УДК 624.1:53.082.6

ОПЫТ ОБСЛЕДОВАНИЯ СТАНЦИИ «МАЯКОВСКАЯ» МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

А.М.Кириленко, П.А.Знайченко
ЗАО «Триада-Холдинг», Москва, Россия

В статье рассматривается опыт обследования строительных конструкций станции «Маяковская» в объеме, необходимом для эффективного проведения ремонтно-восстановительных мероприятий. При обследовании используются оригинальные подходы и методы, которые могут быть полезны при проведении диагностики многих подземных сооружений.

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ МЕТОД, ПУСТОТЫ ЗА ОБЛИЦОВКОЙ, ЭНДОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Experience of Complex Inspection at Mayakovskaya Metro Station in Moscow

A. Shilin, A. Kirilenko, P. Znajchenko
B. ZAO “Triada-Holding“, Moscow, Russia

The article is based on the experience of structural inspection at Mayakovskaya Metro station. The inspection results were needed to choose the most effective repair and rehabilitation techniques. Inspection concept and procedures can be applied for diagnostics of various underground structures.

Thermal imaging; voids behind the lining; endoscopic method

Станция «Маяковская», построенная в 1937 году, по праву является гордостью Московского метрополитена. Оригинальный проект с использованием металлоконструкций был представлен в виде макета, заключенного между огромными зеркалами, на международной выставке в Нью-Йорке и вызвал такой восторг, что проект был удостоен Гран-при.

Станция строилась в сложных инженерно-геологических условиях, обусловленных распространением в сводовой части станции оксфордских глин и толщи обводненных песков. Оксфордские глины являются неблагоприятной средой для подземного строительства, поскольку активно взаимодействуя с водой, они размокают, теряя прочность и устойчивость; глинам свойственны неупругие остаточные деформации набухания и расслаивания. При строительстве тоннелей в этих глинах развивается наибольшее (среди глин московского геологического разреза) горное давление.

Необходимо отметить, что в кровле оксфордских глин имеется прослой водоносных супесей с фосфоритами мощностью около 1 м. Этот прослой разделяет водоупорные слои и оказывает отрицательное влияние, провоцируя увеличение свода обрушения. Кроме того, он может являться дополнительным проводником воды в непосредственной близости от свода станции.

Тоннели станции и наклонный эскалаторный тоннель сооружались с использованием искусственного замораживания грунтов, при этом могли происходить утечки хладагента. В настоящее время неизвестно, извлечены ли замораживающие

колонки, затампонированы ли они после завершения работ. Колонки могут служить проводником грунтовых вод и поверхностных стоков.

Сложность условий строительства и применение в проекте нестандартных технических решений предопределили выход из строя гидроизоляции и дренажа в сооружении. К металлоконструкциям стала поступать грунтовая вода, вызывая их коррозионный износ. Повреждения накапливались и назревала неизбежность ремонта.

Строительство и ввод в эксплуатацию второго выхода из станции в начале XXI века позволило отремонтировать старый эскалаторный тоннель с заменой оборудования. Именно с диагностики его состояния и началось участие нашей фирмы в восстановлении станции. Проведенные исследования показали, что как и предполагалось, тоннель вносит большой вклад в поступление грунтовых вод на станцию. Пустоты за его обделкой достигают глубины 0,5 м и по ним происходит движение воды. Причем, ее химический анализ показал, что вода в значительной степени имеет техногенные примеси (содержание хлоридов в воде увеличивается в период применения антиобледенительных реагентов на дорогах). Проведенный нашей фирмой тампонаж (заполнение пустот за обделкой гидроактивными пенополиуретанами) кроме обычного технологического контроля диагностировался режимной тепловизионной съемкой. Уже в процессе выполнения работ (рис.1) произошло выравнивание температуры на поверхности обделки за счет исчезновения воды.

Следующим этапом исследований на станции «Маяковская» стали работы по конструкциям боковых тоннелей и местам их сопряжения с центральным тоннелем. Несущие металлоконструкции станции возведены таким образом, что центральный тоннель выше боковых и в местах их сопряжения имеет место вогнутая поверхность (яндова, рис.2) в которой и скапливалась грунтовая вода. По сложным тюбинговым сопряжениям она просачивалась к металлоконструкциям станции, вызывая их коррозию. На начальном этапе эксплуатации станции выполненное тампонажное заполнение пространства яндовы, заделка (чеканка) межтюбинговых швов и сооруженная дренажная система сдерживали поступление грунтовых вод. Со временем вода промыла тампонаж, швы на локальных участках разгерметизировались а дренажная система из металлических лотков полностью сгнила и трубки закупорены.

Обделка тоннелей из чугунных тюбингов облицована армированным бетоном, который в верхней части не плотно к ней прилегает. Образовавшиеся пустоты служат хорошим проводником воды, просочившейся через швы между тюбингами и по болтовым соединениям. В местах слабого трещиноватого бетона имеющего высокую проницаемость происходят протечки воды, бетон разрушается, металлоконструкции и арматура подвергаются интенсивной коррозии, облицовка станции требует постоянного косметического ремонта.

Обследование конструкций станции позволило установить следующие факты:

- бетон облицовки имеет высокую водопроницаемость;
- имеются пустоты как между бетоном и тюбингами, так и в самом бетоне (рис.3);
- вода проникает по сопряжениям между тюбингами и по болтовым соединениям и в основном, по сложным тюбинговым сопряжениям яндовы;
- поступающая вода по-прежнему имеет техногенные примеси, хотя их содержание и снизилось после ремонта эскалаторного тоннеля.

Применение современных методов исследований: тепловизионного и эндоскопического позволило масштабно оценить повреждения конструкций станции и дать рекомендации для разработки проекта реконструкции и ремонта.

Опыт обследования объектов такого сложного уровня уникален и может быть использован для аналогичных подземных сооружений. В 2010 году закончены

ремонтно-восстановительные мероприятия на станции и она наконец предстала перед пассажирами в своем первозданном виде.

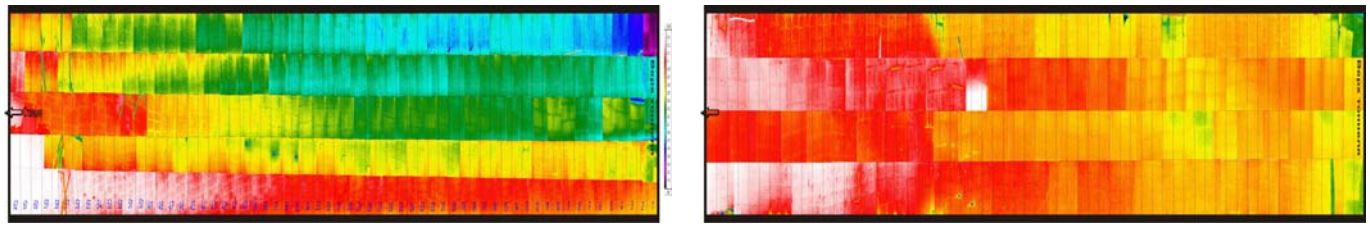

Рис. 1.Результаты тепловизионных исследований чугунной поверхности обделки эскалаторного тоннеля станции «Маяковская» (развертка верхнего полупериметра): слева – съемка до проведения тампонажного заполнения пустот за обделкой тоннеля; справа – съемка в процессе проведения тампонажного заполнения. Отмечено увеличение температуры обделки связанное с исчезновением воды

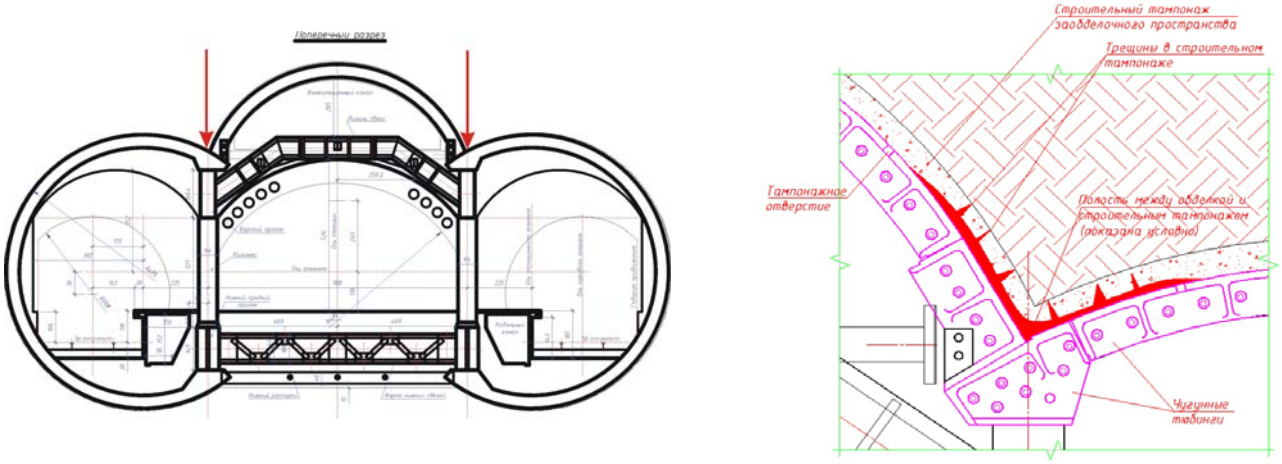

Рис. 2.Поперечный разрез станции «Маяковская» с выделением проблемных мест сопряжения центрального тоннеля с боковыми (слева). Увеличенный фрагмент места сопряжения с изображением механизма образования полости (справа)

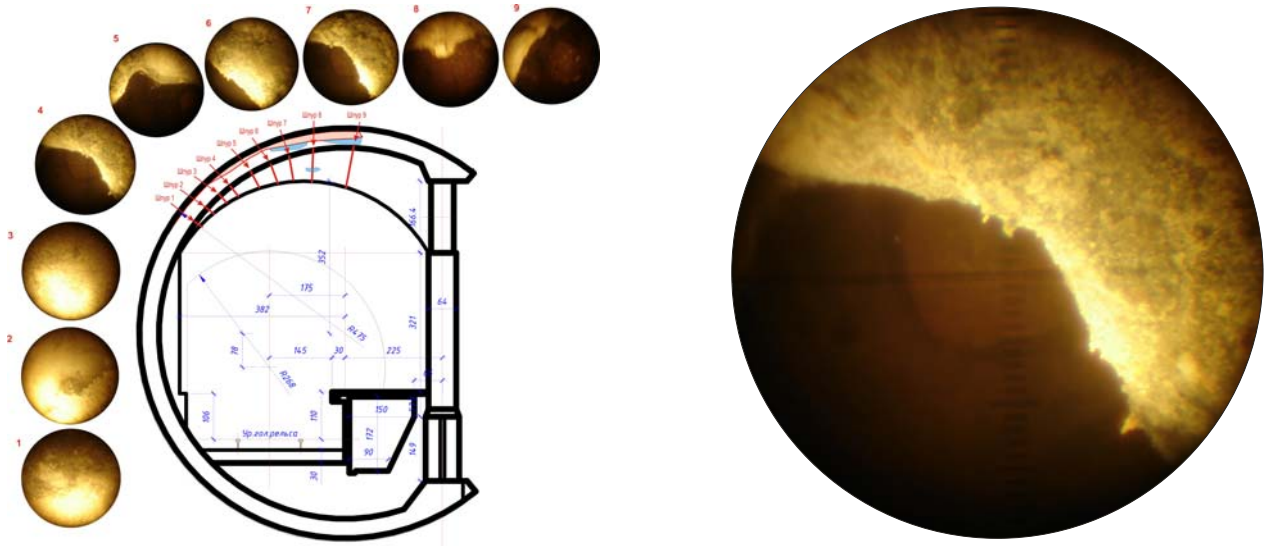

Рис. 3. В результате осмотра пространства между бетонной облицовкой и тюбингами (эндоскопических исследований) установлено наличие полостей в которых происходит накопление просачивающихся через обделку грунтовых вод. Слева показана схема бурения отверстий в облицовке и фотографии, выполненные в отверстиях; справа – один из результатов исследований, который четко демонстрирует полость и тампонажное отверстие в тюбинге

Литература

1. Тоннели и метрополитены. – М.: Транспорт, 1989. – 383 с.
2. *ISO 6781–83.* Thermal insulation – Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes – Infrared method (Теплоизоляция. Качественное выявление теплотехнических нарушений в ограждающих конструкциях. Инфракрасный метод).
3. *Гарбер В.А.* Метрополитен. Долговечность тоннельных конструкций в условиях эксплуатации и городского строительства. – М.: Изд–во НИЦ «Тоннели и метрополитены» АО ЦНИИС, 1998, – 172 с.
4. *Гарбер В.А.* Научные основы проектирования тоннельных конструкций с учетом технологии их сооружения. – М.: Изд–во НИЦ «Тоннели и метрополитены» АО ЦНИИС, 1996, – 387 с.