

## ПОСЛЕДСТВИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО РИСКА ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Д.т.н., проф. Б.А. Лысков, инж. В.Я. Ковтун, Донецкий национальный технический университет, г.Донецк*

Строительство подземных сооружений, в частности, туннелей, сопряжено с риском обрушений горных пород. Причины подобных аварий могут быть различными, однако, устранение их последствий часто оказывается весьма затруднительным и дорогостоящим.

Описанные далее результаты обследования происшедших аварий, компьютерного моделирования и теоретических исследований показывают, что для предотвращения таких случаев необходимы обширные геологические и гидрологические изыскания, детальные проектные проработки и тщательное выполнение горнопроходческих операций.

В недавние годы общее внимание было привлечено к нескольким трагическим несчастным случаям, происшедшим в строящихся туннелях различных стран мира [1]. Эти аварии объясняются следующими факторами:

- увеличивается количество строящихся туннелей;
- к строительству привлекаются люди, незнакомые с современной техникой и технологией проходческих работ;
- возникающие опасности неадекватно оцениваются и контролируются;
- существует переоценка некоторых методов строительства;
- более открыто публикуются сведения о происшедших авариях.

При строительстве туннеля всегда есть определенная вероятность внезапного обрушения забоя, деформаций и разрушения крепи, прорывов грунта и воды. Каждый такой случай неуправляем и поэтому может привести к тяжелым последствиям.

При буровзрывном способе строительства аварии могут начинаться с перегрузки крепи, которая вызывается взрывными работами и приводит к разрыву соединительных элементов, если прочность их материала меньше, чем воздействующая нагрузка. Дальнейшие повреждения крепи зависят от веса и формы заряда, точки детонации, типа, толщины и материала крепи, размера и формы туннеля, параметров окружающих пород.

Когда крепь туннеля подвергается чрезвычайным нагрузкам, взаимоотношения между напряжениями и деформациями в ее материале отличаются от условий статических нагрузок. Такая разница возникает из-за появления динамических сжимающих и растягивающих усилий, вызванных взрывом в забое. Так, для железобетона коэффициент динамического увеличения составляет 4 для сжимающих и 6 для растягивающих напряжений.

Снижение влияния этого фактора достигается применением посекционной проходки туннелей большого сечения (так называемого Ново-Австрийского метода), выбором вида и параметров первичной крепи, например, набрызгбетона и т.д [2].

Применение буровых туннельных машин улучшило условия работы крепи, но не решило всех проблем аварийности проходческих работ. При встрече забоя с зонами, заполненными несвязанными породами, режущая головка машины блокируется их крупными фрагментами. Если машина пытается отойти назад, чтобы устранить проблемы в забое, обрушается еще больший объем фрагментов, приводя к образованию полости в кровле туннеля.

Одним из классических пунктов потенциальных аварий являются порталы туннелей, поскольку они располагаются в склонах, которым обычно свойственны проблемы

нестабильности. Здесь землетрясения или взрывные волны могут явиться спусковым механизмом, вызывающим сползание грунтов, выпадение породных блоков или даже обрушение туннеля и разрушение строений на вершине холма. Вместе с тем потенциальные повреждения порталов оцениваются как менее опасные, поскольку необходимые ремонтно-восстановительные работы проводятся вблизи открытого пространства. По этой же причине затопления портала при прорыве воды представляет меньшую угрозу, чем линейный участок туннеля.

Наиболее заметны визуально те аварии, последствия которых видны на поверхности земли. Распространение вывала, вплоть до образования провала может быть чрезвычайно быстрым. Как показывает опыт, общим решением для предотвращения расширения обрушенной зоны является заполнение образовавшейся полости любыми видами материала: бетоном, грунтом, породой, песком и даже дробленным стеклом. Иногда требуется затопление части туннеля водой, что выравнивает разницу ее давлений изнутри и снаружи полости. Эти неотложные меры предназначены для минимизации повреждений на поверхности, но в последующем приводят к усложнению доступа к поврежденной части туннеля и требуют большого объема работ для удаления материала-заполнителя.

Методы ремонтно-восстановительных работ, как правило, существенно отличаются от проходческих, что приводит к значительному возрастанию стоимости и продолжительности подземного строительства. К методам ремонта относятся тампонажные работы, замораживание пород, опережающая крепь, а иногда, избыточное давление воздуха для предотвращения притока воды. В исключительных случаях изменяется маршрут туннеля или строительство с поверхности котлована, вскрывающего место аварии, что еще больше увеличивает общие затраты.

Кроме аварий, проявляющихся в виде провалов поверхности, в туннелях происходят обрушения пород, ограниченные подземным пространством.:

- вывалы слабых или трещиноватых пород кровли;
- вывалы в забое и стенах туннеля при работе механизированных средств отбойки породы или при остановке забоя;
- внезапные выбросы породы, обычно происходящие в туннелях на большой глубине.

Еще одной категорией аварий являются притоки или прорывы воды, которые влияют на процесс строительства, устойчивость туннеля и на окружающую среду, поскольку они нарушают стабильность уровня подземных вод. Источником притока воды становятся водоносные горные породы, источником прорыва – подземный бассейн, с которыми встретился забой туннеля.

### **Библиографический список**

1. Кауфман Л.Л., Лысиков Б.А. Геотехнические риски подземного строительства. – Донецк: Норд-Пресс. – 362 с.

2. A joint code of practice for the procurement design and construction of tunnels and associated underground structures in the United Kingdom. Microsoft PowerPoint-[heathrow].