

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ КОНСТАНТИНОВСКОГО ДВОРЦА

БОЛОТНИКОВА Наталья Николаевна – главный геолог НПФ «Геореконструкция».

ТИХОМИРОВА Людмила Карловна – канд. техн. наук, член РОМГГиФ, ведущий научный сотрудник НПФ «Геореконструкция».

Характерной особенностью ландшафта южного берега Финского залива (от района Автово и западнее в направлении Стрельны, Петергофа, Ораниенбаума) является наличие уступа высотой до 10–20 м, расположенного на расстоянии 1–2 км от берега залива. В пределах этой зоны мелководье переходит в низменную, местами заболоченную прибрежную зону. Эта особенность широко использовалась архитекторами, возводившими на краю этого уступа, как на своеобразном постаменте, дворцы, а перед ними – сады, на которые и, далее, на залив открывался прекрасный вид. Территория «нижних» парков, как правило, поднималась отсыпкой до абсолютной отметки +3...+5 м. В садах и парках прокладывались каналы, в том числе и для осушения территории, а наличие водоемов на уступе наводило на мысль об устройстве фонтанов в нижних парках. Так, в Стрельне предполагалось устройство каскада в центральной части дворцового комплекса.

Особенности рельефа определяются геологическим прошлым. Территория, занимаемая городом и прибрежными зонами, расположена между Балтийским кристаллическим щитом (Карельский перешеек) и глинтотом Ордовикского плато высотой 40–50 м, ограничивающим с севера Ордовикское плато и расположенным на расстоянии 20–25 км от побережья. Кристаллические породы Балтийского щита, выходящие на поверхность в северной части Карельского перешейка, южнее перекрыты мощной толщей протерозойских и палеозойских (кембрийских) осадочных пород и залегающими над ними

четвертичными отложениями. Ордовикское плато под маломощным слоем моренного суглинка сложено ордовикскими известняками. Финский залив, бассейн Невы, Ладожское и Онежское озера занимают так называемую Предглинтовую низменность, разделяемую на 3 части: Приморскую (западнее города), Приневскую и Приладожскую. Низина на занимаемой ими территории образовалась еще в дочетвертичную (доледниковую) эпоху при неравномерном тектоническом поднятии Балтийского щита. В четвертичную эпоху при многократных оледенениях мощность материковых льдов достигала 1,5–2 км. В заключительную фазу последнего оледенения (12,5–10 тыс. лет назад) в Предглинтовой низменности существовал обширный приледниковый водоем, следы абразионно-аккумулятивной деятельности которого представлены серией террас, в частности на побережье Финского залива. При планировке застраиваемой территории для формирования более ярко выраженных уступов террас, как правило, производились подсыпка и устройство подпорных стен. По аналогичному принципу была организована территория дворцового комплекса в Стрельне.

Абсолютные отметки верхней террасы – около 12,7 м БС, Нижнего парка под ней – 4,6 м.

Согласно результатам проведенных перед началом реставрационных работ исследований (рис. 1), геолого-литологическое строение рассматриваемого участка характеризуется распространением озерно-ледниковых и ледниковых отложений четвертичного страти-

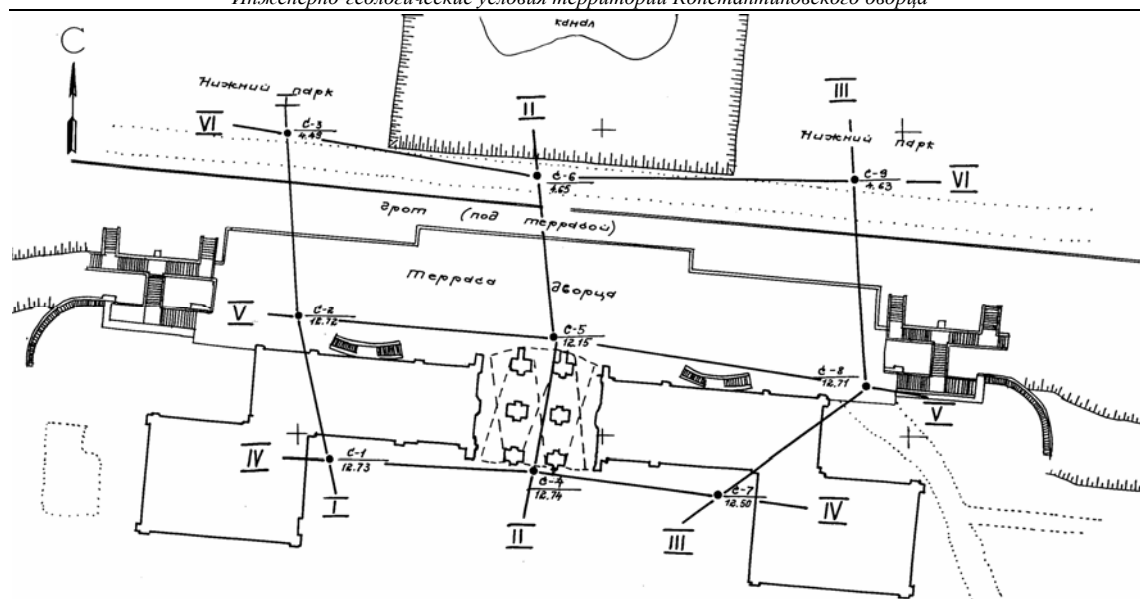


Рис. 1. План расположения инженерно-геологических скважин:
 • $\frac{C-1}{12.73}$ – скважина, пробуренная при настоящих изысканиях, ее номер и абс. отметка устья, м; $\text{I}—\text{I}$ – линия геолого-литологического разреза;
 □ – контуры реконструируемого здания

графического комплекса, залегающих на коренных породах нижнего кембрия и перекрытых с поверхности слоем насыпных грунтов.

Изысканиями выявлено наличие насыпных грунтов на террасе перед дворцом на глубине до 4 м от поверхности. С южной стороны дворца насыпная толща убывает до 1,1 м. По насыпному грунту с известковым цементом с северной стороны выполнена кирпичная кладка дворцовой террасы и перекрытий гrotов общей толщиной около 3 м. На остальной территории насыпной слой перекрыт почвенно-растительным слоем малой мощности (порядка 20 см). В Нижнем парке мощность насыпного слоя составляет около 1 м (под 10-сантиметровым почвенно-растительным слоем).

Насыпные грунты имеют неоднородный состав, представлены, в основном, строительным мусором с включениями обломков кирпича, известняковой крошки; окрашены в темно-коричневый цвет, отличаются низкой водопроницаемостью.

Насыпные образования на период проведения изысканий находились выше уровня грунтовых вод во влажном состоянии. По давности отсыпки они относятся к слежавшимся грунтам, обладают низкой и средней

коррозионной активностью к металлическим конструкциям.

Подстилаются техногенные образования **озерно-ледниковыми отложениями IgIIIb**, в литологическом отношении представленными пылеватыми супесями слоистыми и суглинками ленточными неяснослоистыми.

Супеси пылеватые, слюдястые, желто-коричневой, серой окраски, пластичные встречаются в разрезе верхней террасы. Подошва отмечена на глубине 3,7...4,8 м, что соответствует абсолютным отметкам 5,02...5,53 м. Супеси характеризуются средней плотностью сложения и средней сжимаемостью под нагрузкой, имеют более высокие прочностные характеристики, чем подстилающие их ленточные суглинки.

Ниже супесей (в Нижнем парке непосредственно под насыпными грунтами) вскрыты суглинки пылеватые, ленточные и неяснослоистые, серовато-коричневой, коричневой окраски, текучепластичной консистенции. В кровле озерно-ледниковых отложений отмечен слой тугопластичных суглинков мощностью 0,7 м. Мощность слоя ленточных суглинков составляет 3,4...5,5 м, залегают они до абсолютных отметок минус 0,11 ... минус 0,48 м.

Ленточные суглинки текучепластичные относятся к недоуплотненным грунтам с коагуляционным характером структурных связей и четко выраженной способностью к тиксотропным превращениям. Озерно-ледниковые пылеватые супеси и суглинки в связи с повышенным содержанием пылеватых и глинистых частиц относятся к грунтам, обладающим отчетливо выраженной структурной прочностью. При нарушении их естественного сложения, замачивании, промораживании, динамических воздействиях такие породы в значительной степени утрачивают структурные связи, что может привести к изменению их плотности, прочности и деформируемости.

К подошве озерно-ледниковых грунтов приурочена кровля **ледниковых отложений лужской морены gIIIz**, представленных суглинками пылеватыми, реже – супесями, находящимися в полутвердом состоянии, содержащими включения гравия, гальки, валунов кристаллических пород, а также обломки песчаника. Их пройденная мощность составила 1,2–1,9 м. Моренные отложения имеют плотное сложение, являются уплотненными породами с высокими прочностными показателями.

Породы четвертичного возраста залегают на коренных породах **нижнего кембрия St**, кровля которых подсечена скважиной на территории Нижнего парка на абсолютной отметке минус 1,31 м.

Коренные отложения представлены пылеватыми, легкими, **голубовато-серыми глинами**. Верхний слой нижнекембрийских глин мощностью 2,2 м до абс. отметки минус 3,51 м затронут процессами ледниковой дислокации. Для этих глин характерны многочисленные включения обломков песчаника полутвердой консистенции.

Дислоцированные глины отличаются невысокими прочностными показателями и более низкой несущей способностью от залегающих ниже твердых коренных глин, вскрытая мощность которых составила 2,0 м.

Характерный разрез в направлении «юг–север» представлен на рис. 2.

Модуль деформации для грунтов рассчитан по данным компрессионных испытаний в интервале давлений 0,1–0,2 МПа с использованием корректировочных коэффициентов m ,

полученных в результате статистической обработки массовых испытаний грунтов в компрессионном приборе и в полевых условиях. Прочностные характеристики грунтов основания реконструируемого здания определены методом консолидированного среза (см. таблицу).

Гидрогеологические условия участка характеризуются распространением одного водоносного горизонта грунтовых вод, приуроченного к подошве насыпных грунтов и пылегато-песчаным прослойкам в озерно-ледниковых суглинках. Относительным водоупором служат ледниковые суглинки и супеси. Разгрузка грунтовых вод происходит в каналы Нижнего парка и далее в Финский залив.

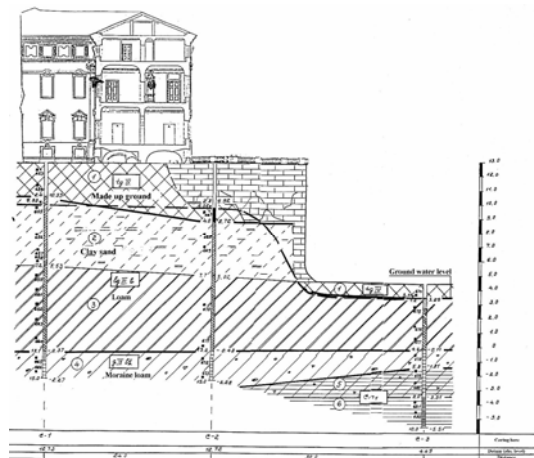


Рис. 2. Характерный инженерно-геологический разрез

В период производства полевых работ (декабрь 2000 г.) уровень грунтовых вод отмечен на абсолютных отметках 9,52...9,83 м БС (верхняя терраса) и 3,39 м БС (Нижний парк). Грунтовые воды имеют свободное зеркало, положение которого зависит от метеорологических условий и в общих чертах повторяет рельеф поверхности: имеет значительный уклон в сторону Финского залива, дренирующего подземные воды. Зафиксированный при настоящих изысканиях уровень грунтовых вод близок к зимнему минимальному положению. В весенний и осенний период следует ожидать более высокого уровня грунтовых вод, причем величина сезонных колебаний, очевидно, будет не более 1,0 м.

Таблица нормативных и расчетных значений характеристик грунтов, залегающих на территории Константиновского дворца в Стрельне

Стратиграфический индекс	ИГЭ	Номенклатура грунта	Природная влажность W_e	Показатель текучести I_L	Коэффициент пористости e	Плотность ρ , г/см ³	Угол внутреннего трения φ	Удельное сцепление c , МПа	Модуль общей деформации E , МПа
						норм.	норм.	норм.	норм.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tg IV	1	Насыпной грунт	Расчетное сопротивление $R_0 = 0.1$ МПа						
lg III b	2 ^a	Супеси пылеватые, слюдистые, пластичные	0,17	0,14	0,450	2,15	27	0,013	18,1
	2	Супеси пылеватые, слоистые, с прослоями ожелезнения, полутвердые	0,26	1,00	0,721	1,97	24	0,017	9,8
	3	Суглинки пылеватые, тяжелые, ленточные, текучепластичные	0,35	1,00	0,957	1,88	16	0,019	6,2
g III lz	4	Суглинки пылеватые, легкие, с гравием и галькой, полутвердые	0,14	0,14	0,423	2,18	27	0,020	24,6
Cm ₁	5	Глины пылеватые, легкие, с обломками песчаника, полутвердые, дислоцированные	0,22	0,15	0,660	2,02	15	0,025	15,2
	6	Глины пылеватые, легкие, твердые	0,19	-0,23	0,554	2,10	21	0,028	22,2

норм. – нормативное значение.

Водовмещающие породы первого водоносного горизонта подземных вод (в зависимости от состава) характеризуются слабой и средней фильтрационной способностью.

Насыпные грунты в зависимости от состава обладают различной фильтрационной способностью, относятся к слабо- и средне-фильтрующим грунтам, полученные значения коэффициента фильтрации равны: $K_f=0,08-0,44$ м/сут.

Озерно-ледниковые супеси отличаются слабой фильтрационной способностью, а следовательно, плохой водоотдачей: $K_f=0,07-0,10$ м/сут.

Благодаря своим текстурным особенностям ленточные грунты проводят воду в горизонтальном направлении по тонким песчаным прослоям. В вертикальном направлении эти отложения можно считать практически водонепроницаемыми. Это весьма

слабофильтрующие грунты с коэффициентом фильтрации $K_f=0,005-0,01$ м/сут.

По данным лабораторных анализов, грунтовые воды относятся к гидрокарбонатно-сульфатному типу с преобладанием солей натрия и магния, слабоминерализованным (величина сухого остатка 0,35 г/л), очень мягким (общая жесткость 2,6 мг-экв), со щелочной реакцией (pH–8,35), не обладающим агрессивными свойствами по отношению к бетону нормальной проницаемости.

Таким образом, в основании рассматриваемых сооружений залегают слабые пылеватоглинистые грунты, мощность которых в нижнем уровне составляет около 3,5 м в верхнем – 10 м. Особенностью гидрогеологических условий является существенно более низкая фильтрация воды в вертикальном направлении, что при движении ее к зоне разгрузки приводит к развитию давления на подпорную стенку.