

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИТНОГО ЭКРАНА ДЛЯ ГОРНОГО СПОСОБА ПРОХОДКИ НАКЛОННОГО СТВОЛА В ЗОНЕ ВЕРХНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Малинин А.Г., техн.директор ЗАО «ИнжПроектСтрой», к.т.н.

Введение.

В статье [1] приведен опыт устройства защитного ограждения при строительстве наклонного ствола в г.Воркуте.

Напомним, что при реконструкции шахты «Заполярная» предполагается строительство наклонного ствола, соединяющего горные транспортные выработки с расположенной на поверхности центральной обогатительной фабрикой (ЦОФ «Печорская»).

На участке длиной приблизительно 160 м наклонный ствол под углом 12 градусов пересекает зону неустойчивых четвертичных отложений, далее трасса проходит по устойчивым скальным породам.

В зоне четвертичных отложений, состоящих из обводненных песков, супесей и суглинков, проходка выполнялась с помощью специального способа – сооружения защитного ограждения, устраиваемого с применением технологии струйной цементации [1].

На первом этапе скважины для струйной цементации бурили с поверхности. На участке 65 м было выполнено семь заходов с последовательным увеличением глубин бурения скважин до 30 м. Дальнейшее увеличение глубины бурения резко снизило производительность работ в связи с многочисленным заклиниванием бурового инструмента в песчаных породах.

Кроме того, переход на более глубокие захватки сопровождался увеличением объемов «холостого» бурения, что делало продолжение работ экономически нецелесообразным.

В конечном итоге при достижении глубин бурения более 30 м работы были остановлены, что в целом совпало с окончанием строительного сезона в условиях короткого заполярного лета.

В рамках подготовки к следующему строительному сезону заказчиком был объявлен новый тендер на устройство защитного экрана вокруг наклонного ствола в интервале глубин 30-80 м (до входа ствола в устойчивые скальные грунты).

Службами Заказчика было предложено подготовить для сравнения два варианта – вариант с использованием технологии замораживания пород с поверхности земли, позволяющий значительно сократить объемы буровых работ, и вариант горного способа проходки ствола с устройством защитного экрана из забоя выработки.

Специалистами предприятия «ИнжПроектСтрой» был разработан проект устройства защитного экрана из забоя ствола с использованием комбинации толстостенных труб и грунтоцементных свай (колонн).

В связи с тем, что в нашей стране отсутствовал опыт сооружения подобных экранов с применением технологии струйной цементации на глубинах 30-80 м, в процессе разработки проекта были проведены многочисленные консультации с ведущими специалистами итальянских фирм GARASSINO, TECNIWELL и IPC, имеющими значительный опыт выполнения подобных работ в аналогичных горно-геологических условиях [2,3].

1. Инженерно-геологические условия площадки строительства

Геологический разрез площадки строительства представлен толщей отложений различных генетических типов современного и верхнечетвертичного возраста. Характерной особенностью геолого-литологического строения участка строительства ствола является наличие толщи четвертичных отложений, представленных песчано-гравийными грунтами, значительной мощностью до 80-85м, кровля которых залегает на глубине 2,1-3,0 м от поверхности земли.

Верхнечетвертичные отложения представлены преимущественно несвязными грунтами - песками различной крупности, а также гравийно-галечниками с песчаным заполнителем до 20-40%. Пылеватые разности песков переслаиваются с тонкими прослойками супесей и суглинков.

Ниже 27-30м встречаются пласты и линзы различной мощности супесей, суглинков и глин от мягкопластичной до твердой консистенции, переслаивающихся с прослойками обводненного песка.

На глубине 83-85 м верхнечетвертичные отложения подстилают отложения осадочного типа - песчаники, аргиллиты, алевролиты.

Район площадки характеризуется сложными и неоднородными геокриологическими условиями. Хотя подавляющая часть площадки сложена вечномерзлыми грунтами, однако в пределах участка строительства наклонного ствола вечномерзлые грунты не были вскрыты ни одной из разведочных скважин при глубине бурения до 45 м.

Грунтовые воды приурочены к толще талых несвязных грунтов. По своим гидростатическим параметрам воды вскрытого горизонта безнапорные и слабонапорные, но принадлежат единому водоносному горизонту, т.к. в связи с отсутствием выдержанных водоупоров воды разных вскрытых уровней имеют гидравлическую связь.

По своему составу и физико-химическим свойствам воды вскрытого горизонта являются неагрессивными к конструкциям из бетона нормальной проницаемости на обычном портландцементе.

Геологический разрез показан на рис.1.

2. Техническое решение

Техническое решение, предложенное специалистами предприятия, заключалось в устройстве опережающего защитного экрана из забоя ствола. Принципиальная схема защитного экрана приведена на рис.2.

Анализ геологических и гидрологических условий показывает, что защитный экран должен выполнять две обязательные функции – воспринимать действующее горное давление и быть надежной противодиффузионной защитой от грунтовых вод. По этой причине защитная конструкция включает экран из толстостенных труб, устроенный в зоне предварительно закрепленного грунта.

Экран из толстостенных труб предназначен для поддержания выработки на период разработки грунта и установки временной или постоянной крепи.

Защитное ограждение из пересекающихся грунтоцементных колонн предназначено для обеспечения равномерного распределения горного давления на трубы защитного экрана, а также для предотвращения водопритока и суффозии грунта через межтрубное пространство защитного экрана.

Работы по струйной цементации выполняются в следующей последовательности: укрепление грунта в кровле и боках выработки, укрепление грунта в почве выработки (рис.3), укрепление грунта в забое (рис.4).

Укрепление грунтов в кровле и боках выработки выполняют по однокомпонентной технологии струйной цементации грунтов Jet-1. Предполагаемый диаметр грунтоцементной колонны составляет 600 м.

Укрепление грунтов в забое и почве выработки выполняют по двухкомпонентной технологии струйной цементации грунтов Jet-2. Предполагаемый диаметр грунтоцементной колонны составляет 1200 м.

После проведения цементационных работ выполняют устройство защитного экрана из труб. Для этого в кровле и боковых стенах выработки бурят скважины, в которые вставляют толстостенные трубы и проводят заполнение затрубного пространства цементным раствором (рис.5).

Подобная последовательность позволяет не разрывать цикл работ по струйной цементации. Кроме того, выполняемая на втором этапе цементация затрубного пространства в скважинах позволяет дополнительно зацементировать возможные неукрепленные участки грунтового массива, повышая, тем самым, сплошность противодиффузионной завесы.

Для производства работ в стесненных условиях применяется буровой станок специальной конструкции, который устанавливают в забое ствола.

Технологический комплекс, включающий высоконапорный насос, миксерную станцию, силос для хранения цемента и емкость для воды,

устанавливают на поверхности земли в непосредственной близости от устья ствола.

Основные параметры струйной цементации

- Давление нагнетания раствора - 50 МПа
- Производительность подачи цементного раствора - 120-210 л/мин
- Количество сопел - 2 шт.
- Диаметр сопел - 2,6 - 4,0 мм
- Высота ступени подъема монитора - 4 см
- Скорость вращения монитора - 10-30 об/мин
- Водоцементное отношение раствора - от 0,8 до 1,0.

Основные параметры струйной цементации должны быть откорректированы в процессе выполнения опытных колонн на начальном участке.

При устройстве колонн применяется цемент ПЦ500, допускается применять цемент ПЦ400 при увеличении расхода цемента, пластификатора и проведения дополнительных испытаний, подтверждающих соответствие прочности грунтобетона проектным значениям.

Заключение.

В процессе подготовки проекта специалистами предприятия была проведена огромная работа по изучению зарубежного опыта по устройству защитных экранов при строительстве тоннелей и горных выработок в неустойчивых грунтах.

В последующем полученные знания были использованы при проектировании и производстве работ по сооружению защитных экранов при строительстве автодорожного тоннеля в г.Уфе и проходке тоннеля стоящегося метрополитена в г.Екатеринбурге [4,5].

Подрисуночные подписи.

Рис.1. Геологический разрез участка строительства наклонного ствола.

Рис.2. Принципиальная схема устройства защитного экрана.

Рис.3. Устройство грунтоцементных колонн в кровле и почве наклонной выработки.

Рис.4. Устройство грунтоцементных колонн в забое ствола.

Рис.5. Цементация грунтов в забое ствола.

Литература.

1. Малинин А.Г., Малинин П.А. Цементация грунтов при строительстве наклонного ствола в зоне четвертичных отложений// Метро и тоннели, №2, 2007.

2. M. Bringiotti, D. Bottero. Guida alle moderne metodologie di stabilizzazione e rinforzo dei terreni", Parma, 1999.

3. Reinforced protective umbrella method for tunnel excavation, IPC S.p.A., 2000.

4. Малинин А.Г., Ляхов С.В., Веселовский В.Н. и др.// Цементация неустойчивых грунтов в зоне пересечения подходной выработки с перегонным тоннелем метрополитена в Екатеринбурге, Метро и тоннели, № 1, 2007.

5. Красноборов А.А. Екатеринбургский метрополитен. Проходка тоннелей в сложных горно-геологических условиях Метро и тоннели, № 1, 2007.