

П.А. Знайченко, инж.;
К.В. Розенберг, инж.;
Н.М. Степанова, инж.;
А.Ю. Бауков, инж.
(МГГУ, ЗАО "Триада-Холдинг")

Опыт обследования грунтового основания очистных сооружений в г. Геленджике Краснодарского края

В задачах по диагностике состояния строительных конструкций сооружений различного назначения важным моментом является определение современного состояния их грунтовых оснований. По многим сооружениям проводились инженерно-геологические изыскания на стадии проектирования, с того времени могли произойти изменения в состоянии грунтов. Проводить повторные геологические исследования с бурением, отбором образцов и лабораторными испытаниями грунтов, трудоемко и дорого. Поэтому обоснованно проведение инженерно-геофизических исследований не требующих больших затрат времени и средств и дающих представление о состоянии массива горных пород в условиях естественного залегания.

В октябре 2002 г. лабораторией "Контроль качества строительства и эксплуатации инженерных сооружений" (лицензия ФЛЦ 004642-1(1) от 20.12.00) предприятия по диагностике, лечению и проектированию строительных конструкций инженерных сооружений ЗАО "ТРИАДА-ХОЛДИНГ" было проведено обследование очистных сооружений г. Геленджика предназначенных для биологической очистки сточных вод, производительностью 15000 м³. В числе поставленных задач было и изучение грунтов основания с целью схематизации строения массива, определения показателей деформируемости, уточнения фильтрационных свойств горных пород. Обследованный блок емкостей строился с конца 80-х годов до 1995 года, затем строительство было прервано. Катастрофическое выпадение осадков летом 2002 года показало важность пересмотра вопроса о свойствах грунтов основания сооружений. К тому же конструкции блока емкостей усиливаются, в связи с этим нагрузка на основание увеличивается.

Изыскания под строительство были проведены в октябре-ноябре 1984 г. Пробурены геологические скважины, построены разрезы, определены физико-механические характеристики грунтов, выполнен прогноз увеличения уровня

грунтовых вод (УГВ).

По результатам изысканий получены следующие результаты. Площадка очистных сооружений расположенная на южном склоне Толстого мыса Геленджикской бухты, в геоморфологическом отношении приурочена к древней морской террасе. Рельеф местности ровный, с незначительным уклоном к морю. Геологическое строение участка исследований представлено палеогеновыми и верхнемеловыми отложениями, представляющими собой чередование известняка, мергеля и сланцеватых глин. Породы массива смяты в синклинальные и антиклинальные складки в большинстве случаев четко выраженных в рельефе.

В гидрогеологическом отношении площадка очистных сооружений характеризуется отсутствием грунтовых вод до глубины 7.0 м. Однако отмечено, что существуют геологические условия для формирования техногенного водоносного горизонта при расширении сооружений за счет утечек из них. Такие предпосылки создает водоупорный мергель, залегающий на глубине от 0.9 до 7.0 м. Проектная величина утечек составляет 98 м³/сут., коэффициент фильтрации трещиноватых мергелей равен 1 м/сут. Заглубление сооружений по проекту – 2.5-3.0 м (достигает 5 м).

Поэтому, подчеркнута необходимость устройства дренажа под сооружениями, без которого сооружения будут подтоплены до глубины 1.5-2.0 м. В задачу выполненных в настоящий момент исследований входило определение современного уровня грунтовых вод. Геофизические исследования были проведены по периметру сооружений. В качестве опорного метода выбрана наиболее широко применяемая в инженерной геофизике сейсморазведка методом преломленных волн (МПВ).

Физическую основу метода составляют связи, существующие между структурными особенностями, свойствами и состоянием геологической среды с одной стороны, со структурой поля упругих волн, их кинематическими и динамическими особенностями, с другой. Используемыми, в данном случае характеристиками поля упругих волн являются времена прихода упругих волн от источника колебаний к участку их регистрации, скорости распространения продольных и поперечных волн.

Массив горных пород был исследован по нескольким профилям. Исследования проводились двадцатичетырехканальной сейсмостанцией "Диоген".

Возбуждение колебаний ударное.

В результате обработки полученных сейсмических записей построены гидографы продольных упругих волн, оценены скорости поперечных волн. Интерпретация гидографов преломленных волн проводилась способом пластовых скоростей. По известным пластовым скоростям последовательно сверху вниз определялась мощность слоев между преломляющими границами методом t_0 и проводят построение скоростного разреза.

Верхний слой полученного скоростного разреза, приурочен к насыпным грунтам, представленным суглинком с обломками мергеля и характеризуется скоростями от 300 до 520 м/с, залегает с поверхности до глубины 1.2 м. Причем склоном от 300 до 520 м/с, залегает с поверхности до глубины 1.2 м. Причем склоном от 630 до 740 м/с. Слой имеет наклонную границу залегания в сторону берегового склона и выклинивается с противоположной стороны, что очень хорошо сочетается с данными геологических изысканий 1984 года. Глубина скоростной границы в точке геологических изысканий 1984 года. Глубина скоростной границы в точке изысканий 1984 года. Глубина скоростной границы в точке изысканий 1984 года.

Коренные породы, представляющие наибольший интерес в нашем исследовании, представлены мергелями различной степени выветрелости. Мергели относятся к осадочным полускальным породам, т.е. породам с пониженными механическими показателями, по сравнению с родственными им известняками. По классификации горных пород проф. Протодьяконова – плотный мергель считается "породой средней крепости" (категория Va), а обычновенный мергель относится к "довольно мягким породам" (категория VI) [1].

Скорость продольных волн в массиве мергелей колеблется от 2100 м/с до 3300 м/с в зависимости от степени выветрелости. Причем граница между сильно выветрелым и плотным мергелем не выделяется. По рассчитанной глубине исследованная граница совпадает с результатами геологических изысканий 1984 года.

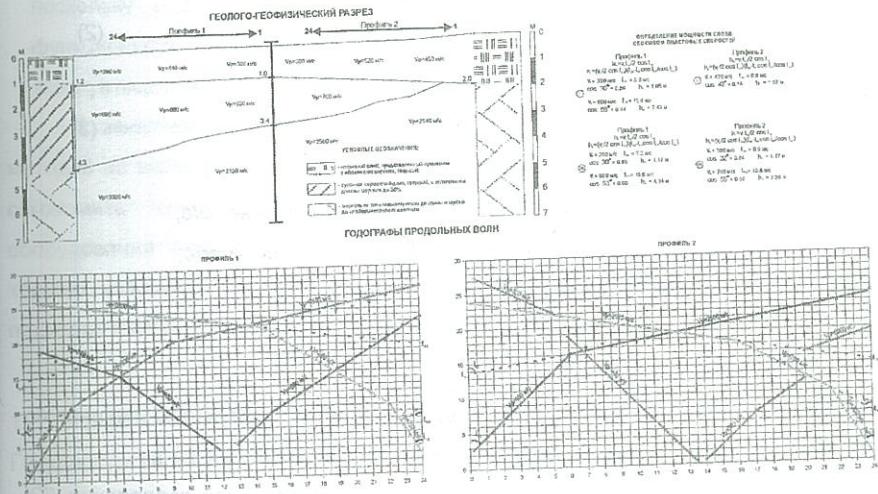


Рис. 1. Результаты геофизических исследований грунтового основания сооружений

Необходимость знания упругих или деформационных характеристик горных пород и грунтов возникает в связи с воздействием на основание нагрузок, естественных и искусственных колебаний (вибрации от механизмов, сейсмические колебания от землетрясений).

Значения динамических упругих параметров – модуля упругости E_d и коэффициента Пуассона μ вычисляются на основании формул теории упругости по найденным в результате полевых сейсмических наблюдений скоростям распространения продольных V_p и поперечных V_s упругих волн. Полученные упругие характеристики могут быть использованы в расчетах нагрузки конструкции на основание.

В итоге сопоставления скоростей продольных и поперечных волн были определены динамические коэффициенты Пуассона и рассчитаны динамические и статические модули упругости по формулам:

$$\mu = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)} \quad (1)$$

$$E_d = \frac{V_p^2 \Delta (1 + \mu)(1 - 2\mu)}{(1 - \mu)} \quad (2)$$

$$E_c = 0.35 E_d^{1.141} \quad (3)$$

где μ - динамический коэффициент Пуассона;

V_p - скорости продольных волн в грунтовом массиве, м/с;

V_s - скорости поперечных волн в грунтовом массиве, м/с;

E_d - динамический модуль упругости, МПа;

E_c - статический модуль упругости, МПа;

Δ - плотность грунтов, кг/см³.

Затем была произведена оценка модуля деформации грунтов основания по графикам связи модуля упругости E_d с модулем деформации E_{def} [2].

Оценка модуля деформации велась способом косвенной корреляции ([2] стр.134-137). Для суглинков величина E_{def} составила 14 МПа, для глин – 18 МПа и для мергелей $E_{def} = 20000$ МПа.

В результате геофизических исследований грунтового основания сооружений сейсмическим методом было установлено:

- проведенные исследования грунтов основания блока емкостей в условиях естественного залегания в целом подтверждают границы геологических горизонтов, полученные в результате изысканий 1984 года с бурением геологических скважин;
- глины мергелистые и суглинки, являющиеся основанием сооружений, находятся не в водонасыщенном состоянии, величина модуля деформации для глин составляет 18 Мпа, для суглинков - 14 МПа, что соответствует классификационным характеристикам грунтов согласно СНиП 2.02.02-85 "Основания гидротехнических сооружений" [3] (стр.3 табл.1);
- коренные полускальные грунты, представленные мергелями, исходя из полученного значения динамического модуля упругости (максимальное 15000 МПа) находятся в водонасыщенном состоянии (среднее значение прочности по результатам прессовых испытаний образцов мергеля в водонасыщенном состоянии 1984 года равно 14000 Мпа);
- полученные результаты позволяют сделать вывод о небольшом поднятии

уровня грунтовых вод на участке сооружений; этот факт особенно важен поскольку поднятие УГВ произошло в условиях, когда сооружения не функционируют, уместно предположить, что с пуском последних в эксплуатацию возможно подтопление блока емкостей до уровня днища.

В заключении, следует подчеркнуть, что использование геофизических методов на малых глубинах позволяет изучить грунты с большей детальностью, сэкономить время и средства. Применение современного цифрового оборудования открывает более широкие возможности в использовании уже хорошо известных методик измерений и интерпретации и внедрении новых подходов к исследованию горных пород и грунтов.

Список литературы

1. Саваренский Ф.П. Инженерная геология. - Москва-Ленинград: Государственное объединенное научно-техническое издательство. Редакция горно-топливной и геолого-разведочной литературы. 1939
2. Никитин В.Н Основы инженерной сейсмики. - М. : Издательство московского университета, 1981. - 176 с.
3. СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений. -М., 1996.