

В.В.АРТЕМЬЕВ, А.Т.АЛЕКСАНДРОВ, И.В.ЛАКОВ

ООО «Строительное управление № 299»,

Санкт-Петербург, Россия

Л.П.НОРОВА

Санкт-Петербургский государственный

горный институт (технический университет), Россия

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ПОДЗЕМНЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ МЕТОДОМ МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ

В концепции развития Санкт-Петербурга важное место занимает усовершенствование генеральной схемы канализации города, в том числе реконструкция старых и строительство новых подземных канализационных коллекторов. В связи с пестротой и сложностью инженерно-геологических и гидрогеологических условий Санкт-Петербурга строительство таких подземных сооружений представляет определенные трудности.

Дан краткий обзор текущего состояния канализационной сети Санкт-Петербурга. Показаны особенности инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительства в разных районах города подземных канализационных коллекторов способом микротоннелирования. Сформулированы основные положения по изучению условий строительства и эксплуатации данных сооружений.

In the concept of development of St.-Petersburg the important role plays the improvement of the general scheme of the water drain of city, including reconstruction of old and construction of new underground sewer collectors. Because of diversity and complexity of engineering-geological and hydro-geological conditions of St.-Petersburg the building of such underground constructions represents the certain difficulties.

The brief review of a current condition of a sewer network of St.-Petersburg is given. Features of engineering-geological and hydro-geological conditions of construction of underground sewer collectors by microtunneling technique in different areas of city are shown. The basic provisions on studying conditions of construction and operation of the given constructions are formulated.

В пределах городской территории к прокладке новой и реконструкции старой канализационной сети предъявляют особые требования. Как известно, система водоотведения в Санкт-Петербурге состоит из общесплавных, хозяйственно-бытовых и дождевых сетей. Общая их протяженность составляет 6174 км, из них тоннельных коллекторов – 190 км [2, 3]. Строительство канализационных коллекторов в Санкт-Петербурге началось в 1947 г., при этом коллекторы прокладывали вдоль водотоков, т.е. устраивали береговые перехваты-вающие коллекторы – тоннели. Как правило, такие коллекторы имели диаметр более

1,5 м, собирали сточные воды целых районов города и транспортировали их к насосным станциям, позже к очистным сооружениям. В настоящее время канализационная система Санкт-Петербурга находится на завершающей стадии своего многолетнего развития, строительства и реконструкции. К 2015 г. намечается полная биологическая очистка сточных вод, соответственно, для переключения выпусков неочищенных сточных вод необходимы дополнительные линии перехватывающих тоннельных коллекторов [3]. В общей системе канализации тоннельные коллекторы и специальные шахты являются одними из наиболее доро-

гостоящих сооружений. Поэтому как в период строительства, так и во время эксплуатации таких сооружений необходимы оптимальные решения по выбору конструкции тоннеля и способа его проходки.

При строительстве канализационных коллекторов используется метод микротоннелирования с гидропригрузом – особая бестраншейная технология строительства подземных выработок круглого сечения диаметром до 2500 мм микротоннелепроходческим механизированным комплексом (ТПМК).

Стартовые и приемные шахты размещают в местах, свободных от застройки, зеленых насаждений и подземных коммуникаций, при этом предусматривается применение специальных способов производства работ: 1) использование контурного замораживания до водоупора; 2) закрепление грунтов цементацией; 3) создание за границей ствола контура из бурящихся свай.

Учитывая сложные инженерно-геологические условия Санкт-Петербурга, трудно получить надежную конструкцию коллектора. Кроме того, для обеспечения бесперебойной эксплуатации канализационной сети необходимо также решить вопросы надежности трубопроводов. За последние 20 лет и более эксплуатационная служба «Водоканала» сталкивается с аварийными и предаварийными ситуациями. Так, например, в зоне трассы Выборгского тоннельного коллектора, пройденного в водонасыщенных тонкозернистых песках на глубине 25 м, были обнаружены большие воронки. В ноябре 1985 г. разрушился участок тоннельного коллектора длиной 90 м, отводящий сточные воды от района новой жилой застройки Ржевка – Пороховые [2].

Как показывает опыт строительства, причинами разрушений коллекторов могут быть не только особенности их конструкции, но и высокая степень агрессивности сточных вод. В процессе эксплуатации сооружений в канализационном коллекторе создаются идеальные условия для биокоррозии. Изучению этого процесса в последние десятилетия уделяется достаточное внимание [1, 2]. Наличие достаточного количества

органического вещества в подземной гидросфере и бескислородная обстановка способствуют развитию процессов сульфатредукции. Соответственно, в подсводовом пространстве появляются агрессивные газы, наибольшая часть среди которых приходится на сероводород. Присутствие сероводорода в атмосфере сооружения сопровождается появлением на стенках коллектора различных бактерий, в том числе и тионовых, продуцирующих серную кислоту.

С одной стороны, ремонт подземных сооружений требует значительных материальных затрат, с другой – выход из строя участка коллектора влечет за собой загрязнение геологической среды. Поэтому в общем объеме водоотведения строительству перехватывающих тоннельных коллекторов, переключению на них оставшихся выпусков неочищенных сточных вод, реконструированию водоотводящей сети в настоящее время уделяется основное внимание.

Для обоснования проектов строительства заглубленных линейных подземных сооружений в соответствии с современными нормативными документами проводятся обширные изыскания, накапливается большой объем данных. Так, в 2005-2006 годах сотрудниками ООО «СУ № 299» были проведены изыскательские работы на ряде объектов. Участки исследований расположены в различных частях Санкт-Петербурга, характеризующихся спецификой инженерно-геологического и гидрогеологического разреза системы «геологическая среда – подземное сооружение». В каждом конкретном случае трассы этих сооружений требуют различного подхода к их изучению. Остановимся на специфике разреза некоторых объектов.

Объект 1. Участок тоннельного канализационного коллектора «Северная Долина» протяженностью около 8100 м, который предполагается построить в северной части Санкт-Петербурга: с северо-востока от Суздальского пр. через северный берег озера Нижнего Большого Суздальского, на юго-запад между Шуваловским и Орловским карьерами до пересечения Комендантского пр. и ул. Шаврова. Территория района

трассы неравномерно застроена (район жилой застройки Шувалово – Озерки, новостройки бывшего Комендантского аэродрома, гаражи, автосервис, сельскохозяйственные угодья, свалки, болота и лесные массивы: Ново-Орловский лесопарк и массив Каменского лесничества). Северо-восточную часть трассы пересекают ЛЭП, железные дороги. На территории строительства канализационного коллектора было пробурено 113 скважин глубиной до 37,5 м. В составе сооружения 12 стартовых и шесть приемных камер, соединяемых по проекту бетонным коллектором диаметром 1940 мм. Протяженность отдельных участков трассы составляет от 150 до 265 м.

Трасса рассматриваемого линейного подземного сооружения в пределах Приневской низины пересекает несколько террас – Шувалово-Озерковскую, Коломяжскую, Литориновую. Абсолютные отметки поверхности земли, по данным высотной привязки устьев скважин, составляют 9,1-28,3 м.

Главной проблемой строительства подземного тоннеля в этой части города является наличие погребенной палеодолины, в разрезе которой широко распространены песчаные и гравийно-песчаные отложения, содержащие напорные подземные воды. Трасса проходит в сложно построенной толще четвертичных отложений мощностью более 35 м. По трассе кровля коренных вендских глин не вскрыта.

К неблагоприятным факторам на рассматриваемом объекте следует отнести:

- наличие на значительной части трассы обводненных неустойчивых пород – песков, содержащих напорную воду, что предопределяет возможность прорыва дна тоннеля;

- появление риска обрушения пород в забое щита и развитие процесса выплывания пород при проходке под нормальным давлением позднеледниковых и межледниковых супесей и суглинков, пылеватых и ленточных; ледниковые супеси и суглинки также могут быть отнесены к слабым и неустойчивым разностям.

Проходку тоннеля коллектора рекомендуется вести тоннелепроходческим ком-

плексом с гидропригрузом забоя бентонитовым раствором, расход которого зависит от обводненности песков. В связи с наличием напорных вод ниже зоны проходки необходимо учесть дополнительное напряжение на сводах тоннеля и предусмотреть мероприятия по снижению напоров. Технические проблемы возникнут и при строительстве приемных и стартовых скважин.

Объект 2. Участок проектируемого строительства II очереди канализационного коллектора-дублера от ул. Бутлерова до Гражданского пр. по ул. Верности (северо-восточная часть Санкт-Петербурга). Разрез изучен на глубину 30 м. В этом районе к осложняющим факторам проходки коллектора следует отнести наличие в разрезе четвертичных отложений мелких и пылеватых песков, обладающих пльвинными свойствами, слабых озерно-ледниковых супесей и суглинков. Существенно повлиять на устойчивость тоннеля может присутствие в моренных образованиях водоносных прослоев и линз, а также напорных вод в межморенных водно-ледниковых отложениях московско-лужского комплекса. Обычно подобные водоносные линзы имеют более высокую пьезометрическую отметку, и напор воды может достигать 15 м. Вскрытие водоносных линз может привести к прорывам воды или водонасыщенной породы в тоннель коллектора.

Объект 3. Строительство канализационного коллектора в Красносельском районе по ул. Адмирала Трибуца. Участок проектируемого строительства канализационного коллектора расположен в юго-западной части Санкт-Петербурга, на территории будущего комплекса «Балтийская жемчужина». Геолого-литологический разрез четвертичных отложений включает толщу переслаивания песчаных, глинистых образований различного генезиса и мощности: техногенные, озерно-ледниковые, ледниковые отложения лужской и московской стадий оледенения, межморенные отложения. На глубине проходки шахтных стволов и лотка тоннеля залегают породы, в основном, ледникового генезиса, но в некоторых скважинах под моренными супесями залегают грунты,

представленные водонасыщенными гравийно-галечниковыми грунтами или трасса тоннеля проходит в толще слабых озерно-ледниковых разностей, поэтому при строительстве микротоннеля на такие участки рекомендуется обратить особое внимание.

Таким образом, трассы проектируемых линейных подземных коллекторов характеризуются значительной неоднородностью инженерно-геологических условий. Обобщение и анализ имеющихся по трассам материалов позволят разработать типизацию инженерно-геологических условий территории, т.е. выделить блоки геологической среды, которые будут обладать набором характерных геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических параметров, определяющих комплекс инженерных решений и безопасность существования подземных сооружений.

Поскольку строительство канализационных коллекторов ведется в пределах городской территории, необходимо уделять особое внимание безопасности функционирования существующих на поверхности сооружений. Кроме того, в процессе эксплуатации коллектор может попасть в зону воздействия сточных вод. В результате может наблюдаться коррозия бетона, разрушение швов и другие негативные процессы. Поэтому весьма актуальной является проблема правильности выбора тех или иных защитных мероприятий в конкретных строительных условиях и необходим постоянный контроль.

Для обеспечения устойчивости и надежности рассматриваемых подземных сооружений в период их эксплуатации необходима система комплексного мониторинга

как основа их эффективной защиты от опасных геологических процессов и явлений. По функциональному назначению мониторинг включает несколько блоков в том числе:

- система наблюдений за надземными сооружениями в пределах трассы коллектора;
- система наблюдений за существующими подземными сооружениями;
- система наблюдений за состоянием окружающей толщи грунтов за пределами ограждающих конструкций подземного сооружения;
- система стационарных режимных наблюдений за гидрогеологической и геоэкологической ситуацией на территории, прилегающей к строительному объекту.

Инженерно-геологическое сопровождение эксплуатации канализационных коллекторов включает также визуальный контроль, в том числе за состоянием обделки, а также неразрушающий контроль (акустические, электромагнитные и склерометрические методы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Дашко Р.Э. Проблемы геоэкологии в геотехнике // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2003-2004. № 7. С.115-128.
2. Отведение и очистка сточных вод Санкт-Петербурга / Под ред. Ф.В.Кармазинова. СПб: Стройиздат, 1999. 424 с.
3. Шаповалов В.Т. Генеральная схема канализации Санкт-Петербурга и его пригородов до 2005 года: Концепция развития Санкт-Петербурга / В.Т.Шаповалов, С.Г.Гумен, М.С.Гоухберг // Материалы третьего съезда Санкт-Петербургского Союза НИО / Администрация Санкт-Петербурга. СПб, 1996. Т.1. С.23-27.
4. Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге и Ленинградской области в 1993-94 годах // Аналитический обзор / Ком. экологии и природ. ресурсов СПб и Лен. области. СПб, 1995. С.11-45.