

## ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ СООРУЖЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ «СТЕНЫ В ГРУНТЕ»

Последние годы в крупных городах России, в особенности в Москве, очень активно ведется строительство зданий и сооружений различного назначения с многоуровневой подземной частью. В условиях тесной городской застройки такие строительные работы производятся под защитой «стены в грунте», которая обычно опирается на коренные водоупорные породы (чаще всего глины). Строительство с большим заглублением (10-20 м) неизбежно зависит от геологических и гидрогеологических условий территории, а по мере продвижения строительства сооружение начинает само оказывать большое влияние на геологическую среду. Попробуем рассмотреть комплекс проблем, с этим связанный.

Главный геоморфологический и ландшафтный объект на территории столицы – долина реки Москвы. По пойме вдоль Москвы-реки по ее старицам когда-то протекали исчезнувшие ныне ручьи, речная сеть подверглась максимальному уничтожению и трансформации. На территории столицы исторически насчитывается около 800 водотоков, из них с поверхности города исчезли примерно 465, а сохранились полностью или частично 355 водотоков [1]. В целом долинный рельеф претерпел существенные изменения: значительно была снижена густота расчленения за счет засыпки оврагов и мелких ручьев, изменена конфигурация береговой линии рек, глубина и ширина их русел, изменены абсолютные отметки и относительные превышения террасовых и пойменных поверхностей за счет площадных подсыпок. Некоторые реки и ручьи протекают ныне по подземным коллекторам (Неглинка, Самотека, Таракановка и др.) Все эти факторы вкуче с современной техногенной нагрузкой существенно усложняют гидрогеологическую обстановку грунтового массива в зоне аэрации.

В связи с вышеизложенным, одной из главных проблем при подземном строительстве с использованием «стены в грунте» становится защита заглубленной части от грунтовых вод. «Стена в грунте» имеет многочисленные технологические проемы, «холодные швы» между захватками бетонирования, места примыканий и несмыканий, да и сам бетон не всегда может противостоять воде. Поэтому, возникает вопрос о защите сооружений от грунтовых вод.

Принятая практика защиты подземного сооружения от грунтовых вод – использование по внутренней поверхности «стены в грунте» дренажного полотна (рис.1) с устройством прижимной стенки. Обычно полотно выводится в дренажные трубы, по которым вода поступает в дренажный приямок (рис.1). Таким образом, вода, проникшая через «стену в грунте» должна стекать в дренаж и удаляться насосами из подземного контура. По факту такая система работает не всегда идеально. Основные причины: некачественное выполнение строительных работ и реже ошибки проектирования.

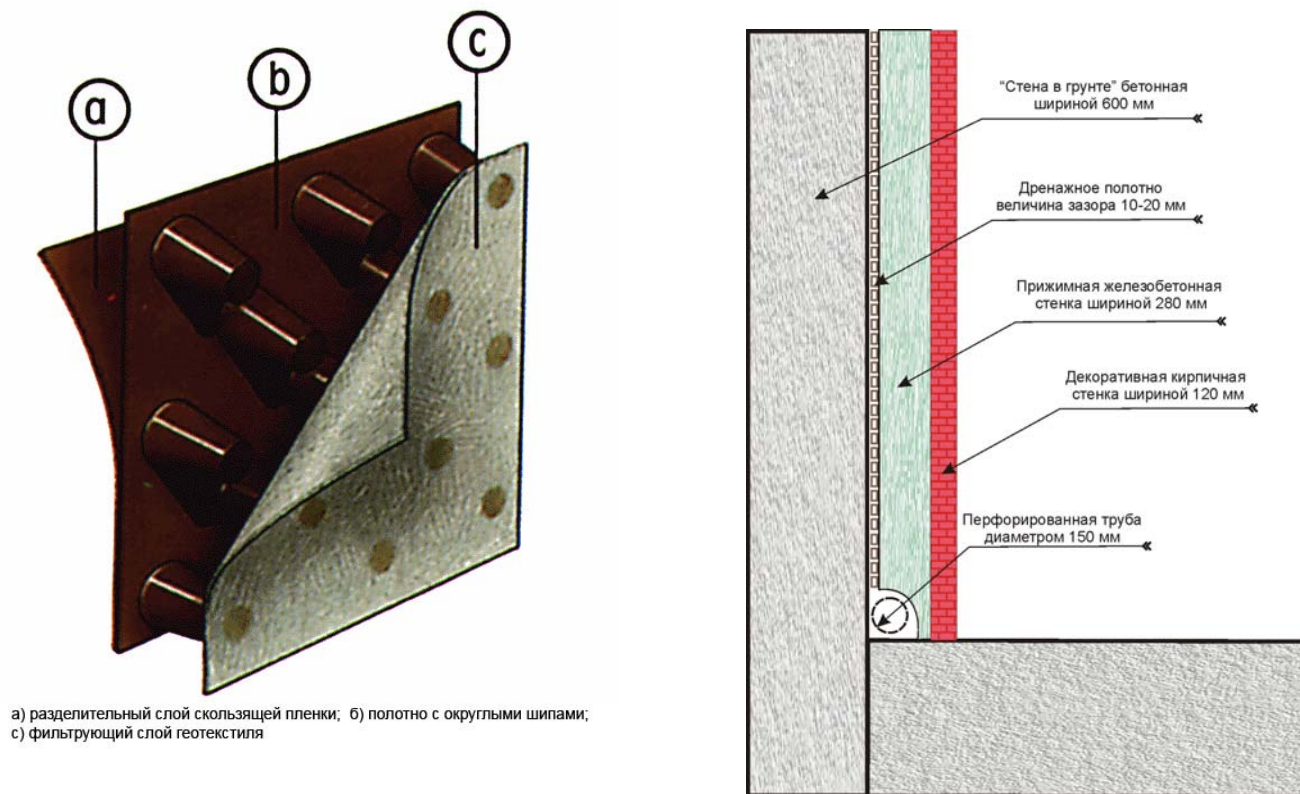
При обследовании подземных сооружений, возведенных под защитой «стены в грунте» были выявлены следующие факторы, снижающие надежность защиты от грунтовых вод (рис.2):

- изменение толщины «стены в грунте»;
- раздробленный, расслоившийся бетон на поверхности стены;
- нарушения слоя из геотекстиля, в следствии чего происходит попадание грунта в дренажную систему;
- неправильный монтаж полотна;
- использование дренажного полотна без устройства дренажа.

Изменение толщины «стены в грунте» затрудняет качественный монтаж дренажного полотна на ее поверхности. Слой раздробленного, расслоившегося бетона может стать причиной локальных скоплений воды. При отсутствии или нарушении геотекстиля дренажное полотно забивается грунтом, попадание грунта в трубы дренажа приводит к

уменьшению их пропускной способности, кроме того, при значительных объемах размыва грунтов за «стеной в грунте» возможно возникновение осадок земной поверхности.

Следует отметить, что в настоящее время, из-за снижения качества строительства возможны нарушения проекта, вплоть до случаев, когда дренажное полотно укладывается не на ту сторону (рис.2). Это означает, что дренажная система в этом случае не работает вообще, либо ее эксплуатация существенно затруднена.



**Рис. 1. Устройство типичного дренажного полотна и наиболее распространенная схема его использования**

В ряде случаев дренажная система смонтирована, а нормальная работа подземной части сооружения все равно затруднена, поскольку грунтовые воды попадают в сооружение. В этом случае задача диагностики: по возможности найти источник поступления воды, ведь он может находиться далеко от того места, где обнаружена протечка в «стене».

Опыт показывает, что начинать такое обследование (впрочем, как и любое другое) необходимо с анализа проектной и геологической документации. Первый шаг, который необходимо предпринять на объекте исследований - это отобрать воду, поступающую в сооружение, на анализ. Далее определить объемы воды, поступающие в подземный контур за единицу времени, ее температуру. Если в центре города на глубине 15 м из дренажной трубы течет вода, температура которой  $+18^{\circ}\text{C}$  можно говорить о существенном техногенном влиянии. По химическому составу воды обычно трудно определить ее происхождение: проходя по пескам (а в московских грунтах аллювиальные пески весьма часто присутствуют в разрезе) даже канализационные воды очищаются. Однако, мониторинг за присутствием в воде хлоридов, может свидетельствовать об источнике ее поступления. Так на рис. 3 приведена зависимость содержания хлоридов в воде отбираемой внутри подземного сооружения на глубине около 10 м от температуры воздуха на дневной поверхности. Прослеживается четкая зависимость: при отрицательной температуре на проезжей части начинается использование антиобледенительных добавок содержащих Cl и его содержание в пробах воды резко возрастает.

Следующий шаг – проверка состояния дренажных труб. Эта задача может быть решена путем осмотра труб с помощью портативных видеокамер и оптических эндоскопов, что позволяет отследить нарушения в трубах в результате монтажа, участки скопления грунта и т.п.



Дренажное полотно смонтировано неправильно

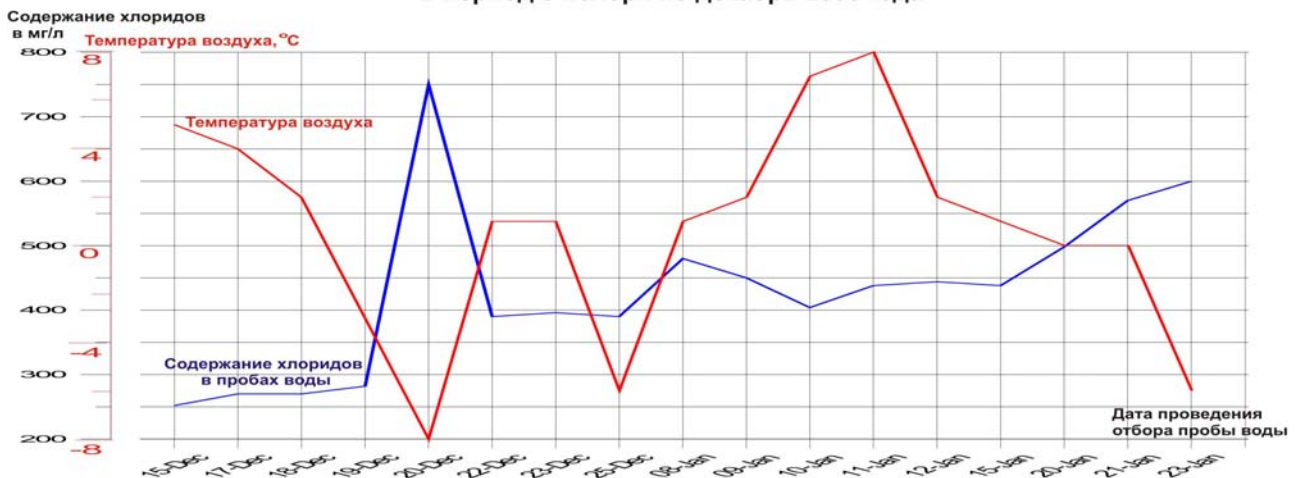


**Рис. 2. Факторы, снижающие надежность защиты от грунтовых вод: неровная поверхность «стены в грунте», раздробленный, расслоившийся бетон, неправильный монтаж дренажного полотна**

Далее, для определения источника поступления воды, через «стену в грунте» целесообразно проведение тепловизионных исследований (фотосъемки в инфракрасном диапазоне). На рис.4 приведен пример успешного использования тепловизионной съемки для локализации зоны протечек через «стену в грунте»: съемка проводилась на трех уровнях на -3 этаже, полученные фотографии приводились к одному температурному диапазону, который подбирался эмпирическим путем.

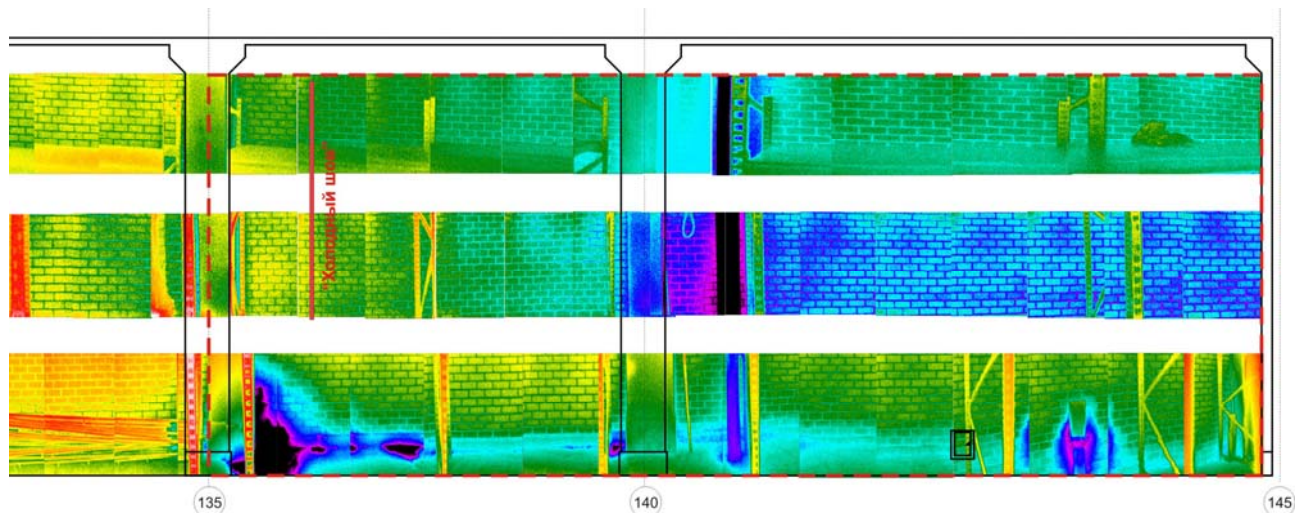
Грунты за «стеной в грунте» исследуются георадиолокационным методом (рис.5). При этом может быть получена информация об участках разуплотненных обводненных грунтов, отслежено наличие локальных объектов (труб, коллекторов, старых фундаментов и пр.). Возможно определение влажности грунтов, уточнение геологического строения грунтового массива (при наличии опорных геологических скважин).

**Графики изменения содержания хлоридов в пробах воды и дневной температуры воздуха в период с ноября по декабрь 2006 года**



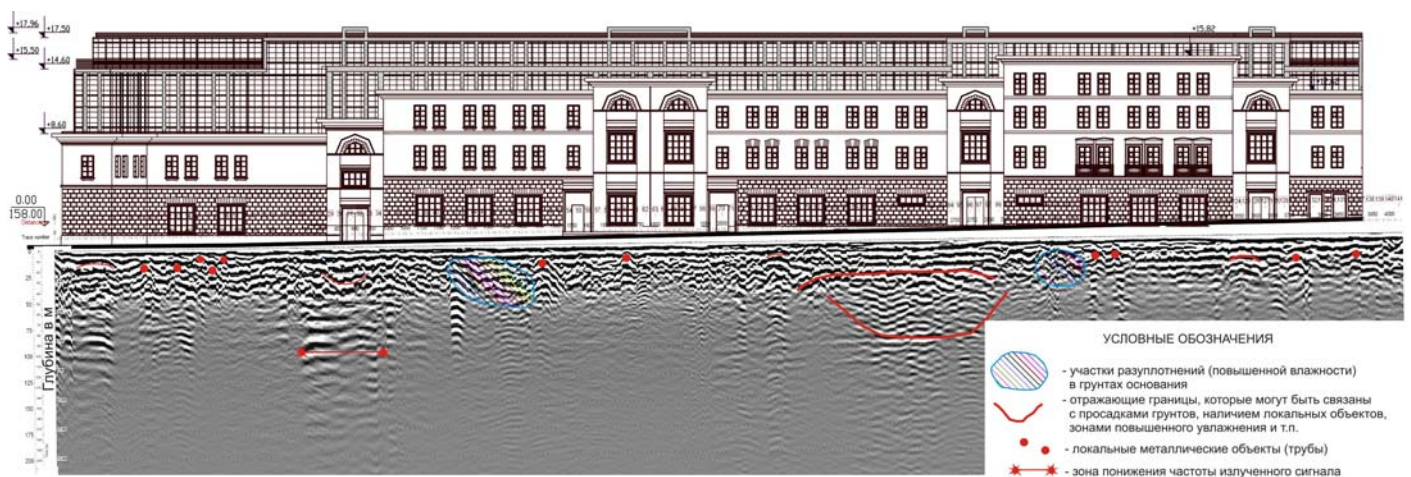
**Рис. 3. Зависимость содержания хлоридов в пробах воды от температуры воздуха: прослеживается четкая зависимость – при отрицательных температурах содержание хлоридов увеличивается**





**Рис. 4. Результаты инфракрасной съемки на нижнем этаже подземного сооружения. Съемка велась на трех уровнях. Несмотря на то, что по прижимной стенке выполнена декоративная кирпичная стена, результаты позволяют определить основную зону протечек воды**

Использование комплексного подхода к обследованию подземной части зданий, сооруженной с помощью «стены в грунте», позволяет правильно спланировать мероприятия по ликвидации протечек грунтовых вод и восстановлению эксплуатационных характеристик сооружения.



**Рис. 5. Результаты георадиолокационных исследований грунтов вдоль «стены в грунте». Результаты получены при перемещении прибора по отступке здания**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. «Москва. Геология и город» Под ред. В.И.Осипова и О.П.Медведева // М., «Московские учебники и Картолиотография», 1997. – 400 с.
2. В.А.Дроздов, В.И.Сухарев Термография в строительстве. // -М., Стройиздат, 1987.- 240 с.
3. Владов М.Л., Старовойтов А.В. «Георадиолокационные исследования верхней части разреза» // Издательство Московского Университета., М., 1999.