app}} = 0,0289 \text{ MN}/\text{m}^3$ .

**Абразивност A [mg].** Приложен е методът на Барон [4] за определяне показателя на относителна абразивност при времетраене 10 min. Полученият резултат е  $A = 0,5355 \text{ mg}$ , което отнася скалите към клас ниско абразивни.

### Якостни изследвания

Изследванията са извършени на стационарна преса EDZ-100, с автоматично управление на процеса на натоварване. По метода PLT са изпитани десет, а по отрасловата нормала – 19 образци. И двата вида изпитвания са в съответствие с изискванията на ISRM "Suggested Methods" [5] за броя тестове и скоростта на натоварване –  $0,1 \text{ MPa}/\text{s}$ . Резултатите от изследването са дадени в табл.1.

## Анализ на резултатите и изводи

Получените опитни данни очертават ясна тенденция на сходимост на определянията на якостта на едноосов натиск  $\sigma_c$ , и по двата варианта на метода. По-големи разлики в резултатите има при изпитванията на образците с ниски якостни характеристики (обр. №№ 3, 4, 8 и 9). Това вероятно се дължи на нестабилността на метода на точково натоварване при изпитване на слаби скали, установена от много автори [3, 6].

Таблица 1. Резултати за  $\sigma_c$ , определяна чрез якостните индекси  $I_s$  и  $\sigma_1$  на точково натоварване.

№ на обр.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Забележка
$\sigma_c$ [MPa]	103	147	66	59	137	127	124	30	39	107	Point Load Test
$\sigma_{c,sp}$ [MPa]	109	142	96	89	-	112	116	42	51	98	ОН А49/1577358-84, усреднени данни
$\sigma_{c,тек}$ [MPa]	104 114	135 148	102 91	81 96	- 128	127 117	112 120	39 44	44 58	95 100	ОН тест текущи данни

Якостта на изпитваните базалти се изменя в диапазона от  $\sigma_{c, \min} = 30$  МПа до  $\sigma_{c, \max} = 147$  МПа. При различните тестове якостта на базалтите се изменя както следва:

- за Point Load Test тя е в диапазона от  $\sigma_{c, \min} \approx 30$  МПа до  $\sigma_{c, \max} = 147$  МПа;
- за отраслова нормала А49/1577358-84  $\sigma_{c, \min} = 42$  МПа, а  $\sigma_{c, \max} = 116$  МПа;

Средната якост на натиск и от двата вида изпитвания е в диапазона 95 – 100 МПа. Якостта на опън на тестваните базалти, съгласно зависимостта в [2] е от 10 – 19 МПа, средно 14 МПа.

## Заклучение

Приложени са два варианта техники за определяне якостните характеристики на образци с неправилна форма. При анализа на резултатите, Point Load Test е приет за базов, тъй като е широко изследван и прилаган. Сравненията между резултатите от неговото приложение с тези, получени чрез отраслова нормала А49/1577358-84 установяват една добра сходимост. Това е видно от определените якостни характеристики и на здравите, и на слабите образци, с което се повишава надеждността на получените опитни резултати. Горното, както и получения по-голям обем опитни данни за физико-механическите

показатели на скалите, вследствие дублираните изпитвания, увеличават сигурността на извода, че резултатите от лабораторните изследвания могат да се приложат за целите на проектирането. Едновременно с това трябва да бъде отбелязано, че структурните характеристики на скалите, а и отделни резултати предполагат анизотропия на свойствата, която при възможност трябва да бъде допълнително изследвана.

Надеждността на получените резултати, изводите и заключенията са в пряка зависимост от представителността на предоставена за изследване подборка образци.

## Литература

1. Geomechanical Criteria for Underground Coal Mines Design. IBSM, CMI, Katowice, 1995.
2. Отраслова нормала А49/1577358/84. Скали и скални материали. Метод за определяне на якостта.
3. Goodman R. E. Introduction to Rock Mechanics. John Wiley&Sons, 1980. N.Y.
4. Практикум по обогатяване. Техника, 1982.
5. Rock Characterization Testing and Monitoring, Suggested Methods, PERGAMON PRESS, 1981.
6. Прочность и деформируемость горных пород. Недра. 1979.

Препоръчана за публикуване от  
Катедра "Подземно разработване на полезни изкопаеми", МТФ