

Методика испытания горных пород на прочность неразрушающим методом при проходке транспортных тоннелей

Ю.А. Гергарт

Необходимость в проходке транспортных тоннелей возникает, как правило, в районах со сложным и неоднородным геологическим строением, а это, в основном, горные районы, в которых преобладают скальные и полускальные грунты.

Сотрудниками и аспирантами РГСУ накоплен опыт обследования [3] состояния и исследования геологического строения транспортных тоннелей в период их проходки и эксплуатации, моделирования совместной работы пород и тоннельной обделки [6], а также расследования причин аварий, вызванных неточностью геологической информации о пересекаемых тоннелем породах [7].

При производстве работ по проходке транспортных тоннелей в скальных и полускальных грунтах особое внимание следует уделять геологическому мониторингу, целью которого является определение инженерно-геологических и гидрогеологических условий вмещающей тоннель толщи.

В процессе проведения геологического мониторинга перед инженерами-геологами стоит ряд задач [2]:

- определение углов падения и азимутов падения (и простирания) пластов горных пород;
- величина капежа, определяемая суммарно на заходку тоннеля по калотте и штроссе;
- степень трещиноватости горных пород на забое или в интервале калотты, с последующим построением роз-диаграмм трещиноватости [8];
- прочность горных пород в массиве;
- выделение интервалов по степени устойчивости горных пород в выработке;

- прогноз изменения инженерно-геологических характеристик горных пород по направлению проходки тоннеля;

Все перечисленные выше характеристики толщи горных пород имеют решающее значения при выборе способа проходки и типа внутренней обделки тоннеля [1, 4]. Однако не все из них могут быть оперативно и достоверно определены непосредственно на забое.

Такие характеристики, как обводненность и трещиноватость могут быть предварительно определены с достаточной точностью в результате визуального обследования, азимут падения пластов горных пород определяется при помощи горного компаса, иначе дело обстоит с определением такой характеристики как прочность горных пород. Определение прочности горных пород является наиболее важной и весьма затруднительной задачей при осуществлении геологического мониторинга в составе работ по строительству транспортного тоннеля, так как связано с затратами времени и средств на доставку образцов горных пород в лабораторию, их подготовку к испытанию и непосредственно испытанию.

Лабораторные методы [9] испытания грунтов на прочность на сегодняшний день остаются основными. Их использование является обязательным и регламентировано нормативными документами, однако при проходке транспортных тоннелей существует необходимость в оперативном предоставлении информации о прочностных свойствах горных пород на забое тоннеля. С этой целью сотрудниками ООО «ГЕО-ПРОЕКТ» при участии автора была разработана методика определения прочностных свойств скальных и полускальных грунтов при помощи прибора Молоток Шмидта Silver Schmidt.

Как известно, проведение любого вида испытаний подразумевает участие в них одного или нескольких людей, и большую роль в этом процессе играет человеческий фактор. С целью минимизации влияния человеческого фактора при проведении испытаний горных пород с помощью

прибора Молоток Шмидта, нами был разработан ряд правил, при соблюдении которых достигается максимальная степень достоверности.

Выбор эталонной площадки (площадок) для проведения испытаний производится исходя из следующих условий:

-породы должны быть максимально приближены к природному состоянию, то есть в наименьшей степени затронуты горнопроходческими работами;

-породы в пределах эталонной площадки должны наиболее полно характеризовать весь забой в плане геолого-литологического строения и степени трещиноватости;

- эталонная площадка должна быть расположена вне зон неустойчивых и совершенно неустойчивых пород с наличием осыпей и "висячих глыб".

В пределах эталонной площадки необходимо выбрать небольшую поверхность для удара молотком и угол, под которым будет производиться удар. Поверхность, выбранная для испытания, должна быть очищена от посторонних загрязнений и, в случае наличия шероховатости и мелких неровностей, зачищена абразивным материалом. Угол, под которым будет производиться удар, должен быть перпендикулярен плоскости испытуемой поверхности [10].

Испытания (удары), следует производить в равном количестве вдоль и поперек слоистости, так как слоистые породы часто проявляют анизотропные свойства. При этом необходимо помнить, что во время удара прибор следует надежно зафиксировать на испытуемой поверхности, во избежание соскальзывания или отскока ударного бойка, что может повлечь за собой некорректное определение прочности породы. Искажение данных также может повлечь за собой удар в одну и ту же точку, (за счет уплотнения, либо растрескивания породы).

В том случае, если все вышеперечисленные правила испытаний были соблюдены и прибор выдает ошибку (на экран выводится текст "Error"), то вероятнее всего породы имеют очень низкие значения прочности в данной

точке испытания (размочены, раздроблены) и полученный результат в линейке испытаний необходимо зафиксировать как "0" и учесть при камеральной обработке данных.

При наличии нескольких литологических разностей, испытания необходимо проводить в отдельности для каждой из них, что позволяет учитывать их прочность в процентном соотношении при камеральной обработке результатов испытаний. Частные значения прочности по Молотку Шмидта для каждой геолого-литологической разности (слоя), полученные в результате испытаний в параллельном и перпендикулярном направлении по отношению к слоистости заносятся в геолого-разведочный журнал отдельно.

Помимо того, что описанный в данной статье метод опробования горных пород на прочность позволяет оперативно предоставлять данные о состоянии пород непосредственно на забое, несомненным плюсом этого метода является еще и то, что он позволяет опробовать все породы, слагающие забой тоннеля. Еще одним преимуществом данного метода является то, что, при условии соблюдения правил производства испытания, он практически полностью исключает погрешность, которая может иметь место вследствие присутствия человеческого фактора.

Литература:

1. Виноградова Е.В. Проблемы управления качеством бетонных работ [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, №3 – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1001> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

2. Инструкция по инженерно-геологическим изысканиям для проектирования и строительства метрополитенов, горных железнодорожных и автодорожных тоннелей. [Текст]: ВСН 190-78 Минтрансстрой- Москва 1978. С-6.

3. Карлина И.Н., Новоженин В.П. Особенности проведения комплексных натурных обследований объектов подлежащих реконструкции [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4 (часть 2). –

Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1235> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4. Крепление выработок набрызгбетоном и анкерами при строительстве транспортных тоннелей и метрополитенов. [Текст]: ВСН 126-90 Минтрансстрой- Москва 1990. С-2

5. ООО "ГЕО-ПРОЕКТ" Технический отчет геологический мониторинг и корректировка ПСД по временной и постоянной обделке тоннеля 93+300-III –ГП/2012/16 /Том 1 /Санкт-Петербург 2013 г. – С 2-5.

6. Прокопов А.Ю., Прокопова М.В., Ротенберг М.А. Математическое моделирование взаимовлияния автодорожного тоннельного комплекса №6-6а и действующего железнодорожного тоннеля №5 в г. Сочи// Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – ОВ № 7. Освоение подземного пространства мегаполисов.

7. Прокопов А.Ю., Лещенко В.В., Тыняная Е.М., Клименко А.П. Моделирование и анализ причин аварии при строительстве тоннельного комплекса №8автотрассы «Дублер Курортного проспекта» в г. Сочи// Перспективы развития горного дела и подземного строительства. Сб. научн. трудов. Вып 4. – Киев: Підприємство УВОІ «Допомога» УСІ», 2013. – С. 102 – 107.

8. Пустовит О.Е., Попов Ю.В. Методика изучения и анализа трещиноватости» часть 2. Графические методы изображения замеров ориентировки трещин и анализ трещиноватости. Учебно-методическое пособие. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2009. С.10-21.

9. BS 1377 Methods of Testing Soils for Civil Engineering Purposes, Measurements of shearing resistance, British Standards Institution, London 1990.

10. Operating Instructions SilverSchmidt & Hammerlink. Copyright 04 by Proceq SA, Schwerzenbach 2013.