

нить аналогичные измерения на более высоких частотах, так как с увеличением частот зондирующего сигнала различие в ЭПР заметно снижается (рис. 2).

3. На основании предварительной оценки типа грунта, его пористости и влажности и известных корреляционных связей между физическими и механическими свойствами грунтов, делается предварительная оценка модуля деформации E , расчетного сопротивления R , угла внутреннего трения ϕ , удельного сцепления C и удельной плотности ρ . Пример такой оценки приведен в таблице 1.

Заключение. Предварительная оценка физико-механических свойств грунтов может быть получена на основании анализа радиоокационных изображений грунтов при обязательном выполнении трех условий:

1. Временные зависимости амплитуд отраженных сигналов должны регистрироваться, как минимум, на двух частотах зондирующего сигнала.

2. Временные зависимости амплитуд отраженных сигналов на каждой частоте должны регистрироваться как минимум для двух значений поляризационного параметра.

3. Радиолокационное изображение должно строиться с использованием синтеза апертуры антенны. Поскольку радиолокационное подповерхностное зондирование позволяет получить лишь оценочные значения физических свойств грунта, полученные результаты целесообразно сочетать с данными бурения, пенетрации и каротажа.

Список цитированных источников

1. Основания зданий и сооружений: СНиП 2.02.01-83. – М., 1985. – Приложение 1. – С. 27–29.
2. Левис. Обратная задача дифракции // Зарубежная радиоэлектроника, 1970. – № 2. – С. 110–113.

УДК 550.837

ОСОБЕННОСТИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ГРУНТОВ, СЛАГАЮЩИХ ДНО ВОДОЕМОВ

Казарин Б. А., Казарин А.Б.

Введение. Информация о свойствах грунтов, слагающих дно водоемов, может представлять интерес при оценке технического состояния различного рода сооружений, возведенных или непосредственно в пределах этих водоемов (мосты, дамбы, плотины, камеры шлюзов), или на некотором удалении от них. Это связано с тем, что дефекты фундаментов этих сооружений в ряде случаев являются следствием гидрогеологических связей между открытой водой и подземными фильтрационными потоками, залегание которых прослеживается и в основании дна водоемами, и в основании фундамента сооружения. Получение соответствующей информации путем бурения скважин с поверхности воды процесс трудоемкий и дорогостоящий. Бурение скважин вблизи береговой черты водоема с последующим построением инженерно-геологических разрезов, в общем случае, позволяет оценить только геологическую обстановку под дном водоема, и только при условии, что профиль дна вдоль каждого разреза заранее известен. Кроме этого, у обоих методов имеется один и тот же недостаток – они дают информацию истинную только для отдельных точек поверхности.

Процесс субъективной интерполяции, сопровождающий построение каждого разреза, автоматически предполагает погрешность в оценке сложения и свойств

грунтов, залегающих между скважинами. Очевидно, что эта погрешность будет тем значительнее, чем больше расстояние между скважинами. Квазинепрерывная информация и о рельефе дна водоема, и о слагающих его грунтах (с интервалом в несколько сантиметров вдоль разреза) может быть получена путем использования радиолокационного подповерхностного зондирования [1]. Известны специальные подводные георадарные комплексы, которые можно перемещать непосредственно вблизи дна водоемов. Их преимущество заключается в возможности использовать одну и ту же методику интерпретации радиолокационных изображений грунтов, залегающих и под водоемом, и вблизи водоема. К недостаткам следует отнести необходимость наличия специального снаряжения для подводных работ и возможные ограничения при проведении измерений, связанные с ограниченной видимостью, сложностью рельефа дна и наличием подводных течений.

Методика исследования. Поставленная задача может быть решена с использованием обычных георадаров, предназначенных для зондирования грунта с дневной поверхности. Но в этом случае, независимо от того, будет ли антенна георадара перемещаться по водной поверхности на плавсредстве или по поверхности льда, следует учитывать, что диэлектрические проницаемости слоев однопверхностной среды заметно отличаются. В летнее время слоями являются вода и грунт в основании дна водоема, в зимнее - снег, лед, вода и грунт. В таблице 1 приведены значения величин ϵ' , V для снега, льда, пресной воды и грунта в диапазоне частот 50–500 МГц. Информация для снега, льда и воды заимствована из работ [1, 2]. Значения диэлектрической проницаемости и скорости распространения электромагнитной волны для грунта были получены расчетным путем авторами. При расчете использовались трехкомпонентная модель грунта: частицы грунта, поровая вода, газ в различном объемном сочетании. Для поровой воды учитывалась концентрация солей и температура.

Как следует из анализа таблицы, скорость распространения электромагнитных волн в воде почти на порядок отличается от значений для грунта, льда и снега.

Таблица 1 – Значения диэлектрической проницаемости ϵ' скорости распространения электромагнитной волны V м/нс для снега, льда, воды и грунта

Подповерхностная среда	ϵ'	V м/нс
Лед	3	17
Грунт песчаный сухой	4,9	-
	4,5	12
Грунт песчаный влажный	14,6	-
	16,8	10
Грунт глинистый сухой	5,4	-
	4,5	12
Грунт глинистый влажный	16	7,5
	16,8	7,2
Вода пресная	84	3,3
Снег	1,5	-

Это означает, во-первых, что при проведении георадарных измерений максимальная глубина зондирования (временная развертка отраженного сигнала) должна определяться соотношением:

$$t_{\max} = \frac{Z_{\max}}{V} = \frac{Z_{св}}{V_c} + \frac{Z_A}{V_A} + \frac{Z_{сп}}{V_{сп}}$$

где Z_c, Z_s, Z_w, Z_{sp} – соответственно, значения толщины слоев снега, льда, воды и грунта; V_c, V_s, V_w, V_{sp} – значения скоростей распространения, соответственно, в слое снега, льда, воды и грунта. На практике Z_c, Z_s известны заранее, Z_{sp} – априори задана заказчиком, а Z_w – неизвестная величина. Поэтому, t_{max} определяется экспериментально, на месте, по виду временной зависимости отраженного сигнала. Так как слой воды, как правило, однороден, то на экране монитора наибольшими по амплитуде отраженные сигналы наблюдаются в начале временной развертки (границы слоев снега и льда, льда и воды) и её конце (граница воды и грунта дна). Во-вторых, отличие значений V_w и V_{sp} необходимо учитывать в процессе интерпретации полученных радиолокационных изображений. Масштаб РЛИ по глубине оказывается немаловажным. Реальная толщина слоя воды связана с толщиной на РЛИ соотношением:

$$Z_w = \frac{Z_{рлн}}{\sqrt{\epsilon}}$$

Анализ экспериментальных данных. Рассмотрим радиолокационные топографические изображения подповерхностной среды, включающей снег, лед, пресную воду искусственного водоема и грунты в основании его дна, по относительной плотности и влажности.

Водоем искусственного происхождения расположен на территории института плодородства (д. Самохваловичи Минского района) и входит в состав мелиоративной системы опытного участка института.

Измерения выполнялись в январе 2009 года при температуре $-4...-8^{\circ}\text{C}$, с использованием двух георадаров ЗОНД-10 и Герад-4 на частотах 75 и 150 МГц, для трех значений поляризационного параметра. При построении РлТИ использовался алгоритм синтеза радиолокационной апертуры антенны.

Водоем на плане представляет неправильный круг диаметром около 70 метров. Высота откосов колеблется от 0,15 до 1,5 метров. Максимальная глубина водоема по предварительным данным составила 2,0 метра. Толщина снежного покрова на поверхности льда была в пределах 0,15-0,2 метра, а толщина льда 0,1-0,15 метра. Измерения выполнялись в несколько этапов. Результаты первых измерений показали, что наиболее информативными являются РлТИ, полученные на частоте 75 МГц с максимальной глубиной зондирования 30 метров. При этом, на РлТИ достаточно хорошо наблюдается 10-метровый слой грунта основания дна водоема. Всего было выполнено 12 измерений: для 7 профилей с поверхности льда и 5 профилей с поверхности грунта. Анализ РлТИ позволил построить рельеф дна водоема и предварительный инженерно-геологический раз-рез основания дна и береговой черты. Анализ инженерно-геологического разреза показал, что грунты, залегающие до 1968 года в пределах границ водоема, до глубины 3,0-3,5 метра были представлены супесями и суглинками. Супеси залегают, преимущественно, в юго-восточной части водоема, а суглинки – в северо-западной. Глинистые грунты подстилались слоем песков, глубина залегания каждого менялась от 3,0–3,5 до 8,0–9,0 метров. В процессе отрыва котлована на отдельных участках слой песков оказался обнаженным. В этих местах глубина водоема составляет более 2,0 метров. Основание дна водоема на глубину до 10–12 метров сложено преимущественно слоями глинистых и песчаных грунтов. Глубина залегания слоев глинистого грунта составляет, ориентировочно, 4,0; 6,5–7,0; 9,0–10,0 и 12 метров. Их мощность не превышает 0,8–1,0 метра. Под отдельными участками дна наблюдаются перемычки глинистых грунтов за счет чего их мощность

увеличивается до 2,5–3,0 метров. Между 2 и 3, 3 и 4 сло-ями глинистых грунтов залегают пески влажные (водонасыщенные) мощностью от 0,5 до 2,5–3,0 метров. За пределами водоема первый от дневной поверхности межпластовый поток вблизи юго-восточной части водоема наблюдается на глу-бине около 5,0–5,5 метров, а вблизи северо-западной части – на глубине около 9,0–10,0 метров. На участках дна водоема, где глубина превышает 2,0 метров водоупорная кровля этого пото-ка отсутствует, вследствие чего имеет место гидрогеологическое окно между открытой водой и подземным потоком. Предварительное направление фильтра-ции – север, северо-запад.

Заключение. Информация о свойствах грунтов, слагающих дно водоемов, мо-жет быть получена благодаря использованию обычных георадаров, предна-значенных для зондирования грунта с дневной поверхности. Полученные ре-зультаты позволяют построить рельеф дна водоема и предварительный инже-нерно-геологический разрез основания дна, а также оценить наличие и предва-рительное направление фильтрации межпластовых потоков.

Список цитированных источников

Финкелыптейн, М.И., Мендельсонов, В.Л., Кутев, В.Д. Радиолокация слонстых земных покровов. – М.: Сов. Радио, 1977.

Калинин, В.В., Казак А.В., Старовойтов, А.В. Результаты комплексных геофизических исследований при решении геозоологических задач на примере Новодевичьих прудов // Гео-экология. – 2008. – № 6. – С. 558–568.

POUŽITIE ŠTRKOVÝCH PILIEROV NA ZLEPŠENIE MÄKKÉHO PODLOŽIA

Monika Súľovská, Peter Turček

Abstract:

Using gravel columns for improving the soft subsoil. The paper deals with an example of the foundation of circular steel tank situated on compressible subsoil, created by clay soils with soft and stiff consistency. Due to relatively high loads and requirement of small differential settlement, was necessary to prepare the design step-by-step using reinforcement of subsoil.

1. **ÚVOD.** Inžinierskogeologický prieskum poukazoval na mäkké a málo únosné ílovité podložie, v mieste kde sa mali založiť dve hnojnicové nádrže pre poľnohospodárske družstvo na Východnom Slovensku v obci Tulčik. Preverenie podmienok pre ílovité podložie preukázalo nedostatočnú únosnosť zemin pri očakávanom napätí v základovej škáre. Preto bolo potrebné navrhnuť založenie oceľových nádrží priemeru 18,6 m na zlepšnom podloží a taktiež posúdiť vzdialenosť medzi dvomi nádržami pri rôznom zaťažení. Navrhovaná osová vzdialenosť medzi oceľovými nádržami bola 22 m. Každá hnojnicová nádrž má mať objem 1760 m³ a tiaž 21 ton.

2. **GEOLOGICKÉ POMERY LOKALITY.** Záujmové územie leží v miernom svahu na pravej strane rieky Sekčov, v jej aluviálnej nive. Podľa mapy regionálneho geomorfologického členenia patrí skúmané územie do subprovincie „Vonkajšie východné Karpaty“, do oblasti Nízke Beskydy a celku Beskydské predhorie, podcelok Záhradnianska brázda (Potičný, 2007).

Z geologického hľadiska budujú lokalitu sedimenty neogénneho podkladu a kvartérneho pokryvu. Neogénne sedimenty tvoria šedé pestré piesčité, vápniť íly, jennozmné vápnito-ílovité pieskovce, piesky, zlcpenca a štrky. Kvartérne sedimenty