

УДК 622.83:550.83

**А.А. Семенова, М.А. Супилин, А.Е. Родионова,
М.Е. Родионова**

**ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО, ТЕРМОМЕТРИЧЕСКОГО
И ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОГО МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ СОСТОЯНИЯ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ
НИЖЕГОРОДСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

Проведена оценка состояния обделки из монолитно-прессованного бетона и горных пород, находящихся за обделкой тоннелей. Основная задача обследований тоннелей заключалась в выявлении различных внутренних дефектов в обделке и в закреплённом пространстве с целью оценки степени нарушения гидроизоляции тоннелей.

Ключевые слова: тоннель, неапробированная технология, скважина, метрополитен, георадарные исследования, радарограмма.

Объектом обследования являются два перегонных тоннеля метрополитена на участке между станциями «Пролетарская» и «Автозаводская». Строительство перегонных тоннелей велось с использованием экспериментальных неапробированных технологий: монолитной прессбетонной обделки. Следствием этого стали проблемы как при строительстве (от задержек при проходе кривых до поднятия трамвайных путей при выдавливании бетона), так и при эксплуатации: тоннели, построенные по технологии МПБО марки М300, не выдерживают нагрузок от эксплуатации и уже через 25 лет требуют реконструкции.

Общая протяженность тоннелей — 1550 м. Внутренний диаметр — 5,2 м, внешний — 5,55 — 5,6 м.

Гидрогеологические условия трассы тоннелей характеризуются наличием мощного водоносного горизонта в аллювиальных четвертичных отло-

жениях, мощность которого изменяется от 24 до 29 м. Водовмещающие породы — пески мелкие, пылеватые, средние с содержанием гальки, гравия и валунов в нижней подошвенной части горизонта. Грунтовые воды — безнапорные. Территория предполагаемого строительства относится к потенциально опасной в карстово-суффозионном отношении.

На данный момент функционируют лишь 3 скважины водопонижения, в результате уровень грунтовых вод в течении всего года находится выше отметки свода тоннелей. Кроме того, тоннели перегораживают пути стока в р. Ока, т.е. имеет место барражный эффект.

Все эти факторы в совокупности повлияли на практически полное разрушение монолитной прессбетонной обделки и всего за 30 лет перегонные тоннели из МПБО находятся не в просто плохом, а в аварийном состоянии.

В связи со сложными горно-геологическими условиями на данном участке перегонного тоннеля при эксплуатации метрополитена в г. Нижний Новгород возникли серьезные проблемы, в связи с чем были проведены диагностические исследования данного объекта

Целью исследований (с применением комплекса методов неразрушающего контроля) являлась оценка состояния обделки из монолитно-прессованного бетона и горных пород, находящихся за обделкой тоннелей. Основная задача обследований тоннелей заключалась в выявлении различных внутренних дефектов в обделке и в закрепном пространстве с целью оценки степени нарушения гидроизоляции тоннелей (наличие протечек, выявление расслоений и полостей, заполненных водой, определение зон трещиноватости и сухих расслоений и полостей и другие аналогичные задачи).

Указанные возможные внутренние дефекты имеют самые различные размеры и располагаются на различных глубинах от свободной поверхности обделки. Поэтому для их обнаружения были выбраны следующие неразрушающие методы контроля, по своим возможностям взаимно дополняющие друг друга, а также резко увеличивающие надежность контроля при их комплексном использовании, а именно: виброакустический, георадиолокационный и термометрический методы.

Практическое применение данных методов в указанных условия осуществлялось с помощью следующей измерительной аппаратуры: прибор виброакустического контроля — «Виброзет»; георадиолокатор — «ОКО»; термограф — «ИРТИС-2000 М».

Измерения выполнялись по измерительным сеткам, разбиваемым индиви-

дуально для каждого метода с учетом его особенностей и возможностей.

Так в случае георадарных исследований наблюдения проводились по профилям, намеченным по верхнему полупериметру и располагавшихся с шагом 2 м друг от друга. Два профиля располагались в своде, два — по краям верхнего полупериметра.

Общая протяженность профилей составила 6500 м. Для измерения использовалась экранированная антенна с центральной частотой 1200 МГц, что обеспечило глубинность исследований в данных условиях порядка 3 м. Профилирование выполнялось со специально оборудованной платформы передвигаемой мотодрезиной, при скорости движения около 4—6 км/час. Антенны были устанавливались на расстоянии 2 см от бетонной обшивки тоннеля.

При виброакустических съемках сетка разбивалась вдоль линейных профилей, располагавшихся вдоль протяженности тоннелей. Точки измерений размечались с интервалом 1,0 метр и привязывались к существующим пикетам.

Термографические исследования привязывались к сетке для георадарных съемок

Измерения, обработка результатов и их интерпретация выполнялись по общепринятой методике [1], [2], [3].

На рис. 1, 2 и 3 представлены типичные радарограммы, спектрограммы и термограммы, полученные на дефектных участках исследованных тоннелей.

По результатам проведенных исследований были выявлены участки с различными видами обводненности, а также зоны с обнаруженными внутренними дефектами и расслоениями как внутри самой обделки, так в обделочном пространстве. Фрагменты карт обводненных проницаемых зон в

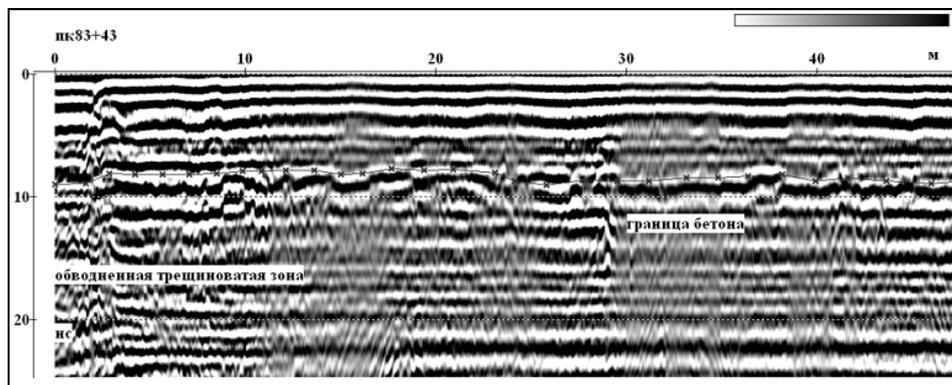


Рис. 1. Радарограмма

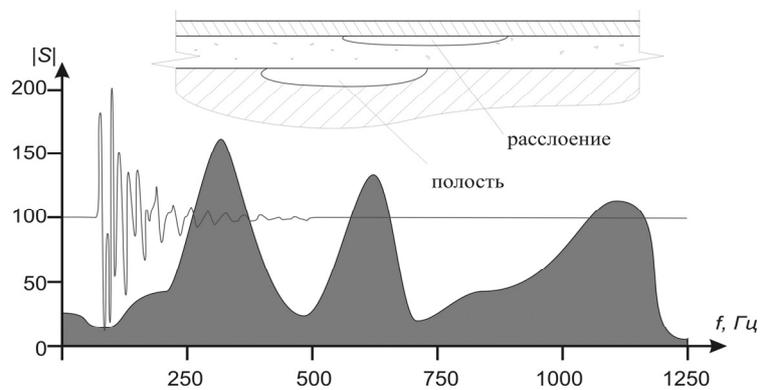


Рис. 2. Спектрограмма

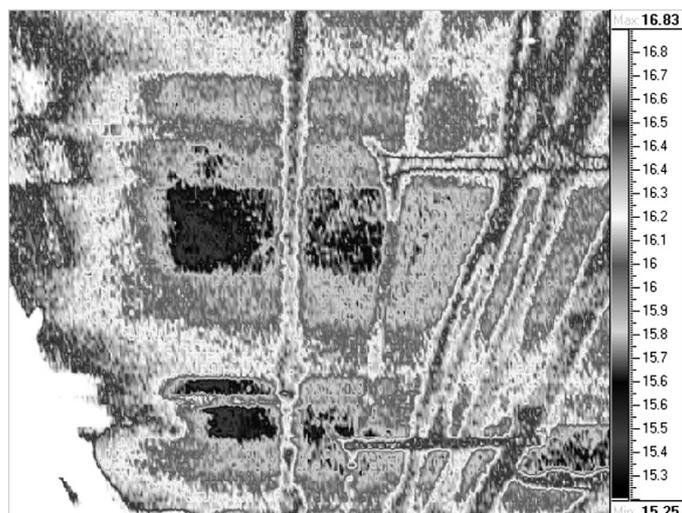


Рис. 3. Термограмма

Таблица 1

Интенсивность водо-насыщения		Зона максимального водонасыщения	Зона среднего водо-насыщения	Зона малого водо-насыщения
ПК от-метки	Левый тоннель	ПК 84 — ПК 85+00 м; ПК 86 — ПК 87+00 м.	ПК 83+43 м — ПК 84+00 м; ПК 85 — ПК 86+00 м ПК 87 — ПК 90+00м	ПК 90+00 — ПК 91+15 м
	Правый тоннель	ПК 85+80 м — ПК 89+00 м	ПК 89+00 — ПК 91+15 м	

Таблица 2

Тип дефекта	Общее количество швов, через которые происходит вынос грунта окружающих пород	Общее количество швов, фильтрующих воду.	Общая длина трещин, не фильтрующих воду, в обделке тоннелей	Общая длина трещин в обделке тоннелей, фильтрующих воду	Количество пустот в обделке
Количество единиц Единицы измерения	351 шт	1137 шт	2,8 м	52,1 м	1500 шт

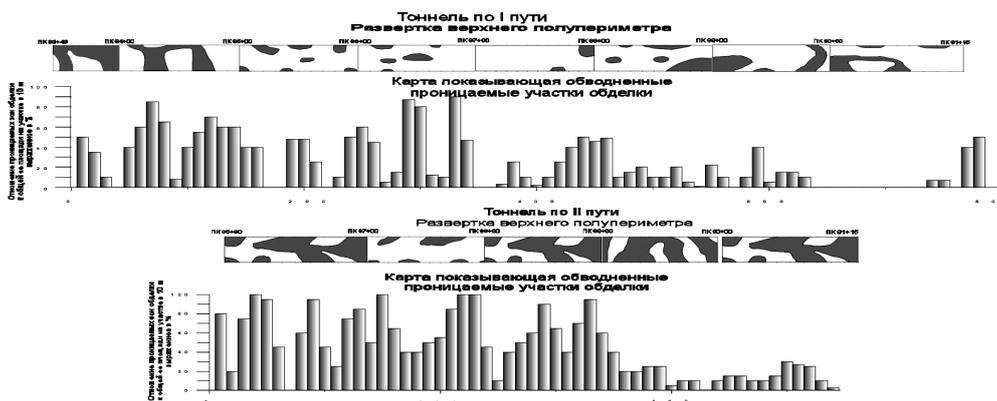


Рис. 4. Карта обводненных проницаемых зон в обделках тоннелей



Рис. 5. Распределение внутренних дефектов в обделке

обделках тоннелей, построенные по результатам георадиолокационного профилирования по верхнему полу-периметру, а также распределение внутренних дефектов в обделке, полученных по данным виброакустических и термометрических исследований, представлены на рис. 4 и 5:

Для удобства, по полученным картам были составлены таблицы, примеры таких таблиц представлены в табл. 1 и 2.

Результаты были положены в основу проектирования ремонтных работ в перегонных тоннелях метрополитена, которые были проведены в 2008 г.

На основании выполненного неразрушающего контроля тоннелей метрополитена была составлена общая дефектовочная карта, которая в дальнейшем была использована при проведении капитального ремонта объекта и при разработке мероприятий по дополнительной гидроизоляции обделок тоннелей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Обзор геофизических методов исследований при решении инженерно-геологических и инженерных задач. — М., 1998.

2. Бауков Ю.Н. Применение виброакустического метода в практике геоконтроля /

Горный информационно-аналитический бюллетень, № 6. — М.: Издательство МГГУ, 1999.

3. Вавилов В.П., Климов А.Г. Тепловизоры и их применение. — М.: Интер-универсал, 2002. **ИУАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Семенова А.А., Супилин М.А., Родионова А.Е., Родионова М.Е. — студенты физико-технического факультета, Московский государственный горный университет, Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



РУКОПИСИ,

ДЕПониРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

(835/08-11 от 25.05.11) 5 с.

Баташова Анна Федоровна, канд. экон. наук, доцент, Шахтинский институт (филиал) ЮРГТУ, RusBatashova@yandex.ru

Кодочигов Вадим Евгеньевич, аспирант, Шахтинский институт (филиал) ЮРГТУ, Vadim-kodochigov@mail.ru

Рассматриваются методы оценки инновационного потенциала предприятия, предложена структура инновационного потенциала угледобывающего предприятия.

Ключевые слова: оценка инновационного потенциала, угледобывающее предприятие.

Batashova A.F., Kodochigov V.E. FEATURES ASSESSMENT OF INNOVATIVE POTENTIAL OF ENTERPRISES COAL INDUSTRY

We consider methods for evaluating the innovation potential of the company, proposed a structure for the innovation potential of the coal company.

Key words: assessment of innovation capacity, coal company.