Якост на точково натоварване на гранодиорити от Планския плутон

Пламен Иванов¹, Росен Нанкин¹, Мирослав Кръстанов¹

¹Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, 1113 Sofia, Bulgaria;
e-mail: plivanov62@geology.bas.bg; r_nankin@mail.bg; miro_k@geology.bas.bg

Ivanov, P., R. Nankin, M. Krastanov. 2018. Point load strength of granodiorites from the Plana pluton. *Engineering Geology and Hydrogeology*, 32, 49-56.

Резюме. Изследваният район е разположен в югоизточните части на Плана планина. Изградена е от Планския диоритов плутон, представен от горнокредни гранодиорити, кварцдиорити и кварцмонзонити, който е вместен сред по-старите (докамбрийски) метаморфни скали (гнайси, амфиболити, шисти и филити). Планският плутон е част от Централносредногорската магматична област. Целта на настоящата работа е да изясни физикомеханичните свойства на гранодиорити от Планския плутон в района с. Горни окол. За целта са определени индексът на якостта на точково натоварване (коригираният индекс на точково натоварване $Is(50)$), водопопиваемостта, плътността и др. Изведени са корелационни зависимости между изследваните показатели.

Ключови думи: геотехнически показатели, якост на точково натоварване, инженерногеоложки условия, гранодиорити, Плана.

Abstract. The studied area is located in the southeast parts of the Plana Mountain. It is built up of Plana diorite pluton, represented by granodiorites, quartz-diorites and quartz-monzonites, which is located among the older (Precambrian) metamorphic rocks (gneisses, amphibolites, schists and fillites). Plana Pluton is part of Tsentralnosrednogorska magmatic province. The aim of the present work is to clarify the physico-mechanical properties of rocks from the Plana pluton in the area of village of Gorni Okol. For this purpose the values of Point load strength index $Is(50)$, water absorption, bulk density, etc. are determined. Correlation dependencies between the studied parameters are revealed.

Keywords: Geotechnical parameters, PLT, Engineering geological conditions, granodiorites, Plana Mountain.

Въведение

Настоящото изследване обхваща района от Плана планина, източно от селата Долни и Горни Окол (Софийска област) (Kanev, 1989; Nikolov, Yordanova, 1997). Местоположението му е показано на фигура 1. Надморската височина е от 900 до 1100 m. Този район е част от Средногорската инженерногеоложка област. Скалите са интрузивни магмени (Плански плутон) с горнокредна възраст.

Планският плутон е част от Централносредногорска магматична област – Маришки интрузивен район, Ихтиманска тектонска единица (Kamenov et al., 2009).

За определяне на физико-механичните показатели на гранодиоритите от Планския плутон са изследвани 20 бр. пробни тела. За оценка на якостните параметри е използван методът на точковото натоварване (PLT), като е определен коригираният индекс на точково натоварване $Is(50)$.

Фиг. 1. Местоположение на проучвания район.

Fig. 1. The location of the studied area

Геоложки строеж

Според геоложката карта на България в мащаб 1:100000, картен лист Ихтиман, геоложкият строеж в района е представен предимно от интрузивни магмени скали с възраст Горна Креда - Плански плутон – гранодиорити и кварцмонцодиорити, едрозърнести (II наставка) $pl\delta K_2$ (Piev, Katskov, 1990).

Планският плутон (Boyadjiev, 1971; Dabovski, 1975) изгражда по-голямата част от Плана планина, част от северните склонове на Верила планина и западните отдели на възвишението Шумнатица (Kamenov et al., 2009). Морфологията на плутона е преходна между северозапад-югоизток ориентирана пластина и стръмно наклонен на югозапад цилиндричен щок с неправилно крушовидно сечение (Dabovski, 1975). Дължината на централния масив е около 40 km, а ширината - 10-15 km. Общата площ на плутона се оценява на около 400 km², от които повече от 65 km² са покрити от плиоценско-кватернерни отложения.

Плутонът е внедрен по границата между Родопската тектонска единица и Средногорската зона (Ихтиманската единица), главно сред високостепенните метаморфни комплекси от двете единици.

Строежът на плутона е зонален. Външните му части са изградени от мафични скали (габропироксенити, габро и габродиорити), схващани като първи магматичен импулс, а вътрешните - от промеждутъчни до кисели и по-еволуирани скални разновидности (диорит, кварцдиорит, монцодиорит, кварцмонцодиорит, кварцмонцонит, гранодиорит, левкогранит), отнасяни към втория импулс. Между тези разновидности са установени постепенни преходи. Най-късният магматичен импулс е представен от жилни гранитоиди, аплити и пегматити.

В изследвания район са застъпени скалите от Среднобазичната интрузивна фаза (Boyadjiev, 1971) (фиг. 2). Съставена е от множество разновидности с плавни преходи помежду им и с постепенно преливане във все по-кисели и полевкократни скали от периферията към центъра на плутона.

Диоритите и кварцдиоритите изграждат най-външната зона на масива, както и неговите апофизы. В по-вътрешните участъци кварцдиоритите са мезократни и преобладаващо среднозърнести. Отделят се пироксен-амфиболови, биотит-пироксенови и амфибол-биотитови диорити и кварцдиорити.

Кварцмонцодиоритите и кварцмонцонитите заемат вътрешните части на плутона, като преходите към кварцдиоритите са постепенни в интервал 300-500 m.

Фиг. 2. Разкритие на гранодиорити от Планския плутон а) теренен изглед, б) детайлен изглед
 Fig. 2. Outcrop of granodiorites from the Plana pluton (a) field view, (b) detailed view

В преходната зона скалите са по-мезократни, а на контактите с гранодиорита са почти левкократни. Установени са амфибол-пироксенови, пироксен-биотитови, амфиболови и амфибол-биотитови кварцмонцодиорити.

Гранодиоритите изграждат неправилното овално и най-вътрешно ядро на плутона, удължено в югоизточно направление. Границите с кварцмонцодиоритите са постепенни и преходът е в интервал от около 1 km. Разновидностите са амфибол-биотитови и по-рядко амфиболови гранодиорити.

Инженерногеоложки условия

Според Инженерногеоложкото райониране разглежданият район попада в П-3 Средногорска област на Балканидния регион (Kamenov, Iliev, 1963).

Средногорската инженерногеоложка област включва разположените южно от Стара планина средно- и нископланински орографски форми на Средна гора, Лозенска планина, Плана планина, Витоша, Люлин и др., чиято геоморфология отчетливо се различава от онази на Старопланинската област. Около 60% от областта се включва в пояса от 250 до 800 m. Средногорската инженерногеоложка област се характеризира с развитието на полегати склонове и плосък релеф във високите части на планината, където са запазени останки от различни по възраст и надморска височина денудационни заравнености. Върху характера на геоморфоложките форми са дали отражение ориентираните в запад-източно направление тектонски структури, а също и горнокредният вулканизъм.

Широко разпространени в тази област са скалите от магмената формация. Интрузивните скали там са представени от групата на известните у нас южнобългарски гранити и от скалите на средногорските неointрузиви. Първите изграждат централните и най-високи части на Средна гора и определят в основни линии нейните инженерногеоложки особености. На повърхността те са изветрели и превърнати в грус на дълбочина до десетина метра. Свежите гранити са здрави, едроблоково напукани с високи якостни свойства. Показателите на якостта на натиск имат голямо разсейване, което се дължи на това, че са засегнати в различна степен от изветрителните и тектонски процеси (Kamenov, Iliev, 1963; Kamenov et al., 1963).

Значително по-високи якости имат младите интрузивни скали (монцонити от Витоша). Якостните показатели при тях в сравнение с другите видове скали имат по-малка изменчивост. Обикновено тяхната якост на натиск е с около 20 до 30 МПа по-висока от онази на средногорските стари гранити. Това се дължи на по-слабото тектонско въздействие върху по-младите интрузиви.

По протежение на цялата Средногорска област се разкриват горнокредни вулкани, представени предимно от андезити и андезитови туфи.

От съвременните континентални отложения с по-широко развитие са делувиялните склонови наноси. Най-често срещаната дебелина на делувия в Средногорската област е в интервала 3-4,5 m. Алувиалните наноси в Средногорската област, разкрити извън пределите на котловините, поради своята незначителна дебелина и ограничено разпространение нямат особено значение за инженерногеоложката характеристика на областта.

От физико-геоложките процеси в Средногорската област по-широко са развити изветрянето, ерозията, свлачищата и др. (Iliev-Broutchev, ed., 1994).

Значителната тектонска обработка и натрошаването на скалите в областта са улеснили интензивното развитие на изветрителните процеси. Дълбочината на проникване на тези процеси е в тясна зависимост от състава и структурата на скалите, от експозицията на склона и релефните форми и преди всичко от тектонската напуканост. Всичко това определя голямата неравномерност по отношение на дебелината на изветрителната зона и настъпващите неблагоприятни изменения във физико-механичните качества на скалите.

Степента на изветряне на скалите дава отражение върху развитието на ерозионните процеси.

В гранитите, андезитите, кристалинните шисти и мергелите, разпространени в Средногорската инженерногеоложка област, се срещат пукнатинни води с неголеми дебити. Поради значителната дренираност на масива тези води се срещат на по-големи дълбочини и със своя незначителен дебит не причиняват затруднения при строителството.

Методика на изследване

За оценка на якостните параметри на гранодиоритите и кварцмонцодиоритите от Планския плутон е използван методът на точковото натоварване (PLT) (Пов, 2009; Dobrev et al., 2002). Определена е и якостта на едноосен натиск UCS (фиг. 3).

За настоящите цели изпитването на точково натоварване е извършено, като е използван методът за изпитване на тела с цилиндрична форма (сондажна ядка), осово натоварване (фиг. 4), които отговарят на изискванията, посочени в стандарт ASTM D 5731 – 08.

Изследвани са 20 бр. пробни тела с диаметър 90-94 mm и височина около 30-35 mm. При тези размери еквивалентният диаметър D_e е приблизително 62 mm. Съгласно посочения стандарт, коригираната стойност на индекса на точково натоварване $Is(50)$ е стойността на индекса на точково натоварване Is , която би се получила при диаметрално изпитване с $D=50$ mm. Пробните тела са изпитани във водонапито състояние.

Фиг. 3. Определяне на якостта на едноосен натиск
Fig. 3. Determination of the strength of uniaxial pressure (UCS).

Фиг. 4. Определяне на якостта на точково натоварване

Fig. 4. Determination of the point load strength

Резултати

По данни от лабораторните анализи гранодиоритите имат следните осреднени показатели: обемна плътност $\rho_n = 2,77 \text{ g/cm}^3$ ($2,74 - 2,81 \text{ g/cm}^3$) във въздушно сухо състояние и $2,79 \text{ g/cm}^3$ ($2,71 - 2,81 \text{ g/cm}^3$) във водонапито състояние; якост на едноосен натиск $UCS = 56,8 \text{ MPa}$ ($19,3 - 121,7 \text{ MPa}$); якост на опън във водонапито състояние $\sigma_t = 3,72 \text{ MPa}$. За коригирания индекс на точково натоварване $Is(50)$ във водонапито състояние средните стойности са $2,22 \text{ MPa}$ ($0,48 - 5,00 \text{ MPa}$).

Получените стойности за обемната плътност във въздушно сухо състояние и коригирания индекс на точково натоварване $Is(50)$ във водонапито състояние са представени на фиг. 5. Изведената емпирична зависимост показва много висока корелация между тези два показателя, с коефициент на детерминация $R^2 = 0,955$. С най-добри якостни стойности се характеризират слабо изветрели до неизветрели с висока обемна плътност, над $2,80 \text{ g/cm}^3$. Най-слаби са тези с висока водопопиваемост и с обемна плътност около $2,71 \text{ g/cm}^3$. Корелационната зависимост между абсорбцията на вода при атмосферно налягане и коригирания индекс на точково натоварване $Is(50)$ също показва много висока корелация $R^2 = 0,941$ (фиг. 6).

Получените високи проценти на достоверност за кварцмонцодиоритите дават основание да предложим следните корелации между зависимостите точково натоварване и плътността (1) и точково натоварване и водопопиваемостта (2):

$$Is(50) = 7E-29e^{23,64\rho} \quad (1)$$

$$Is(50) = 6,786e^{-2,41Ab} \quad (2)$$

където:

$Is(50)$ е коригираният индекс на точково натоварване;
 ρ - обемната плътност във въздушно сухо състояние, g/cm^3
 Ab - абсорбцията на вода при атмосферно налягане, %

Фиг. 5. Зависимост между индекса на точково натоварване и плътността на скалите
 Fig. 5. Relationship between point load index and the density of rocks

Фиг. 6. Зависимост между индекса на точково натоварване и водопопиваемостта на скалите
 Fig. 6. Relationship between point load index and the water absorption of the rocks

Изводи

Проведените изследвания на свойствата на интрузивни скали от Планския плутон показват, че слабоизветрелите и почти свежи гранодиорити имат добри физико-механични показатели.

От извършените лабораторни изпитвания на двадесет скални образца от кварцмонцодиоритите може да се каже, че при изведените зависимости между точково натоварване и плътността на скалите и точково натоварване и водопопиваемостта на скалите е получен висок процент на достоверност (много висока корелация). При зависимостта между точково натоварване и плътността е достигнато 95% определеност, а при зависимостта между точково натоварване и водопопиваемостта тя е 94%.

Литература

References

- Boyadjiev, S. 1971. Petrology of the Plana pluton. *Bulletin of the Geol. Institute, series Geochem., Mineral., Petrogr.*, 20, 219-242 (in Bulgarian with English abstract).
- Dabovski, Ch. 1975. Structural studies in Plana pluton. *Geotect., Tectonophys., Geodyn.*, 2, 53-63 (in Bulgarian).
- Dobrev, N.D., Y. Sasaki, Y. Wakizaka. 2002. Granite outcrop classification by the state of weathering: A case study of Iwaki City. *Proc. of the Japan Society of Engineering Geology Meeting, Takamatsu*, 31.10-01.11.2002, 339-342.
- Iliev, I., N. Katskov. 1990. *Geological map of Bulgaria on Scale 1: 100 000. Ihtiman Map Sheet*. Geology and Mineral Resources Committee, Enterprise of Geophysical Survey and Geological Mapping.
- Iliev-Broutchev, I., ed. 1994. *Geological hazards in Bulgaria – map in scale 1:500 000 and explanatory text*. Military Topographic Service, Troyan/Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, 143 p. (in Bulgarian with English abstract).
- Ilov, G. 2009. *Applied rock mechanics. Construction rock slopes and foundation in rocks*. Publishing house “ERA”, Sofia, 334 p. (in Bulgarian).
- Kamenov, B., I. Iliev. 1963. Engineering geological subdivision of the Republic of Bulgaria. *Works on the Geology of Bulgaria, Ser. Engineer. Geol. and Hydrogeol.*, 2, 5–123 (in Bulgarian with Russian and English abstracts).
- Kamenov, B., I. Iliev, E. Avramova, M. Galabov, Ts. Stancheva. 1963. *Engineering-geological map of Bulgaria M 1: 500 000 and explanatory text*. Sofia, Geodesy and Cartography, Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 47 p. (in Bulgarian)
- Kamenov, B., Ch. Dabovski, I. Bairaktarov. 2009. Central-Srednogorska Magmatic Area. In: Zagorchev, I., Ch. Dabovski, T. Nikolov, eds. 2009. *Geology of Bulgaria. Volume II. Mesozoic geology*. Sofia, Prof. Marin Drinov Publishing House, BAS, 438-465 (in Bulgarian with English abstract).
- Kanev, D. 1989. *Geomorphology of Bulgaria*. University Press "Kliment Ohridski", Sofia, 322 p. (in Bulgarian with English abstracts)
- Nikolov, V., M. Yordanova. 1997. *Mountains in Bulgaria*. Academic Publishing House "Prof. Marin Drinov", Sofia, 219 p. (in Bulgarian).

Постъпила: 01.10.2018

Приета: 17.12.2018

Received: 01 October 2018

Accepted: 17 December 2018