

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать вывод: фактическая грузоподъемность пролетного строения моста соответствует проектным нормативным временным вертикальным подвижным нагрузкам А14 и НК-112.

Литература

1. Богданова, Е.Н. Конструктивные решения транспортных эстакад на основе сборных железобетонных балок в странах Европы / Е.Н. Богданова. Перевод статьи *Brucken aus Betonfertigteilen in Europa* // ВФТ. – 2001. – № 2 – с. 80–88 (нем., англ.).
3. Ремонт железобетонных мостов. Технические решения для службы эксплуатации автомобильных дорог. – Минск : БелдорНИИ, 1983.
4. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний: СНиП 3.06.07-86. – М., 1989.
5. Мосты и трубы: СНиП 2.05.03-84*. – М., 1996.

УДК 656.342

ОСОБЕННОСТИ СООРУЖЕНИЯ КОЛЛЕКТОРА МЕТОДОМ МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ

**Степанович О.А.,
Пастушков В.Г., канд. техн. наук, доцент**

***Белорусский национальный технический университет
(г. Минск, Республика Беларусь)***

В связи с периодическим затоплением ряда участков города Минска во время сильных ливней, и так как старые ливневые сети не обеспечивают соответствующий отвод воды, было принято решение о строительстве нового коллектора «Центр».

Сооружаемый участок второй нитки коллектора «Центр» расположен в северо-западной части г. Минска. Участок трассы коллектора проходит от ул. Радужной к ул. Л. Украинки и далее вдоль ул. Л. Украинки по направлению к центру города. Сооружение котлована и процесс микротоннелирования выполняется трестом № 15.

Градостроительные условия строительства осложнены расположением участка строительства трассы коллектора в районе с плотной многоэтажной застройкой, прохождением трассы вдоль крупной городской магистрали, связывающей центр города с северо-западными районами, большое количество крупных инженерных коммуникаций, проходящих вдоль трассы коллектора, расположение объектов строительства в охранной зоне ЛЭП 110 кВт. Основными сооружениями выполняемых работ по микротоннелированию являются: стартовые и приемные котлованы, проходческие тоннели, железобетонные колодцы коллектора.

Разработка грунта котлованов выполняется послойно экскаватором с погрузкой в автосамосвалы и транспортировкой на свалку и временный отвал. По мере разработки грунта устанавливаются яруса крепления – продольные пояса из сдвоенных стальных двутавровых балок и расстрелы (подкосы) из стальных труб, либо сдвоенных двутавров (рис. 1). Стартовые и приемные котлованы сооружаются со свайным креплением из стальных двутавровых свай I60B1 с раскреплением бортов подкосами и деревянной затяжкой бортов по сваям (рис. 2). По бортам котлованов, через которые осуществляется ввод (или вывод) щита, до начала проходки (или приема) щита из котлована устраиваются защитные экраны из труб над тоннелем, производится цементация грунта зоны врезки (или выхода) щита, бетонируется торцевая стена, производится вырезка свай крепления котлована в створе тоннеля, обетонирование проема для ввода (вывода) щита.

По окончании проходки тоннеля, в котлованах сооружаются железобетонные колодцы коллектора.



Рис. 1. Разработка грунта котлована



Рис. 2. Сооружение котлована

Работы по устройству тоннелей диаметром 2400 мм с помощью проходческого комплекса AVND 2400 АВ выполняют в следующей технологической последовательности: подготовительные работы включающие монтаж и подключение оборудования проходческого комплекса на строительной площадке, приготовление бентонитовой суспензии в построечных условиях.

В основные работы входит: сборка проходческой машины на строительной площадке и в стартовой шахте с одновременной разработкой грунта в забое, подача и монтаж рабочих труб на раму домкратной станции в стартовой шахте, разработка грунта в забое при помощи проходческой машины с одновременным продавливанием

рабочих труб домкратной станцией, контроль положения проходческой машины и оси прокладываемого тоннеля.

Заключительные работы демонтаж проходческой машины в приемной шахте; демонтаж оборудования проходческого комплекса.

Для производства работ по устройству тоннелей в стартовой и приемной шахтах, а также на поверхности строительной площадки выполняют монтаж оборудования и приспособлений комплекса.

Приготовление бентонитовой суспензии осуществляют при помощи бентонитовой станции, входящей в состав проходческого комплекса.

При приготовлении бентонитовой суспензии время перемешивания, время отстоя (набухания) необходимо руководствоваться рекомендациями фирмы-производителя тоннелепроходческого щита «HERRENKNECHT AG», а также фирмы-производителя бентонита.

До начала выполнения работ на месте складирования рабочих труб осуществляют закрепление внутри них, с помощью бандажей и струбцин, стандартных звеньев подающей и транспортной магистралей трубопроводов длиной 3,0 м, а также смазочные боксы (на «бентонитовых» трубах).

Затем с помощью двух текстильных стропов грузоподъемностью 10 т и двухветвевых стропов грузоподъемностью 20 т выполняют строповку рабочей трубы и вместе с зафиксированными в ней от выскальзывания двумя отрезками транспортного и подающего трубопровода подают с помощью гусеничного стрелового крана грузоподъемностью 100,0 т в стартовую шахту.

После установки рабочей трубы на направляющие главной рамы продавливания струбцины, фиксирующие коммуникации внутри трубы, снимают (рис. 3).

Монтаж рабочей трубы выполняют обечайкой в направлении напорного кольца. При выполнении операции по продавливанию напорное кольцо входит внутрь направляющего кольца (манжеты) рабочей трубы, обеспечивая передачу усилия от домкратов главной рамы продавливания на торец этой трубы.

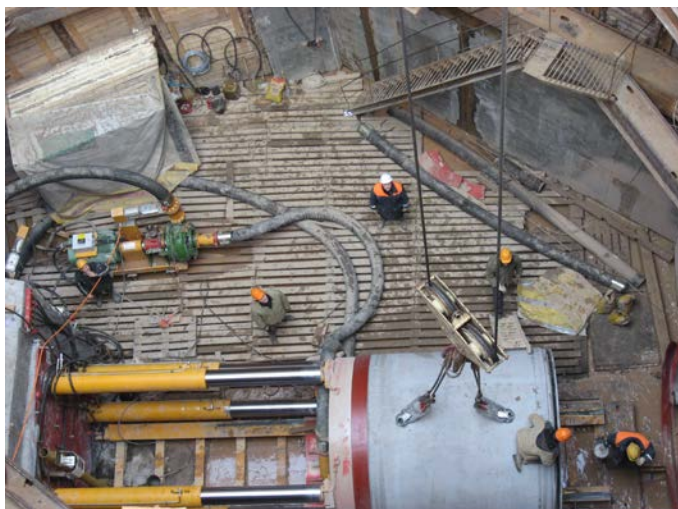


Рис. 3. Установка рабочей трубы с помощью стрелового крана

Медленно подводя напорное кольцо, стыкуют его с манжетой монтируемой трубы, после чего перемещают в сторону конца тоннелепроходческой машины и осуществляют стыковку адаптерного кольца, закрепленного при помощи болтов к кессонной камере машины и рабочей трубы.

Стыковка труб между собой осуществляется посредством стального кольца (манжеты). Герметичность соединения обеспечивается системой специальных уплотнений, обжимаемых в процессе продавливания.

Разработка грунта в забое при помощи тоннелепроходческой машины с одновременным продавливанием рабочих труб домкратной станцией производится с пульта управления. Установив выдвигание домкратов на автоматический режим, осуществляют продвижение проходческой машины с рабочей железобетонной трубой на длину хода гидроцилиндров главной рамы продавливания с одновременной разработкой и транспортировкой грунта.

Разработка грунта в забое путем его разрыхления и измельчения выполняется при помощи режущего инструмента, установленного на роторном рабочем органе проходческой машины.

Нарращивая тоннель коллектора отдельными рабочими трубами, и продавливая их, выполняется монтаж оболочек тоннеля, т.е. осуществляется проходка до выхода проходческой машины в приемную шахту.

В процессе наращивания тоннеля коллектора осуществляется монтаж всех проходящих через тоннель коммуникаций. Для прокладки тоннелей по криволинейным траекториям буровая головка проходческой машины снабжена четырьмя управляющими гидравлическими цилиндрами, что позволяет изменять направление движения машины с точностью до 1 мм.

Компьютерная система управления комплекса позволяет в каждый момент времени контролировать показатели, полностью характеризующие положение проходческой машины, параметры ее движения, а также параметры работы всех основных узлов и механизмов.

В процессе прокладки тоннелей из отдельных рабочих труб для смазывания наружной поверхности проходческой машины и труб, уменьшения трения их о грунт, а также предотвращения налипания грунта на прокладываемые рабочие трубы, осуществляется нагнетание бентонитовой суспензии за наружную поверхность проходческой машины. Нагнетание выполняют с помощью насоса смесительной установки, расположенного на поверхности, по центральной бентонитовой линии, на которой установлен вентильный блок.

Вентильный блок состоит из трех шаровых вентилях, соединенных с форсунками с помощью шлангов, и электронного блока управления вентилями. Форсунки расположены в корпусе проходческой машины через одинаковые расстояния по контуру.

Бентонитовая суспензия подается через форсунки в колотрубное пространство, облегчая продвижение проходческой машины.

Управление подачей бентонитовой суспензии осуществляется с пульта управления комплекса путем подачи сигнала на электронный блок управления вентилями на открытие (или одного из них). В обратном направлении на монитор пульта управления передается информация о количестве работающих форсунок и о расходе бентонитовой суспензии.

Продвижение проходческой машины или очередной прокладываемой рабочей трубы осуществляют при одновременной работе аппаратуры системы лазерного ведения. При этом постоянно ведут наблюдение за изображением на мониторе, расположенном на пульте

управления, положения центра луча лазера на лазерной мишени, а также за регистрируемыми на мониторе данными о длине прокладки, дате, времени, позиции по высоте центра машины относительно проектного положения, задаваемого лучом лазера.

После завершения проходки тоннелей из рабочего котлована в обоих направлениях и завершения проходки в приемном котловане со стороны шахты, в приемном котловане в котлованах по выпускам труб тоннеля выполняются монолитные железобетонные колодцы коллектора в соответствии с чертежами УП «Минскийжпроект». Подача материалов в котлован для устройства колодцев производится стреловым пневмоколесным краном грузоподъемностью 25,0 т. Монолитные участки сооружаются в инвентарных металлических и деревянных опалубках. Бетонная смесь к месту укладки подается в бадьях емкостью 3 м³.

После сооружения колодцев и выполнения гидроизоляции сооруженных конструкций выполняется обратная засыпка пазух котлована, и перекрытия сооруженных колодцев до уровня выполнения благоустройства. Пазухи колодцев и 0,5 м над перекрытием засыпаются песком с уплотнением вибрационным пластинчатым уплотнителем ВНС-110, остальная засыпка выполняется местным песчаным грунтом, с уплотнением трамбовками и катками.

Проведены расчеты на различных стадиях сооружения коллектора и получены теоретические результаты взаимодействия обделки тоннеля и окружающего грунта с бентонитом.

Литература

1. Фролов, Ю.С. Метрополитены, учебник для вузов / Ю.С. Фролов, Д.М. Голицынский, А.П. Ледяев; под ред. Ю.С. Фролова. – М.: Желдориздат, 2001. – 528 с.

2. Маковский, Л.В. Проектирование автодорожных и городских тоннелей: учебн. для вузов / Л.В. Маковский. – М.: Транспорт, 1993 – 352 с.

3. Булычев, Н.С. Механика подземных сооружений / Н.С. Булычев. – М.: Недра, 1982.