

УДК 550.8:624.191.6:625.78

Р.М. Гайсин, В.В. Набатов, Т.О. Дудченко

ОПЫТ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОМАССИВА В ЗОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ

Рассмотрен опыт электротомографического обследования геомассива с целью выявления обводненных и разуплотненных зон в районе канализационных коллекторов. В проведенном исследовании использовалась доработанная электроразведочная аппаратура, приведены графические иллюстрации полученного георазреза, показана картина динамики обводненных зон.

Ключевые слова: прогнозирование аварийных ситуаций, области разуплотнения, канализационный коллектор, электротомография.

В условиях современного мегаполиса большое значение приобретает устойчивость грунтов над подземными сооружениями, в частности над подземными канализационными коллекторами. Высокая загруженность подземного пространства Москвы смежными инженерными коммуникациями, высокий уровень грунтовых вод во многих районах города, пересечение канализационных коллекторов с линиями метро требуют особого подхода к мероприятиям по обеспечению эксплуатационной и экологической безопасности канализационных трубопроводов и сооружений на них. При этом значительная часть этих сооружений была проложена и прокладывается в сложных гидрогеологических условиях, характеризующихся значительной насыщенностью грунтовыми водами и малой несущей способностью грунта (около 1 кг/см²).

За период с 2008 года в системе Московской канализации произошло 3 аварийных ситуации на коллекторах от 800 до 1000 мм, причиной которых являлась инфильтрация грунто-

вых вод со значительным выносом грунта. Общие затраты на производство аварийно-восстановительных работ составила более 20 миллионов рублей.

В процессе производства работ по ремонту и восстановлению этих трубопроводов было установлено, что, несмотря на значительные по площади просадки земной поверхности, образовавшиеся вследствие выноса грунта, сама конструкция не имела критических повреждений, связанных с потерей несущей способности. Основной причиной просадок являлась многолетняя инфильтрация грунтовых вод через неплотности, трещины и пустоты железобетонной конструкции. Потенциальная угроза повторения аналогичных ситуаций остается достаточно высокой. В связи с этим вопрос своевременного предупреждения подобных аварий имеет первостепенное значение.

Аварии предшествует образование пустот и разуплотнение грунта. Наиболее опасными являются зоны в районе камер, причем камер, находящихся под проезжей частью улицы.

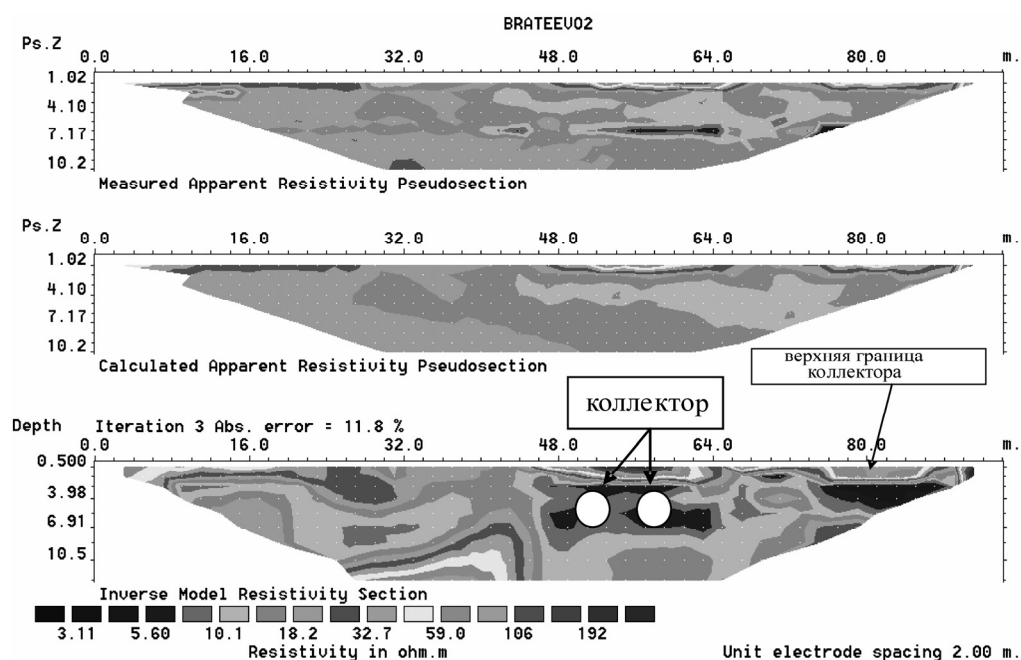


Рис. 1. Результаты томографии по профилю 3

Это объясняется тем, что в процессе строительства камеры засыпались мытым речным песком. Песок в отличие от суглинков и глин более склонен к размыванию. К тому же постоянная вибрация от движения транспорта ускоряет процесс переноса песка грунтовыми водами.

Таким образом, необходимо выявлять обводненные участки в районе коллектора как потенциально опасные, их динамику и образование зон разуплотнений.

Одним из методов, позволяющих решить эту задачу, является электроразведка. Из существующих методов наибольшее предпочтение имеет модификация метода ВЭЗ (вертикальное электрическое зондирование) – электрическая томография. Этот метод начал развиваться в 90-х годах прошлого века. Особенностью электротомографии является многократное использование в качестве пи-

тающих и измерительных одни и те же фиксированные на профиле наблюдения положения электродов, что позволяет применять эффективные алгоритмы моделирования и инверсии, расширяет круг решаемых задач. На разрешающую способность (качество интерпретации) влияют количество и плотность измерений на профиле. Число измерений на одном профиле может достигать сотен и тысяч, поэтому вопрос производительности полевых измерений имеет большое значение и определяет возможность практического применения.

Кроме того, результат интерпретации является весьма наглядным и может быть использован даже неспециалистами в электроразведке, что также добавляет привлекательности этому методу.

В настоящее время для проведения электротомографии используют и/или многоэлектродную аппаратуру. Более

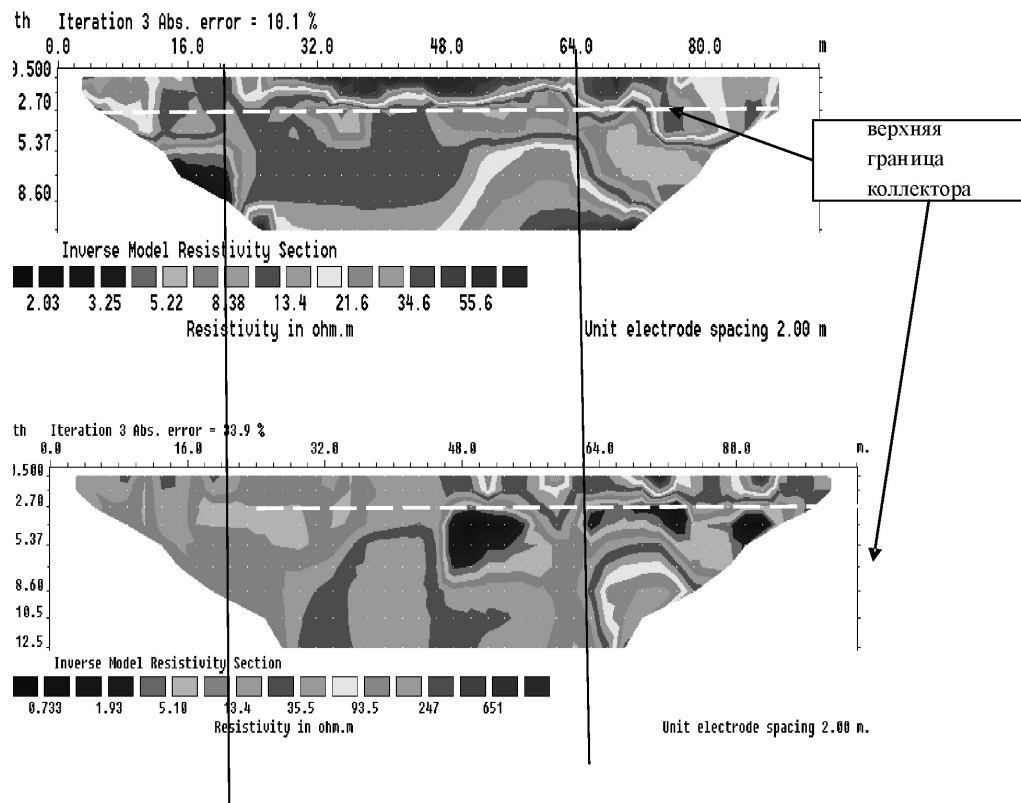


Рис. 2. Сравнение результатов томографии по профилям пройденным в разное время (верхний профиль – 4.08.10, нижний профиль – 20.10.10)

простой в применении является много-электродная аппаратура, но недостатком является ограничение производительности временем, необходимым на проведение одного измерения.

Для проведения электроразведочных работ с целью оценки состояния грунтов в районе канализационных коллекторов использовалась электроразведочная аппаратура Электротест (фирма "Диоген"). В дополнение к имеющейся аппаратуре были изготовлены коммутатор и электроразведочные косы. В качестве экспериментального участка был выбран коллектор в районе улицы Братеевской. Выбор именно этого участка основан на том, что в районе работ отсутствует твердое дорожное покрытие

и, к тому же в районе исследований в течение многих лет не проводились какие-либо строительные работы, поэтому верхний слой грунта не нарушен.

На экспериментальном участке были исследованы 3 профиля (схема измерений приведена на рис.). Профили 1 и 2 были пройдены с временным разрывом в 2,5 месяца (4.08.10 и 20.10.10) с небольшим сдвигом. На совпадающих участках можно проследить динамику зон обводнения.

Измерения проводились установкой Веннера как наиболее помехозащищенной. Вдоль исследуемого профиля вбивались электроды с шагом 2 м.

При полной длине профиля 94 м использовались 48 электродов, кото-

рые посредством электроразведочной косы подключались к коммутатору, позволяющему выбрать нужные электроды в зависимости от установленной схемы измерений. После подключения проводились измерения силы тока и напряжения, затем осуществлялась коммутация следующих электродов и т.д.

Обработка результатов исследований проводилась с помощью программы RES2DINY (фирма Geotomo). Результаты обработки приведены на рисунке.

По профилям 1 и 2 м можно наглядно проследить, как меняется обводненность верхнего слоя почвы (проф.1 (август 2010) → проф.2

(октябрь 2010)) и изменение размеров обводненных зон. На рисунке также хорошо прослеживается верхняя граница коллектора, а в районе камер обводненность заметно выше.

Подводя итоги проведенных работ, можно сделать следующие выводы:

- применение электротомографии позволяет выделить обводненные зоны, являющиеся потенциально опасными;

- метод электротомографии позволяет проследить динамику электрических свойств грунтов с течением времени, т.е. судить об изменении обводненности и появлении зон разуплотнения. **ПЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Гайсин Р.М. - кандидат технических наук, доцент,

Набатов В.В. – кандидат технических наук, доцент,

Московский государственный горный университет,

Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru

Дудченко Т.О. – заместитель начальника, главный инженер ПЭУКС «Мосводоканал».



РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ОБЛАСТИ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД ПОЧВЫ ПЛАСТА ПРИ ВЫЕМКЕ ЕГО ЛАВОЙ

(844/10-11 от 18.07.11) 3 с.

Кокарев Константин Владимирович, аспирант кафедры ГД

Голотвин Алексей Дмитриевич, доц., к.т.н

Уральский государственный горный университет

При отработке угольного пласта длинным очистным забоем на относительно больших глубинах может происходить разрушение почвы пласта. Это необходимо учитывать при управлении кровлей очистных забоев и поддержании подготовительных выработок на нижележащих пластах. Установлены закономерности снижения прочности пород по коэффициенту К.

Ключевые слова: угольный пласт, управление кровлей, почва, напряжения, смещения, закономерность

Kokarev K.V., Golotvin A.D. THE DEPTH DETERMINATION OF FAILURE AREA OF SEAM FLOOR IN LONGWALL MINING

Longwall mining development at about deep depth could cause seam floor failure. This must be taken into account while roof controlling faces and support development workings of underneath coal seams.