

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ ВРЕМЕННОЙ КРЕПИ ПРИ ПРЕОДОЛЕНИИ ТОННЕЛЕМ НАРУШЕННЫХ И ОСЛАБЛЕННЫХ ЗОН ПОРОДНОГО МАССИВА

Стаканов И.В.

Научный руководитель канд. техн. наук Ермолаев В.Л

Сибирский федеральный университет

Строительство основной части железнодорожной линии Курагино – Кызыл будет осуществляться в условиях горного рельефа и для спрямления линии трассы на ней потребуется сооружение значительного количества тоннелей. Протяженность большинства из этих тоннелей будет недостаточной для эффективного применения тоннелепроходческих механизированных комплексов, и их прокладка будет вестись горным способом.

Инженерно-геологические условия строительства тоннелей отличаются большим разнообразием. Даже при прокладке трассы единично тоннеля строители могут встретить на ней участки с резко контрастными условиями – от устойчивых скальных пород до сильно трещиноватых и перемятых пород вблизи тектонических разломов. Преодоление ослабленных участков горного массива замедляет темпы строительных работ, а неправильный выбор инженерно-технологических решений или некачественное их исполнение способны спровоцировать аварийные ситуации с непредсказуемыми результатами.

Существует большое множество инженерно-технологических подходов к решению задач по преодолению нарушенных и ослабленных участков массива при строительстве тоннелей. В представленной работе мы рассмотрим некоторые современные технологии, реализующие принцип предварительного создания защитных экранов в грунтах нарушенных зон до начала их разработки.

Создаваемые таким образом экраны, должны обеспечивать выполнение следующих условий:

- несущая способность защитного экрана должна выдерживать нагрузки от вмещающих пород и грунтов, надежно защищая внутреннее пространство тоннеля от обрушений в кровле и стенках вплоть до момента возведения постоянной обделки;
- при наличии подземных вод защитный экран должен надежно выполнять функции противодиффузионной завесы;
- граница защитного экрана должна проходить по периметру сечения тоннеля в черне, а сам экран должен располагаться за пределами сечения тоннеля – таким образом снижаются энергетически и материальные затраты на разработку массива внутри сечения тоннеля и не ослабляются динамическими воздействиями породоразрушающего инструмента несущая способность защитного экрана.

В зонах ослабления, представленных скальными и полускальными трещиноватыми породами для создания защитного экрана во многих случаях эффективным решением может быть применение предварительной цементации пород. Она может применяться как самостоятельное инженерное мероприятие, так и в сочетании с применением армирующих элементов. На рисунке 1 представлена принципиальная схема цементации трещиноватых скальных пород внутри нарушенной зоны массива 1 через породную перемычку 3. Начальное расположение цементационных скважин на плоскости забоя тоннеля (открытой стороне породной перемычки) представлено в сечении А-А, а их пространственное распределение вокруг проектного контура тоннеля на сечении Б-Б.

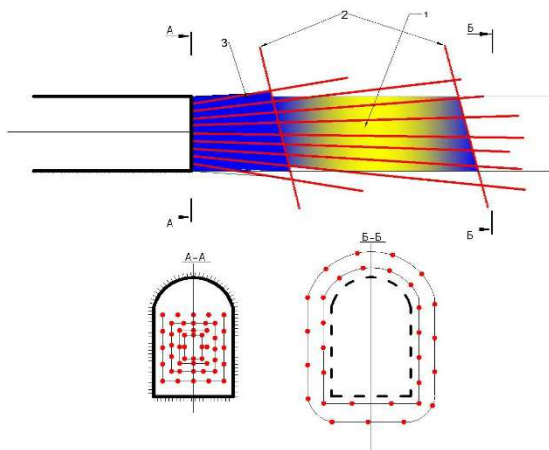


Рисунок 1. Схема цементации.

При наличии в нарушенной зоне массива сильно перемятых пород обычная цементация может оказаться недостаточной без применения армирующих элементов, повышающих несущую способность защитного экрана. В этом случае достаточно эффективным решением может служить создание защитного экрана из перфорированных металлических труб, через которые производится и цементация пород (рис. 2).

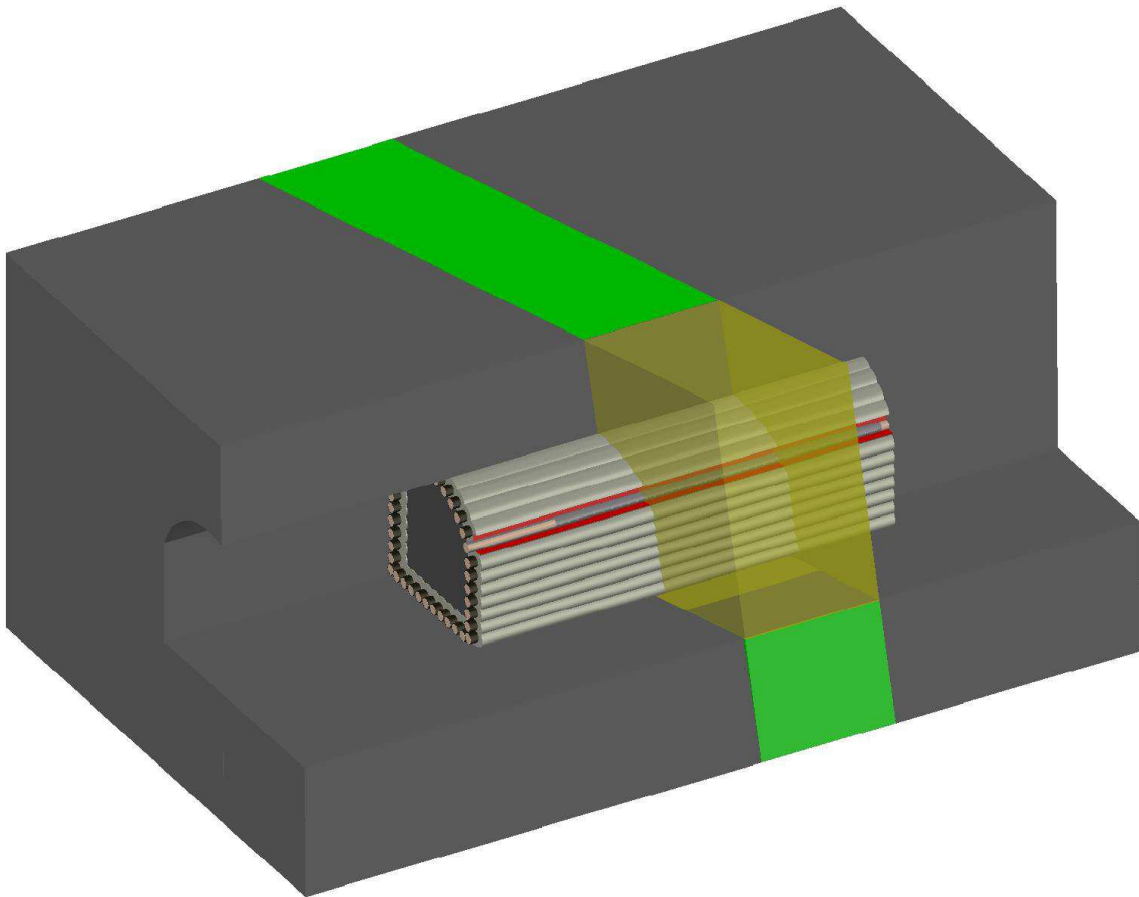


Рисунок 2. Защитный экран из перфорированных труб с цементацией пород.

При значительной протяжённости пересечения зоны нарушения работоспособность трубчатого экрана будет во многом определяться точностью бурения – при значительных отклонениях положения труб в пространстве недр от проектного будет снижаться как несущие, так и противofильтрационные свойства экрана. В этом случае следует применять ступенчатые экраны, формирующиеся из конически расходящихся «зонтиков» (рис. 3). В торце каждой такой ступеньки-зонтика формируется противofильтрационная перемычка.

При пересечении нарушенных зон в которых породы перемяты до состояния дресвы эффективным средством создания защитного экрана служит струйная цементация. Возможность применения струйной цементации значительно зависит от характеристики грунтов. В частности, метод дает удовлетворительные результаты для крупнозернистых грунтов, тогда как его использование для плотных глинистых грунтов вызывает некоторые проблемы и метод практически не используется для скальных пород, кроме случаев сильно трещиноватых перемятых скальных пород.

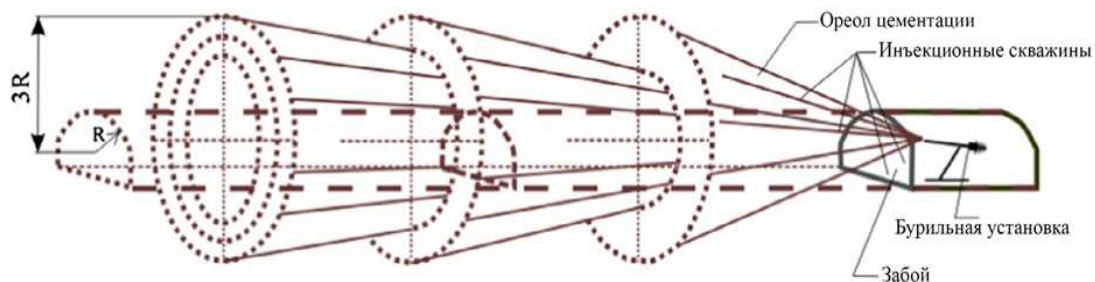


Рисунок 3. Схема формирования ступенчатого экрана

Струйная цементация грунтов («jet grouting») - метод закрепления грунтов, основанный на одновременном разрушении и перемешивании грунта высоконапорной струей цементного раствора. В результате струйной цементации в грунте образуются грунтоцементные сваи диаметром 600-2000 мм. Струйная цементация отличается от обычной цементации тремя основными особенностями: метод может применяться для большинства нескальных грунтов – от мягкой глины и песка до гравия; исходный пункт в результате цементации полностью преобразуется в новый материал – грунтобетон, характеризующийся высокой прочностью, низкой способностью к деформациям и очень низкой водопроницаемостью; геометрические размеры и свойства грунтобетонных элементов могут обоснованно выбираться на стадии проектирования и экспериментально проверяться в процессе возведения сооружения.

При строительстве тоннелей на железнодорожной трассе Курагино – Кызыл, наиболее перспективными нам представляются такие технологии преодоления нарушенных участков массива, в основе которых положен принцип формирования опережающего защитного экрана. Способы формирования экрана в глубине массива должны соответствовать инженерно-геологическим условиям пересекаемого нарушенного участка и нам представляется возможным рекомендовать для этих целей:

- предварительную цементацию – в трещиноватых породах с пониженной устойчивостью;
- формирование экрана из параллельно расположенных перфорированных труб в сочетании с цементацией – в сильно трещиноватых неустойчивых породах при относительно небольшой протяженности нарушенных участков;
- формирование «экранов-зонтиков» из конусно расходящихся труб – при значительной протяженности нарушенных участков;
- формирование грунтов методом струйной цементации – при пересечении нарушенных участков, представленных сильно перемятыми породами и большей частью – до состояния дресвы.