

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОСНОВАНИЙ С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНОГО НАЛИЧИЯ ЗОН ОСЛАБЛЕНИЯ

Авторы: конф.унив. Владимир ПОЛКАНОВ
ст.преп. Наталья ФУНИЕРУ

Технический Университет Молдовы

Аннотация: Сложные инженерно-геологические условия территории Молдовы в сочетании с активной неотектонической деятельностью привели к образованию в толще глинистых пород многочисленных зон ослабления. Однако, на стройках республики нередко случаи, когда подобного рода зоны создаются искусственно в результате отступлений от проектных решений и нарушений при производстве строительных работ. Как следствие наблюдаются неравномерные деформации зданий и сооружений. Ликвидация последствий требует дополнительных материальных затрат. Рассматривается один из случаев, имевший место на строительной площадке в г. Кишиневе.

Ключевые слова: основание, фундамент, несущая способность, деформация.

1. Постановка задачи исследования

В июне 2010 г. в основании фундаментной плиты 10-ти этажного жилого дома в г.Кишиневе были отмечены неравномерные деформации. Основанием фундаментов служила грунтовая подушка, толщиной 4,9 м. В верхней части под фундаментной плитой была выполнена подсыпка из щебня толщиной 0,3 м. Грунты в активной зоне просадочные – II типа (см. колонку скважины).

Проведенные геодезические исследования и наблюдения выявили неравномерную осадку плиты (и, соответственно, здания в целом). Максимальная угловая осадка составила 110 мм, максимальный подъем – 55 мм.

Выявление причин наблюдаемых деформаций потребовало:

- проведения анализа результатов лабораторных определений физико-механических свойств грунтов основания;
- выявления возможных причин изменения характеристик грунтов основания;
- выполнения прогноза возможного развития деформаций основания.

2. Причины изменения характеристик грунтов основания

Анализ результатов физических показателей свойств грунтов выявил снижение плотности грунтовой подушки и, в первую очередь, ее верхней части до глубины 2,5-3,0 м (см. табл. 1).

Для выявления причин изменения характеристик грунтов основания были проанализированы данные инженерно-геологических изысканий, проведенных в 2007 и 2010 гг., а так же результаты оценки свойств грунтовой подушки.

Исследования показали, что при устройстве грунтовой подушки и обратной засыпке пазух котлована, были допущены отступления от требований NCM F. 01.03-2009 и рекомендаций п. 3.103 Пособия по проектированию оснований зданий и сооружений [1,2].

Устройство грунтовой подушки выполнялось из неоднородных грунтов. В её верхней части, в пределах глубины 0,8-2,0м, отсыпка осуществлялась с применением мулузы.

В обратной засыпке пазух котлована обнаружен строительный мусор (кирпич, фортан, проволока).

Основной причиной изменения характеристик грунтов основания (грунтовой подушки) послужило дополнительное увлажнение грунта в период снеготаяния и выпадения осадков. Негативное воздействие было усилено некачественной обратной засыпкой фундамента и наличием в верхней части подушки примеси мулузы, обладающей отличными, по сравнению с уплотненным суглинком, значениями коэффициента фильтрации.

3. Причины неравномерных деформаций основания и прогноз их дальнейшего развития

Проведенные геодезические наблюдения выявили, что деформация основания под углом здания составляет 11см. С учетом того, что наблюдения за осадками сооружения начались только с 08.06.2010 вполне обоснованно можно считать, что значение суммарных деформаций превышает предельно допустимые значения (табл. 72, Пособие по проектированию [2]).

Подобная ситуация могла явиться следствием следующих причин:

1. Уменьшение деформационных характеристик грунтов основания в результате дополнительного увлажнения грунтов.

Согласно табл. 86 Пособия [2, стр. 241], модуль деформации уплотненного грунта при природной влажности равен $E = 25000 \text{ кПа}$; в водонасыщенном состоянии - $E = 20000 \text{ кПа}$. Однако в случае разуплотнения в условиях полного водонасыщения модуль деформации может снижаться до практически минимальных значений. Согласно табл. 1.2 [3, стр. 11], $E = 4000 \text{ кПа}$ (уменьшение более чем в 5 раз по сравнению с исходными).

2. Уменьшение прочностных характеристик грунтов.

Расчетное сопротивление грунта R_0 согласно табл.48 [2 стр. 107], для суглинков при плотности сухого грунта $1,7 \text{ г/см}^3$ составляет 300 кПа . Это значение принималось при расчете фундаментной плиты. Однако, в условиях разуплотнения и дополнительного увлажнения, в соответствии с табл. 1.9 [3], значение расчетного сопротивления грунта может снижаться до $140-150 \text{ кПа}$. При проектировании фундаментной плиты общий вес здания, принятый для расчета, составил $N = 9204 \text{ т}$; площадь плиты здания $A = 434 \text{ м}^2$. Среднее давление в этом случае составляет $P_{cp} = 212 \text{ кПа}$. Максимальная нагрузка на плиту в условиях неравномерного нагружения достигает $P_{max} = 250 \text{ кПа}$ и более. Это означает, что в условиях дополнительного увлажнения грунтов верхней части грунтовой подушки на глубине до $2,5-3,0 \text{ м}$ под краями фундаментной плиты среднее давление (P) превысило расчетное сопротивление грунта основания (R). Другими словами, под краями фундаментной плиты появились области дополнительных чрезмерных пластических деформаций в условиях $P > R$ требование п. 2.174 [2], не выполняется.

3. Проявление дополнительных просадочных деформаций основания.

Согласно выполненным инженерно-геологическим исследованиям, суглинки природного сложения, залегающие под грунтовой подушкой, обладают просадочными свойствами. Просадка от собственного веса составляет $S_{sig} = 1,35 \text{ см}$. Это означает, что граница просадочной толщи должна быть увеличена на $2,0-2,5 \text{ м}$. Другими словами, практически вся толща суглинков, должна быть отнесена к просадочным грунтам. В условиях дополнительного замачивания просадочные деформации могли как минимум превысить 10 см .

Наблюдаемые деформации носят неравномерный характер в силу различной степени замачивания грунтов основания и исходного состояния плотности-влажности грунта.

Для предварительного прогноза дальнейшего развития деформаций по данным геодезических наблюдений были построены графики осадки (подъема) основания во времени и проанализированы характеристики грунтов, залегающих ниже грунтовой подушки.

Выявлено, что наибольших значений деформации достигли на 12-ый день с начала проведения наблюдений. Относительная деформация по отдельным осям составила $0,0056$, что в $1,4$ раза превышает предельно допустимые значения (табл. 72 [2]).

С учетом того, что с глубины $8,5 \text{ м}$ (на $3,3 \text{ м}$ выше подошвы грунтовой подушки) грунт представлен твердым плотным суглинком, следует предположить, что при действующей нагрузке от веса здания достигнут предел условной стабилизации.

Результаты определения физических характеристик

Дата проведения изысканий							
03.11.2008				28.06.2010			
h, м	$\rho_d, \text{ г/см}^3$	$\rho_l, \text{ г/см}^3$	w, %	h, м	$\rho_d, \text{ г/см}^3$	$\rho_l, \text{ г/см}^3$	w, %
0,5	1,74	2,04	17,2	нет данных			
1,0	1,73	2,03	17,3				
1,5	1,73	2,03	17,3				
2,0	1,72	2,02	17,4	2,2	1,52	1,89	24,0
2,5	1,72	2,02	17,4	2,9	1,72	2,00	16,0
3,0	1,73	2,03	17,6	3,3	1,86	2,12	14,0
3,5	1,71	2,01	17,7	3,8	1,66	1,89	14,0
4,0	1,71	2,01	17,5	4,3	1,80	2,05	14,0
4,5	1,70	2,00	17,4	5,0	1,56	1,82	17,0
A_{cp}	1,72	2,02	17,5	A_{cp}	1,69	1,96	16,5

Геологическая колонка скважины 4т

№ слоя	Геологический индекс	Подошва слоя, м		Мощность слоя	Описание грунтов	Уровень подземной воды
		Абс.отм.м	Глубина,м			
1	tQ	147,20	5,2	5,2	Насыпной грунт – стро-ительный мусор, рых-лый (суглинок, кирпич, фортран), с гл. 2,5 м влажный, тугоплас-тичный, с проволокой (обратная засыпка)	
1а	tQ	145,40	7,0	1,8	Насыпной грунт – щебень с суглинком (подушка), тугоплас-тичный, с гл. 6,0 м суглинок мягкоплас-тичный, с примесью щебня и мулузы, водонасыщенный	
1б	tQ	142,20	10,2	3,2	Насыпной грунт – суг-линок тугопластичный, более плотный, с гл. 8,0 м суглинок темно-жел-тый, влажный, полу-твердый, с гл. 8,5 м - твердый (подушка), плотный	
2	edQ	136,40	16,0	5,8	Суглинок темно-желтый, маловлажный, с черными вкраплениями, с тонкими карбонатными прожил-ками, полутвердый, в инт. 10,5-12,5 м – твердый, ниже полутвердый, мак-ропористый, с гл. 14,0 м более плотный, тяжелый, твердый, с гл. 15,5 м – с пятнами темно-бурого	
3	edQ	135,40	17,0	1,0	Глина пестроцветная, комковатая, твердая, с прослоями суглинка, с обилием карбонатных прожилок	

Выводы и рекомендации

1. Не вызывает сомнений, что причиной неравномерных деформаций основания явилось замачивание грунтов.
2. К причинам, вызвавшим замачивание, следует отнести:
 - некачественно выполненную обратную засыпку пазух котлована;
 - отсыпку грунтовой подушки из неоднородного материала;
 - значительное количество осадков, выпавших в зимний период 2009-2010гг. (193мм), обильное снеготаяние в сочетании с весенними ливневыми дождями (апрель-май - 85мм).
3. Замачивание грунтов основания привело к:
 - изменению в сторону ухудшения физических, прочностных и деформационных характеристик грунтов, слагающих площадку (до глубины 2,5-3,0м);
 - проявлению дополнительных просадочных деформаций грунтов, подстилающих грунтовую подушку в пределах активной зоны основания.
4. В результате изменений прочностных характеристик грунтов подушки значение расчетного сопротивления грунта могло быть снижено до 140-150кПа, что в два раза меньше значений, принятых в расчетах при проектировании фундамента. Данное обстоятельство в условиях, когда давление по подошве плиты превысило расчетное сопротивление грунта основания, привело к увеличению под краями фундаментной плиты мощности зоны локальных сдвигов и пластических деформаций.
5. В результате снижения деформационных характеристик (значение модуля деформации могло снизиться до 4000кПа, что более чем в 5 раз меньше значений, соответствующих уплотненному грунту при природной влажности) осадка под углом фундаментной плиты достигла значений, превышающих предельно допустимые.
6. В силу неоднородности основания, различия грунтов по степени плотности-влажности, неравномерного замачивания основания, наблюдаемые деформации наблюдаются в виде чрезмерных

осадок и подъеме основания. При этом значение относительной деформации по отдельным осям превышает предельно допустимое значение в 1,4 раза.

7. Согласно данным наблюдений, при существующей нагрузке от веса строящегося здания, достигнут предел условной стабилизации грунтов.

8. Для окончательных выводов по «поведению» грунтов в основании фундаментной плиты имеющихся материалов недостаточно. Однако, данные геодезических наблюдений, инженерно-геологических изысканий и анализ физико-механических свойств грунтов позволяют заключить, что активная фаза деформаций (при существующей нагрузке) завершена.

9. Увеличение нагрузки в случае продолжения строительства последующих этажей приведет к возобновлению процесса осадки (подъема) основания в реологическом режиме.

Выполненные исследования позволили наметить решения по «выравниванию» неравномерных деформаций.

Рассматриваемый случай убедительно показывает насколько серьезными могут быть последствия в случаях отступления от проектных решений и нарушений правил производства работ.

Литература

1. Reguli de execuție, controlul calității și respectia terenurilor de fundare și fundațiilor NCM F. 01.03-2009.-Chișinău, 2009.-107p.
2. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)/НИИОСП им. Герсеванова.- М.: Стройиздат, 1986.- 415 с.
3. ПОЛКАНОВ, В.Фундаменты в просадочных грунтах. Основы проектирования и технология подготовки основания: Учеб. пособие / В.Н.Полканов, А.С.Диденкул, В.И.Топорец / Под общей редакц. В.И.Топорец. – К.: ТУМ, 2010. – 94с.