



РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд

„УСТОЙЧИВОСТ НА СКАЛНИ ОТКОСИ В УСЛОВИЯТА НА ОТКРИТИ РУДНИЦИ И
КАРИЕРИ”

с автор Антонио Вутов Лаков,

изготвена за придобиване на образователната и научна степен „доктор”, по професионално направление 4.4 „Науки за Земята”, научна специалност „Инженерна геология”

Рецензент: проф. д-р. Николай Добринов Добрев

Антонио Вутов Лаков е възпитаник на Минно-геоложкия университет „Св. Иван Рилски”. Той е зачислен като докторант на самостоятелна подготовка към катедра „Хидрогеология и инженерна геология” съгл. Зап. № Р-336/12.04.2002 г. и е отчислен с право на защита съгл. Зап. № Р-1114/05.11.2018 г. Настоящата рецензия е изработена според разпоредбите на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за приложение на ЗРАСРБ и съгласно изискванията и критериите за оценка на дисертационни трудове в МГУ „Св. Иван Рилски“. Представената документация и материали от докторанта отговарят на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложение на ЗРАСРБ. Докторантът е рецензиран съгласно Заповед № Р-1151 от 16.11.2018 г. с решение на Научно жури, състояло се на 22.11.2018 г. и предоставената на членовете на научното жури инструкция за изготвяне на рецензии на дисертационни трудове в МГУ „Св. Иван Рилски“ – Приложение №6.

Представената от докторантът документация по процедурата е пълна, като в нея ясно са подредени в списък материалите по защитата на дисертационния труд. Материалите съдържат: 1) дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“, 2) автореферат на дисертацията, 3) биографична справка на докторанта, 4) списък с всички публикации по темата на дисертацията, 5) справка за научните приноси на дисертационния труд, и 6) необходимите административни документи, отнасящи се до процедурата по защитата.

Обща характеристика на дисертационния труд

Представеният ми за рецензия дисертационен труд се състои от 140 страници, които включват 62 фигури и 37 таблици. Цитирани са 64 литературни източника. Към дисертационния труд кандидатът е представил 148 страници графични приложения по темата на дисертацията. С темата на дисертационния труд са свързани четири публикации на кандидата.

Дисертационният труд е структуриран в 11 глави, включително изводи и заключения, които на свой ред съдържат заглавия от по-нисък ранг. Структуриран е по следния начин: 1. Въведение (2 стр.); 2. Скалните откоси като структурни системи (3 стр.); 3. Класификации за свойствата на скалния масив (18 стр.); 4. Якостни модели на скалния масив. Модел на Ноек-Brown (4 стр.); 5. Якост на срязване по пукнатини (12 стр.); 6. Устойчивост на скалните откоси (11 стр.); 7. Характеристични показатели (2 стр.); 8. Оценка на устойчивостта на кариера „Люляката” – Девня (38 стр.); 9. Устойчивост на югоизточния борд на рудник „Асарел“ (41 стр.); 10. Изводи и заключения (2 стр.); 11. Литература. Специалната част на

работата разглежда оценка на качествата на скалния масив и свързаната с него скална устойчивост в кариера „Люляката” – Девня и при югоизточния борд на рудник „Асарел“.

Актуалност на темата

Актуалността на темата е безспорна – тя е свързана с проблемите на устойчивостта на скалните откоси. През последните десетилетия в Световната практика навлизат нови, все по разнообразни новаторски методи за оценка на свойствата на скални масиви във връзка със строителната и стопанската дейност на човека. Въвеждането на оценъчни критерии като RMR или GSI, якостни модели, якостни свойства по пукнатини, кинематични модели за оценка и т.н. е сравнително ново или се прилага частично при разработката на рудници и кариери в страната. Тези обстоятелства предопределят и целите на дисертационния труд.

Изложение

В първата глава „Въведение” е представена актуалността на разглеждания проблем и са формулирани основните цели на дисертационния труд. Те могат да се обобщят като:

- характеризиране на скалните масиви като структурни системи с двойствено поведение в зависимост от обхвата на процесите на обрушване в него;
- преглед на съществуващите методики за оценка свойствата на скалния масив, тяхната взаимовръзка и съвместната им приложимост;
- прилагане на комплекс от съществуващите методи при изучаване на реални обекти и оценка на якостните свойства на скалните масиви;
- използване на получените резултати за оценка на устойчивостта на скалните откоси в светлината на структурно контролираните обрушвания на скални блокове и в условията на квазиеднородна среда;
- оценка на приложимостта на използваните подходи и методи.

Глава „Скалните откоси като структурни системи” е една от най-важните глави на дисертационния труд. В нея той е конспектирал основните принципи, на които се основават инженерногеоложките изследвания на скалните откоси с оглед на тяхната устойчивост. Те включват: 1) Принцип на системния подход; 2) Принцип на мащабния ефект; 3) Принцип на геодинамичното подобие; 4) Вероятностен или детерминистичен подход при оценка на устойчивостта.

В следващата глава „Класификации за свойствата на скалния масив” е направен преглед на приложимите класификационни системи за качествена оценка на свойствата на скалния масив и в частност на скалните откоси – RQD, RMR, SMR и GSI. Това са и най-често прилаганите в световната практика методи за оценка на скални масиви, в т.ч. и за открити рудници и кариери. Подробно са разгледани техните компонентни показатели, като са изяснени физическото им съдържание и взаимовръзка. Направен е детайлен анализ на предимствата и недостатъците на всеки метод, като докторантът се е спрял на SMR на Romana и GSI – модификация на Sonmez & Ulusay.

В четвъртата глава „Якостни модели на скалния масив. Модел на Hoek-Brown” кандидатът е направил обобщение на якостните модели, използвани за различни условия в скалната механика. Специално внимание е обърнато на модела на Hoek-Brown. В тази част е направен общ преглед както за условията на ненарушена скала, така и за скален масив.

В петата глава „Якост на срязване по пукнатини” са разгледани основните модели за оценка на якостта на срязване по пукнатини: 1) хлъзгане по гладка пукнатина; 2) хлъзгане по неравна пукнатина – двулинеен модел; 3) хлъзгане по неравна пукнатина – криволинеен модел. Характеризирани са основните показатели на грапавост (JRC) и якост (JCS) на стените на пукнатините, както и методите за тяхното определяне, вкл. методите на полеви измервания, обработка и оценка на мащабния ефект съгласно ISRM. Кандидатът е отделил специално внимание върху ъгъла на зацепване i и върху влиянието на запълнителя на пукнатините върху якостта на срязване.

В следващата глава „Устойчивост на скалните откоси” кандидатът прави обобщение на най-често срещаните видове скални деформации. Разгледани са 4 основни модела на възникване на такива деформации, а именно: блоково хлъзгане по линейна плоскост, хлъзгане на клин, скално преобръщане и общо хлъзгане на квазиеднороден скален масив. Те от своя страна са разделени на механизми, при които определящи за устойчивостта са съпротивленията на срязване по пукнатини и съответно такива, които не зависят съществено от съпротивленията по тях.

По-нататък са разгледани прилаганите в практиката методи за устойчивост, включващи кинематичните методи (метод на Markland), методите на гранично равновесие (методите на Bishop и Janbu) и числените методи (програмен продукт FLAC/Slope на Itasca).

Дотук според изложеното в глави от 2 до 6 може да се обобщи, че кандидатът има отлични познания върху инженерногеоложките методи за оценка на скалните масиви и за определяне на тяхната устойчивост. Тези познания, както ще се види в следващите глави, са подкрепени със солиден практически опит.

Седмата глава „Характеристични показатели” представя използваните статистически изчисления за определяне на характеристичните стойности на геотехническите показатели на скалите и масива съгласно Еврокод 7.

В следващите две глави – осма и девета, са представени резултатите от полевите и лабораторни изследвания в два обекта – кариера „Люляката” край Девня и югоизточния борд на рудник „Асарел“. Това е и най-обемистата част от дисертационния труд. Към нея се отнасят и 148-те страници приложения.

При изследването си в кариера „Люляката” кандидатът е дефинирал трите основни етапа, включващи първоначална рекогносцировка на бордовете, геологоструктурна фотодокументация и инженерногеоложки измервания на характерни точки („станции”) и изследване на главните разломни структури. Това е онагледено със снимки на характерни разкрития, на които са показани разломите и основните пукнатинни системи. Определени са основните възможни механизми на скални деформации, рисковите участъци и към кои пукнатинни системи са привързани. Скалните разкрития са охарактеризирани по RMR и GSI. Направени са изчисления на якостта на срязване по пукнатините, като е използвана формулата на Barton (1976).

Изследванията върху устойчивостта на бордовете на рудник „Асарел“ включват както класифициране по RMR и GSI, така и устойчивостта на скалния масив и скалните откоси за оразмеряване на проектни устойчиви откоси на югоизточния борд на рудник „Асарел“. Определянето на якостните показатели на ненарушените скални разновидности е извършено съгласно якостния модел на Hoek-Brown (2002). Стойностите на показателите m_i , s и a са коригирани съгласно стойността на показателя GSI. Изчисленията за якостните диаграми на скалните типове са направени с програмата RocLab1.0.

Извършени са изследвания за определяне на якостта по тектонски зони (разломи), които са на базата на предоставените данни от изследвани проби от тектонски глини от сондажите в рудника. Якостта на срязване по пукнатините е определена по формулата на Barton (1976) за определяне на триенето по тях.

Определени са ъглите на триене по пукнатини в масива. Съставени са геомеханични модели за стабилитетните изчисления на 4 бр. профилни линии. За стабилитетните изчисления е използван софтуерът FLAC/Slope, позволяващ в геомеханичните модели да се отчете анизотропността по едно постоянно ориентирано (системно и повсеместно) направление, по което масивът се характеризира със специфични (обикновено по-ниски) свойства.

В моделните изчисления са взети под внимание прогнозни водни нива в масива и въздействията от взривни работи. Използвани са данните от 58 измервания на ускоренията при взривни работи, от които е установено, че хоризонтални ускорения преобладаващо не надвишават 0.1g.

Последната глава съдържа обобщение на резултатите от направените изследвания. Направените изводи и заключения показват задълбочен анализ на приложените методи при изучаване на скалните откоси в зависимост от разнообразните условия в откритите рудници и съответните решения при оценката на тяхната устойчивост.

Литература

Списъкът с използваните научни публикации включва 64 заглавия, от които 7 на кирилица (5 на български и 2 на руски език) и 57 на латиница (54 на английски и 3 на немски език).

Приноси

По темата на дисертационния труд са направени следните приноси, обобщени от кандидата, както следва:

1. На базата на системния подход е извършено концептуално характеризирание на скалните откоси като структурни системи. Формулирани са основните принципи и подходи, които трябва да се прилагат при тяхното изследване.
2. Направен е обстоен и критичен преглед на съществуващите методики (полеви, качествени и количествени) за оценка свойствата на скалния масив, тяхната взаимовръзка и съвместната им приложимост за целите на оценката на устойчивостта на скални откоси в открити рудници и кариери. Оценени са преимуществата и слабите места на всеки използван метод.

3. Приложен е комплекс от съществуващите методи при изучаване на реални обекти и оценка на якостните свойства на скалните масиви, като са получени нови данни за структурата и свойствата на скалните откоси на кариера „Люляката“ – Девня и рудник „Асарел“.
4. Получените резултати са използвани за оценка на устойчивостта на съществуващи и проектни скални откоси и в светлината на структурно контролираните обрушвания на скални блокове и в условията на квазиеднородна среда. Направени са сравнения на получените резултати и оценка на приложимостта на използваните подходи и методи. Показана е значимостта на инженерната експертиза при съвместното използване на числени и аналитични методи.
5. Изготвената разработка може да се използва като методическа основа за изготвяне на нормативна база за оценка на устойчивостта и проектиране на скални откоси.

Публикационна дейност

Кандидатът е представил 4 публикации по тематиката на дисертацията. Всички са в съавторство. В рецензирани списания (Годишник на МГУ) са три от публикациите, а една е от национална конференция с международно участие. Не са представени данни за цитирания. По мое мнение могат да се дадат еднакви дялове на всички автори, участващи в публикациите, представени от кандидата.

Автореферат

Авторефератът е в обем 67 страници във формат А4 с включени 38 фигури, от тях 5 карти и 2 снимки, и 22 таблици. Той отразява напълно структурата и съдържанието на дисертационния труд.

Критични бележки, въпроси и препоръки

Имам отделни забележки по оформянето на илюстративната част от дисертацията. Например някои от подфигурните текстове са на две страници. Също така някои от цитиранията на фигурите започват от нов ред (като нов абзац), което вероятно се дължи на технически/софтуерен проблем по време на оформянето на текста. Има и неномерирани таблици на стр. 16-17.

В подфигурния текст на фиг. 5-2 е изпуснат източникът Ноек & Bray (1981).

Дали в кариерата или в открития рудник не се среща и друг тип скална деформация, освен онези, илюстрирани на фиг. 5-2? Например срещат ли се деформации на „изкълчване“ (buckling)?

На стр. 61 е описано стъпаловидно пропадане. Дали в случая става въпрос за т.нар. „step faults“, дали това е установено по време на картировката и ако е така, то какво е отражението при склоновата устойчивост? Не става ясно на ситуацията (фиг. 7-14).

Тъй като се изследват разломи (кариера Люляката), може би щеше по-добре да се илюстрират чрез номерация или някакво наименование, тъй като не става ясно на ситуацията къде се намират.

На фиг. 8-11 не става ясно на какво отговарят цветовете по бермите на рудника (син, червен и др.).

При някои от оценките на скалния масив в Приложение А2 (кариера Люляката) за корекционните коефициенти по ориентацията на пукнатините със стойност -25 са дадени оценка „благоприятно”, вместо „средно благоприятно” (по-точният превод на „fair” е „добро”). Също така в табл. 2-3 (стр.19) е изпусната стойността на корекционния коефициент от -60.

Настоящият труд е фокусиран върху най-разпространените в практиката методи за оценка на състоянието на скални масиви, с чието прилагане в практиката докторантът се е справил блестящо. Препоръчвам обаче паралелно прилагане (сравнение) и на други методи, като например австралийският Slope Stability Rating (SSR) на Taheri (2012), а също така и на други.

Може би щеше да е по-добре всички символи, използвани в настоящия труд, да се представят събрани на отделен лист в началото на текста след съдържанието.

Лични впечатления

Познавам Антонио Лаков от повече от 30 години. За мен той е утвърден учен и авторитет в областта на инженерната геология, точен и прецизен при изпълнение на поставените му задачи, със солиден практически и научен опит. Без съмнение, той е един от най-добрите специалисти в страната в областта на склоновата устойчивост, със значим принос при оценяването на процесите на скални деформации, каквато е и темата на дисертационния му труд. Смятам, че настоящият труд е един логичен резултат от неговата професионална дейност, която се надявам да продължава и занапред.

Заклучение

Смятам, че основните цели на изследването са изпълнени. Представеният текст е подготвен на съвременен научно ниво и притежава всички качества на завършен дисертационен труд. Той е изцяло дело на автора. Направените критични бележки не поставят под съмнение научните приноси и високото ниво на дисертационния труд. Препоръчвам на почитаемите членове на научното жури да присъдят на Антонио Вутов Лаков образователната и научна степен „доктор” по професионално направление 4.4 „Науки за Земята”, научна специалност „Инженерна геология”.

Рецензент:



проф. д-р Николай Добрев

София, 17.12.2018 г.