

УДК 69.035

Т. Хаддал

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВРЕМЕННОЙ КРЕПИ ПРИ ПРОХОДКЕ АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ В ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОДАХ

Предложено решение по выбору временной крепи при проходке автодорожных тоннелей в слабых скальных породах в Иране.

Ключевые слова: тоннелестроение, выбор временной крепи.

Анализ перспектив тоннельного строительства в Иране позволяет определить особенности инженерно-геологических условий строительства, некоторые статистические данные о протяженности и глубине заложения большинства намеченных к строительству тоннелей.

Во-первых, на трассе большинства тоннелей преобладают породы с крепостью по М.М.Протоdjяконову от $f = 2$ до $f = 4$. Указанные коэффициенты крепости характеризуют прочность породного массива с учетом структурного ослабления трещинами различного происхождения.

Во-вторых, характерной особенностью начального напряженного состояния породного массива является искажение гравитационного поля напряжений воздействием тектонических напряжений. Так в работе [1] отмечается, что в большинстве случаев на глубине от 200 до 350 м горизонтальная составляющая тензора напряжений в породном массиве превосходит вертикальную (соизмеримую с гравитационным полем напряжений) в 1,5 раза. Большинство из намеченных к строительству тоннелей залегает на глубине до 300 м, где и отмечается повышенное влияние тектонических напряжений в породном массиве.

В-третьих, протяженность 75% тоннелей на перспективных линиях не превосходит 800–1200 м.

В таких условиях при выборе способа сооружения тоннелей, ориентируясь на мировой опыт, следует отдать предпочтение горному способу. Анализ мирового опыта строительства транспортных тоннелей горным способом в условиях, аналогичных описанным выше, позволяет рекомендовать новоавстрийский способ (НАТМ), как отвечающий требованиям высоких технологий [2].

Гибкая технология НАТМ позволяет вести работы в слабых скальных породах с разработкой породы комбайном со стреловым исполнительным органом, легко приспосабливаться к изменяющимся по трассе тоннеля инженерно-геологическим условиям без замены основного технологического оборудования за счет различных схем поэтапного раскрытия опережающих забоев и возможного варьирования конструктивным решением временной крепи. Очевидно, что только обоснованный выбор параметров временной набрызгбетонной или комбинированной крепи работок, имеющих различные размеры и формы поперечного сечения и заложенных в разнообразных инженерно-геологических условиях, может

гарантировать эффективность сооружения транспортных тоннелей новоявстрийским способом.

По результатам исследований силового взаимодействия временной набрызгбетонной и комбинированной крепи, выполненных методом численного анализа [3], разработана методика выбора комбинированной временной крепи ("методика Т") применительно к горно-геологическим условиям северного Ирана. Методика реализует возможность управления горным давлением за счет податливой временной крепи, позволяющей включить в работу породный массив и, в конечном итоге, снизить нагрузку на обделку автодорожных тоннелей. "Методика Т" разработана для проектирования автодорожных тоннелей с криволинейным очертанием стен в слабых скальных породах с коэффициентом крепости $1,5 < f < 4$, расположенных на глубине до 200 м.

В "Методике Т" длина обнажения пород допускается не более 3 м, что определяет начальные смещения массива и приводит к его "разгрузке" и, в последующем, к уменьшению величины напряжений на контакте крепи и массива, которое учитывается коэффициентом K . Величина коэффициента K меняется от 1 при установке крепи непосредственно в забое калотты, до 0,4 при бетонировании временной крепи из набрызгбетона на расстоянии $L_0 \approx 3$ м от забоя.

Для оценки качества породного массива и выбора соответствующей крепи выработки использована классификация пород по крепости проф. М.М. Протодьяконова [4], в соответствии с которой породы делятся на десять категорий (от I до X) с коэффициентом крепости от 20 до 0,3 [5].

Взаимодействие временной крепи с окружающими породными массивами в зависимости от коэффициента

бокового давления λ и коэффициента крепости f , представлено на рис. 1, где приведены графики и рекомендации по выбору типа временной крепи в слабых скальных породах. Анализ рис. 1 и "Методики Т" показывает, что могут быть следующие варианты временной крепи и технологии крепления тоннелей:

1. $f=1,5, \lambda=1$ - временная крепь из набрызгбетона толщиной 20 см и анкера длиной 6 м, устанавливаемые с шагом 0,6 м.

2. $f=2, \lambda=0,25$ - временная крепь из набрызгбетона толщиной 20 см и анкера длиной 6 м, устанавливаемые с шагом 0,6 м.

3. $f=2, \lambda=0,53$ - временная крепь из набрызгбетона толщиной 20 см и анкера длиной 6 м, устанавливаемые с шагом 0,6 м.

4. $f=2, \lambda=1,5$ - временная крепь из набрызгбетона толщиной 20 см и анкера длиной 6 м, устанавливаемые с шагом 0,6 м и усиленные арками или арматурным каркасом.

5. $f=4, \lambda=0,25$ - временная крепь из набрызгбетона толщиной 20 см и анкера длиной 4 м, устанавливаемые с шагом 1 м.

6. $f=4, \lambda=0,53$ - временная крепь из набрызгбетона толщиной 20 см и анкера длиной 4 м, устанавливаемые с шагом 1 м.

7. $f=4, \lambda=1,5$ - временная крепь из набрызгбетона толщиной 20 см и анкера длиной 4 м, устанавливаемые с шагом 1 м.

Таким образом, в слабых скальных породах с $1,5 < f < 4, 0,25 < \lambda < 1$ и $f=4, \lambda=1,5$ рекомендуется использовать набрызгбетонную крепь в сочетании с анкерами. В породах $f=2, \lambda=1,5$ рекомендуется комбинированная крепь с арками. Такие рекомендации объясняются тем, что в породах с коэффициентом крепости $f=2$ при боковом давлении $\lambda=1,5$ тектонические

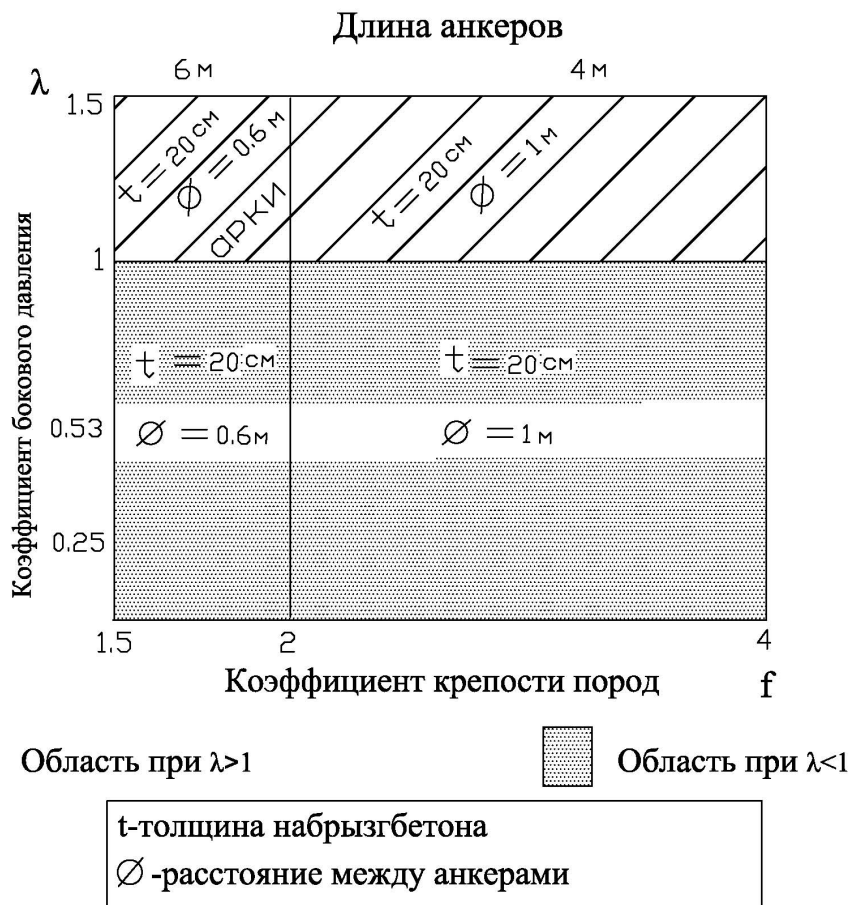


Рис. 1. Рекомендации по выбору типа временной крепи и технологии временного крепления по “Методике Т”

напряжения негативно влияют на условия работы временной крепи из набрызгбетона и анкеров и требуют ее усиления арматурным каркасом, а при $f=4$ негативное влияние отсутствует.

Замечания по рис. 1:

1. Величина смещения временной крепи из набрызгбетона и анкеров в породах с $f=4$ и $\lambda=0,25$; $f=4$ и $\lambda=1,5$ не должна превышать критического значения 21 мм; в породах с $f=2$ и $\lambda=0,53$; $f=1,5$ и $\lambda=1$ – 32 мм.

2. f – коэффициент крепости пород с учетом структурного ослабления массива.

3. λ – коэффициент бокового давления, меняющийся в промежутке $0 < \lambda < 1$, $\lambda=1,5$ – коэффициент тектонического напряжения.

Методика предназначена для решения практических инженерных задач, связанных с оценкой устойчивости выработки, закрепленной комбинированной временной крепью при строительстве транспортных тоннелей. Методика позволяет:

- оценивать влияние начального поля тектонических напряжений $\lambda=1,5$ на условия работы временной крепи из набрызгбетона и анкеров [3];

- увеличивать несущую способность крепи без ее утолщения за счет установки усиливающих элементов (арок, анкеров);

- рассчитывать допустимую (критическую) величину смещения конструкции временной крепи в слабых скальных породах при $1,5 < f < 4$ [3];

- обеспечивать снижение стоимости строительства, а также повышение скорости и безопасности горнопроходческих работ.

Выводы

1. Разработан метод выбора временной крепи (Методика "Т") автодорожных тоннелей большого поперечного сечения в Иране, сооружаемых

горным способом (НАТМ), учитывающий отставание временной крепи от забоя выработки, категорию устойчивости пород и взаимодействие временной крепи с породным массивом.

2. "Методика Т" является совокупностью методик, определяющих конструктивные параметры временной крепи до возведения постоянной обделки в конкретных инженерно-геологических условиях строительства тоннеля (в слабых скальных породах). Этот метод отвечает на современном этапе развития тоннелестроения требованиям высоких технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Исмаил М. Сиавоши.* Обоснование поля напряжений массива горных пород для расчета обделок автодорожных тоннелей Талун и Алборз в Иране. // Проблемы развития транспортных и инженерных коммуникаций. №4. М. 2004 г.

2. *Фролов Ю.С., Мордвинков Ю.А.* Современные методы сооружения тоннелей горным способом в слабых скальных и полускальных грунтах / Фролов Ю.С., Ю.А. Мордвинков // Метро и тоннели. №2. 2006 г.

3. *Хаддал Т.* Численный анализ влияния конструктивных параметров временной крепи на устойчивость выработки при проходке автодорожных тоннелей в Иране // Вестник гражданских инженеров. №24. — 2010. — С. 39-42.

4. СНиП II -44-78. "Тоннели железнодорожные и автодорожные" Нормы проектирования. М. Стройиздат, 1978.

5. *Тоннели и метрополитены.* В.Г. Храпов, Е.А. Демешко, С.Н. Наумов.-М.: Транспорт, 1989, 383 с. **VIAS**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Хаддал Теймур – аспирант, Temur-72@mail.ru, Московский государственный горный университет.

