



Н.М. ХАСАНОВ
ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.С.ОСИМИ
ДУШАНБЕ, ТАДЖИКИСТАН,
E-MAIL: KHASANOV.NURALI@MAIL.RU
N.M. KHASANOV
TALIK TECHNICAL UNIVERSITY N.A. M.OSIMI
DUSHANBE, TAJKISTAN

У.А.ЯТИМОВ
ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.С.ОСИМИ
ДУШАНБЕ, ТАДЖИКИСТАН
E-MAIL: YAKUBOVA@MAIL.RU
U.A. YATIMOV
TALIK TECHNICAL UNIVERSITY N. A. M.OSIMI
DUSHANBE, TAJKISTAN

E.mail. ksucta@elcat.kg

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАЗРУШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ТОННЕЛЕЙ

GEOLOGICAL FACTORS AFFECTING THE DESTRUCTION OF THE STABILITY OF HYDRAULIC TUNNELS

Макалада жер астындагы курулуштардын туруктуулугуна таасир этүүчү геологиялык факторлор анализденет. Тоо тектеринин талкаланышынын негизги факторлорунун бири анын жаракаланышы. Жаракалар улам тереңдеп отуруп акыры кыйрап түшүү, урап түшүү же жаракасынан терең ажырап кетүү сыяктуу геологиялык процесстер болот, бул процесстер тоннель-өтмөктөрдү курууну бир кыйла татаалдантат. Нурек ГЭСин куруу учурунда 25 миң³ көлөмүндөгү 100 ашуун урандылар катталган. Андан сырткары жаракаланыш таасиринен улам чен-өлчөмдөн ашык урандылар, айрылыштардын мисалдары келтирилген.

Чечүүчү сөздөр: гидротехникалык жана транспорттук өтмөктөр, таасирлер, геологиялык факторлор, жаракаланыш, урап түшүү, кыйрап түшүү, жаракасынан ажырап кетүү, туруктуулук.

В статье анализируются геологические факторы, влияющие на устойчивость подземных сооружений. Одним из основных факторов, приводящих к разрушению горных пород, является её трещиноватость. В результате развития трещиноватости происходят такие процессы как вывалы, переборы, выколы и т.п., что значительно усложняет строительство тоннелей. Только при строительстве Нурекской ГЭС было зафиксировано более 100 вывалов объемами 25 тыс. м³. Кроме того приведены примеры проявления сверхнормативных переборов в результате влияния трещиноватости.

Ключевые слова: гидротехнические и транспортные тоннели, воздействия, геологические факторы, трещиноватость, вывалы, переборы, выколы, устойчивость, ложбины, блочность.

The article analyzes the geological factors influencing the stability of underground structures. One of the main factors leading to the destruction of rocks is its fracture. The development of the fracture occurs such as a fall, bust, vicoli, etc., which greatly complicates



stroitelsvo tunnels. Only when stroitelsva Nurek there were more than 100 dumped volumes of 23 thousand m³. Besides the examples of manifestations of the excess of passes in the result of the influence of fracture.

Key words: transport and hydraulic tunnels, effects, geological factors, fracture, fall, strumming, pluck, resistance, trough, blocking.

В последние годы строительство гидротехнических и транспортных тоннелей нашло широкое применение в горных условиях Республики Таджикистана. Сложные условия строительства требуют знания, учёта и результатов воздействия геологических факторов, оказывающих влияние на устойчивость подземных сооружений.

Современные требования, предъявляемые инженерной геологией, выражаются в большей конкретизации и целенаправленности исследований, типизации массивов горных пород и построении для них статических моделей, на основе которых должны строиться инженерные расчётные схемы.

При строительстве гидротехнических сооружений в глубинах, на которых могут развиваться пластические деформации, давление горных пород проявляется в виде вывалов. Вывалы тесно связаны со структурными ослаблениями: трещиноватостью, крупными тектоническими трещинами, тектоническими разрывами. Наблюдения показывают, что зависимость, величины и частоты вывалов не зависят от крепости пород.

В качестве примера можно привести характеристику вывалов, наблюдаемых при проходке тоннелей Рогунской, Нурекской и Токтогульской ГЭС. Гидротехнические тоннели этих гидроэлектростанций имеют практически одинаковые параметры, технологические схемы строительства, расчётные показатели физико-механических свойств пород: коэффициент крепости по М.М. Протодяконову $f = 4 \div 8$, модуль деформации $E = (1.2 \div 3.2) \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$, категории крепости по СНиПу VI-VIII.

Несмотря на это, в тоннелях Нурекской ГЭС, пройденных в песчаниках и алевролитах красноцветной формации, было зафиксировано более 100 вывалов общим объёмом около 25 тыс м³, тогда как в известняках карбонатной формации, в которых были пройдены Токтогульской ГЭС, было зафиксировано лишь два вывала объёмом около 500 м³.

Приведённый пример свидетельствует, что влияние прочности пород значительно меньше влияния других факторов, в частности характера и степени трещиноватости.

Известны случаи, что при подготовке скального периметра и основания перед бетонированием свода, стен и лотков гидротехнических тоннелей образуются сверхнормативные переборы.

Для выяснения причин образования этих переборов было произведено ряд исследований институтами «Оргэнергострой», «Гидроспецстрой». В результате было установлено, что сверхнормативные переборы образуются по двум основным причинам: технологическим и геологическим, причём первые постоянно действующие, а вторые переменные - поскольку они обусловлены часто меняющимися параметрами состава, состояния и структуры пород по длине тоннеля.

Результаты обработки фактического материала по выявлению степени участия геологических и технологических факторов в общем процессе увеличения переборов, приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что степень участия по геологическим факторам составляет в среднем 36,4 % от общего объёма переборов, а технологическим факторам - 21%. Переборы по периметру выработок по геологическим причинам составили в среднем по объектам от 12 до 16 см, по технологическим от 5 до 15 см. Нормативные переборы при этом приняты равными 15 и 20 см в зависимости от группы пород.



Таблица 1 - Средние величины переборов образовавшихся по геологическим и технологическим причинам в гидротехнических тоннелях (в см по периметру и в % от общего объема переборов)

Тоннели	Породы и их группы по СНиПу	Категория трещиноватости	Переборы по геологическим причинам		Переборы по технологическим причинам		Переборы по СНиП	
			%	см	%	см	%	см
Рогунской ГЭС	Песчаники, алевролиты и аргиллиты, V-VIII	I, II	45,0	16	14,0	5	41,0	15
Нурекской ГЭС	Песчаники и алевролиты, V-VIII	I, II	43,0	15	15,0	6	42,0	15
		I, II	29,0	14	31,0	15	40,0	20
Строительный Капчатой ГЭС	Кварцевые порфириды и кератофиры, VII-X	II, III	30,0	13	25,0	11	45,0	20
		II	35,0	12	20,0	10	45,0	15
Водоводы, Вилюской ГЭС	Долериты, VII-X							
Строительный Сарсангского гидроузла	Туфобрекчии порфиридов, VII-VIII							

Методика исследования влияния геологических факторов на сверхнормативные переборы в гидротехнических тоннелях основана на изучении структурных особенностей горных пород на опытных площадках, располагавшихся в лотках, сводах и стенах.

Результаты исследований показали, что комплекс геологических факторов влияет на формирование выколов и ложбин в породе, истираемость породы транспортными механизмами, слабые сопротивления породы сжатию, особенно в водонасыщенном состоянии, на выветривание и главным образом, на степень трещиноватости и блочности.

Следует отметить, что геологической особенностью пород, распространенных по трассам тоннелей, является наличие в них зон дробления, заполненных обычно щебнисто-глинистым материалом. Длина таких зон в алевролитах и песчаниках Нурекской ГЭС достигает 2-3 м и занимает 20% от общей площади в лотке тоннеля. Зоны дробления по техническим условиям подлежат удалению на глубину до 0.5-1.5м, при этом на заполнение таких ям расходуется часть бетона, не предусмотренная проектом и СНиПом.

Еще одной геологической особенностью пород по трассам тоннелей является их низкая прочность на сжатие. Например, на некоторых участках пересекаемые породы имеют временное сопротивление на сжатие в сухом состоянии не более 500 кг/см², а в водонасыщенном состоянии по 50-100 кг/см². Естественно, что при зачистке поверхности лотка тоннеля перед бетонированием с помощью бульдозера эти породы разрушаются, образуя плоские широкие ложбины глубиной от 0.4-1.2м. На заполнение таких ложбин также требуется часть бетона, не предусмотренная проектом. Необходимо отметить, что породы слабой прочности имеют способность к истиранию транспортными механизмами. Истираемости пород способствует интенсивная их обводненность в результате которой происходит вымывание глинистого заполнителя из трещин и их разуплотнение.

Геологическим фактором, увеличивающим переборы в лотках, сводах и стенах тоннелей, является выветривание породы. В алевролитах и песчаниках Нурекской ГЭС и Рогунской ГЭС выветривание достигает 1.5-2.5м. Как показали наблюдения в лотках тоннелей значительного выветривания, не произошло, так как породы прикрывалась слоем смесей щебня с суглинком толщиной 0.2-0.3м. и они в этом случае слои служат предохранительной подушкой от выветривания. На величину переборов влияет технология производства взрывных работ. Даже при наличии шпуров, забуренных близко к проектному



контуру, величина переборов при общепринятой взрывных работ зависит от типа ВВ и конструкции контурного заряда. Основное влияние на качество оконтуривания оказывает трещиноватость породного массива и величины сцепления между отдельными породными блоками. Таким, образом, трещиноватость оказывает существенное влияние на качество оконтуривание при проходке горных выработок. Опыт строительства подземных ГЭС показывает, что это влияние должно быть учтено в каждом конкретном случае в зависимости от структурных особенностей массива горных пород на трассе тоннеля. Поэтому, кроме учёта данных изысканий должно вестись непрерывное геологическое прогнозирование по трассе проходимых выработок, что позволит корректировать параметры буровзрывных работ.

Анализ результатов проведённых работ позволяет сделать следующие выводы:

1. При проходке постоянных подземных сооружений в обязательном порядке должно применяться технология контурного взрывания;

2. Наличие несколько систем трещин оказывает существенное влияние на точность оконтуривания выработок, что должно учитываться при составлении проектной документации. С целью учёта структурных особенностей геологического строения массива горных пород, необходимо постоянно в процессе производства работ прогнозировать породы по трассе тоннеля, с помощью постоянно действующей геологической службы;

3. В качестве мероприятий по уменьшению переборов в лотках тоннелей, сооружаемых в трещиноватых, мелко блочных породах, относящихся к I и II категориям, рекомендуется предварительно укладывать «черновой бетон» в качестве защитного слоя от образования выколов, ложбин и истирания породы транспортными механизмами, а также от выветривания породы;

4. Угол наклона контурных шпуров имеет существенно более высокую степень влияния на переборы, в сравнении с величиной отклонения устья шпуров от проектного контура выработки;

5. Фактический разброс параметров расположения контурных шпуров и соответствующие законтурные переборы, а также статические характеристики стабильности этих величин являются типичными технологическими признаками БВР без применения автоматических средств контроля бурения шпуров при проходке выработок в условиях отечественного горностроительного производства;

6. В ряде случаев трещиноватость не только влияет на механические характеристики пород в массиве, но и на расчленение массива на структурные элементы –блоки, придает новое качество массиву, деформации которого оказываются связанными с взаимным смещением блоков, а напряжённое состояние напряжениями на их контактах.

Список литературы

1. Бротанюк И. Контурное взрывание в горном деле и строительстве [Текст] / И.Бротанюк, Й. Вода. – М.: Недра, 1983.

2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений [Текст] / Н.С.Булычев. – М.: Недра, 1982.

3. Баклашов И.В. Механика подземных сооружений и конструкции крепей [Текст] / Изд. 3-е // И.В. Баклашов, Б.А. Картозия. - Москва: Студент, 2012. - 542 с.

4. Баклашов И.В. Геомеханика [Текст]: Учебник для вузов. Том1. Основы геомеханики / И.В.Баклашов. - М.: МГГУ, 2004. - 208 с.

5.Картозия Б.А. Шахтное и подземное строительство [Текст] Том 1. / Б.А. Картозия, Б.И.Федунец, М.Н. Шуплик и др. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. - 607 с.

6. Горные и взрывные работы в гидротехническом строительстве [Текст] – Тула: 1973.