

УДК 624.131.43

ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЮВИАЛЬНЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

© 2017 г. А.Г. Барановский

ООО ИФ “ЮжУралТИСИЗ”,
ул. Косарева, 71, г. Челябинск, 454106 Россия. E-mail: geologia85@mail.ru

Поступила в редакцию 18.11.2016 г.

Рассмотрена временная изменчивость физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов, сформировавшихся по породам интрузивного комплекса (на примере г. Челябинск). Элювиальные глинистые грунты имеют широкое распространение на территории Челябинска. Цель исследования – выявление закономерностей изменения физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов во временном аспекте. Главный техногенный фактор, приводящий к изменению инженерных свойств грунтов, – колебание уровня подземных вод. С учетом этого выбраны участки работ (площадки), в пределах которых изучалась временная изменчивость физико-механических свойств глинистого элювия. Оценка временной изменчивости свойств элювиальных глинистых грунтов проведена путем сопоставления данных лабораторных исследований свойств грунтов, проведенных в разные временные интервалы. На некоторых участках территории Челябинска застраивалась после проведения инженерных изысканий не сразу, а с перерывами. На этих участках техногенная нагрузка долгое время не влияла на инженерно-геологические условия территории. Это обстоятельство позволило, с одной стороны, проанализировать временные изменения свойств элювиальных глинистых грунтов под воздействием техногенных факторов, а с другой стороны – без учета влияния техногенных факторов. Анализ лабораторных исследований физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов выявил некоторые зависимости их изменения во времени. Познание специфики изменения физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов в результате воздействия природных (климатических) и техногенных факторов сделало возможным прогнозирование их поведения.

Ключевые слова: элювиальные глинистые грунты, физические и механические свойства, временная изменчивость, техногенный фактор, уровень подземных вод, относительная деформация просадочности.

ВВЕДЕНИЕ

Временная изменчивость свойств грунтов широко освещается в современной научной литературе. Написано много научных работ, анализирующих закономерности изменения физико-механических показателей разных по происхождению грунтов [2, 6, 8–13 и др.].

Физико-механические свойства грунтов изменяются с течением времени в основном под воздействием техногенных факторов в результате изменения природной обстановки. Изменения физико-механических характеристик грунтов может привести к потере их несущей способности. Это неминуемо приведет к перебоям в нормальной (безаварийной) эксплуатации зданий и сооружений.

Основная причина изменения свойств грунтов во времени – изменение их влажности при

колебании естественного уровня подземных вод (УПВ) в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека. Понижение УПВ происходит за счёт эксплуатационных откачек из нижележащих водоносных горизонтов в целях водоснабжения, а повышение “зеркала” подземных вод при застройке территории за счёт утечек из водонесущих коммуникаций.

При подтоплении подземными водами освоенных и застраиваемых территорий следствием нарушения водного режима слабопроницаемых грунтов является повышение плотности грунта и показателя текучести [8]. Под воздействием воды размягчаются кристаллизационные и ослабевают структурные связи первичных частиц и микроагрегатов, растворяется их цементная пленка, в результате уменьшаются модуль общей деформации и сопротивление сдвигу грунтов [8].

Таблица. Средние значения физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов

Дата проведения инженерно-геологических изысканий	Плотность, г/см ³			Коэффициент пористости e , д.е.	Влажность, %			Число пластичности I_p , %	Показ. текучести I_L (расчет. способом), д.е.	Коэффициент волажасшения S_r , д.е.	Условия опыта	Удельное сцепление C_u , кПа	Угол внутреннего трения ϕ , град.	Условия опыта	Компрес. модуль дефор. E_k , МПа	Относительная деформация просадочности ε_{sp} , д.е.	
	частич грунта ρ_s	грунта ρ	сухого грунта ρ_d		естественная w	на границах											раскатывания w_p
						текучести w_L											
Площадка № 1 (Микрорайон по ул. Чайковского)																	
<i>Глины</i>																	
Май 2007	2,68	1,73	1,39	0,94	24	59	38	21	<0	0,67	2	38	20	4	5,5	—	
Июль 1983	2,65	1,60	1,32	1,02	21	54	32	22	<0	0,55	2	41	23	6	3,8	0,004	
Сентябрь 1973	2,68	1,62	1,37	0,97	19	48	28	20	<0	0,52	2	35	21	6	3,2	0,004	
<i>Суглинки</i>																	
Май 2007	2,71	1,78	1,56	0,76	14	43	30	13	<0	0,52	2	16	18	4	3,0	0,003	
Июль 1983	2,71	1,56	1,26	1,15	24	44	30	14	<0	0,56	2	35	21	—	—	0,003	
Сентябрь 1973	2,70	1,70	1,42	0,92	20	42	27	15	<0	0,59	2	30	25	—	—	—	
Площадка № 2 (Микрорайон № 9)																	
<i>Глины</i>																	
Февраль 1999	2,68	1,80	1,38	0,94	31	57	40	18	<0	0,87	2	23	22	6	2,7	0,001	
Январь 1973	2,73	1,65	1,34	1,04	23	58	35	22	<0	0,58	2	32	21	6	4,3	—	
<i>Суглинки</i>																	
Май 2000	2,68	1,84	1,43	0,88	28	48	34	13	<0	0,87	2	28	25	6	2,8	0,001	
Январь 1973	2,72	1,70	1,44	0,90	19	42	28	15	<0	0,59	2	28	22	6	5,2	—	
Площадка № 3																	
Февраль 2015	2,70	1,93	1,65	0,63	17	37	22	15	<0	0,72	—	—	—	4	3,3	0,001	
Май 1986	2,74	1,75	1,53	0,80	14	39	26	13	<0	0,50	—	—	—	6	4,0	0,011	
Площадка № 4																	
Август 2010	2,69	1,71	1,56	0,73	10	28	19	9	<0	0,37	—	—	—	6	4,9	0,018	
Сентябрь 1992	2,71	1,90	1,63	0,65	16	28	18	10	<0	0,65	—	—	—	6	4,4	0,000	

Физико-химические процессы, приводящие к геохимическому преобразованию грунтов, также влияют на состояние, свойства грунтов в пределах техногенно-геохимических аномалий [5].

На примере г. Челябинск можно детально продемонстрировать изменение физико-механических свойств глинистых грунтов элювиального генезиса во временном аспекте.

По мнению автора, для более детальной оценки временной изменчивости физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов необходимо проанализировать их трансформацию:

- без учета воздействия техногенных факторов;
- с учётом воздействия техногенных факторов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа временной изменчивости свойств элювиальных глинистых грунтов использовались данные, полученные в разные периоды изучения инженерно-геологических условий территории Челябинска.

Анализовались средние значения показателей физико-механических характеристик грунтов, полученные путем вычислений согласно требованиям, прописанным в ГОСТ 20522 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний». Результаты расчета средних значений физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов за более чем 30-летнюю историю исследований, внесены в сводную таблицу.

Исследование свойств грунтов проведено по единой методике, согласно требованиям нормативных документов, с использованием однотипного оборудования.

Сжимаемость грунтов изучалась в компрессионных приборах КПр-1 конструкции «Гидропроекта». Определения сопротивления грунта срезу производилось на одноплоскостных приборах «ПСГ-2 М» (г. Углич) по методу консолидированного среза в условиях природной влажности и при полном водонасыщении.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – элювиальные глинистые грунты, сформировавшиеся на породах интрузивного (гранитоидного) комплекса.

Элювий имеет повсеместное распространение на территории г. Челябинск. Преобразования

скальных грунтов происходили в результате климатических изменений, особого тектонического режима, под воздействием физико-механических, химических и биологических процессов. Результатом преобразования стало формирование мощной коры выветривания, характеризующейся определенным набором зон выветривания. Профиль (разрез) коры выветривания в пределах Челябинска сверху вниз представлен дисперсной, обломочной, глыбовой и трещиноватой зонами. Элювиальные глинистые грунты относятся к дисперсной зоне коры выветривания.

На основании результатов химического и минерального состава элювиальных глинистых грунтов по породам интрузивного комплекса выявлено [4], что грунты, сформированные на разных подвидах скальных интрузивных грунтов, имеют одинаковый химический и минеральный состав, поэтому в статье временная изменчивость физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов, образованных в результате выветривания интрузивных пород разного состава и возраста, рассматривается совместно для всего массива глинистого элювия.

Толща элювиальных глинистых грунтов по наличию структурных связей делится в основном на две зоны: бесструктурную и структурную.

Зона *бесструктурного элювия* характеризуется отсутствием реликтовых структурно-текстурных связей, однородностью минерального и химического состава. В профиле коры выветривания бесструктурный элювий имеет незначительное распространение.

Зона *структурного элювия* характеризуется пестрым минеральным и химическим составом. Здесь сохранились реликтовые структурно-текстурные особенности, присущие породам коренного субстрата. По прочности структурных связей выделяются слабо- и прочноструктурные разновидности глинистого элювия.

Наибольшее пространственное распространение имеет слабоструктурный элювий. В статье анализируется временная изменчивость физико-механических свойств грунтов глинистого слабоструктурного элювия.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для упрощения анализа геологических данных будем рассматривать временную изменчивость свойств элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов в пределах локальных городских территорий (в границах микрорайонов).

Изменение во времени физико-механических свойств элювиальных слабоструктурных грунтов без учета воздействия техногенных факторов

Площадка № 1 (Микрорайон по ул. Чайковского)

Активная фаза исследования территории микрорайона изыскательскими партиями началась в 70-е годы XX в. и продолжалась до 2007 г. В результате работ подробно изучены инженерно-геологические условия данной территории.

В геологическом отношении территория микрорайона сложена дисперсной зоной коры выветривания по кварцевым диоритам; неравномерно выветрелой и обогащенной в различной степени обломочным материалом. Элювиальные образования перекрыты неогеновыми глинами и маломощным слоем четвертичных делювиальных суглинков. С поверхности залегает насыпной грунт.

Кора выветривания представлена глинистыми и суглинистыми разновидностями грунтов, их мощность превышает 18.0 м. До разведанной глубины 20.0 м подошва глинистого слабоструктурного элювия не вскрыта.

В строении коры выветривания по наличию структурных связей выделяются бесструктурный и слабоструктурный элювий. Граница между зонами нечеткая, установлена условно. Бесструктурный элювий постепенно переходит в слабоструктурный. Глинистый бесструктурный элювий представлен глинистыми разновидностями грунтов, полностью утратившими первичные (реликтовые) связи.

Глины бесструктурные, пестроцветные (желтые, серовато-желтые) твердые по показателю текучести, с включениями дресвы и щебня кварца до 20%. Глины слагают верхнюю толщу дисперсной зоны коры выветривания мощностью 3.0–4.0 м, в целом распространены до абсолютных отметок 240.50–243.50 м.

Слабоструктурный элювий представлен в основном суглинистыми разновидностями грунтов с сохранившимися, но сильно ослабленными структурными связями, прочность которых нарастает с глубиной. Суглинки (редко глины) слабоструктурные, пестроцветной окраски (розово-желтый, желтовато-сиреневый, зеленовато-серый, коричневатожелтый цвет), твердые по показателю текучести, слюдистые, с включениями дресвы и щебня кварца до 10–15%; местами дресвяные и с «гнездами» дресвяных

и полускальных грунтов, слагают нижнюю часть разведанной толщи глинистого элювия. Скважинами до глубины 20.0 м (абс. отм. 232.00–232.70 м) подошва слоя не вскрыта. Мощность слабоструктурного элювия трудно прогнозируема.

Грунты локально обладают просадочными свойствами, которые не оказывают существенное влияние на несущую способность толщи.

Территория частично свободна от застройки, не занятые постройками участки пронизаны сетью коммуникаций различного назначения (водопровод, теплотрасса и т.п.). При бурении скважин до разведанной глубины 20.0 м подземные воды не встречены.

В связи с небольшой мощностью бесструктурного элювия и недостаточным опробованием данного слоя рассмотрено изменение физико-механических свойств только глинистого слабоструктурного элювия.

При сопоставлении лабораторных данных о свойствах грунтов разных лет выявлены следующие закономерности.

Через 10 лет после первого исследования физико-механических свойств элювиальных грунтов как у глин, так и у суглинков произошло незначительное уменьшение плотности грунта и соответственно увеличение коэффициента пористости. Увеличилась естественная влажность грунтов. Значения влажности на границе текучести и раскатывания, числа пластичности, показателя текучести, относительной деформации просадочности незначительно увеличились. Эти изменения не превышают среднего квадратичного отклонения. Прочностные свойства глин и суглинков не претерпели существенных изменений.

Через 24 года после частичной застройки микрорайона произошло увеличение плотности грунта, что вызвало уменьшение коэффициента пористости. Наибольшие колебания значения плотности грунта отмечены в толще суглинков. Общая тенденция в изменении физико-механических характеристик глин и суглинков не наблюдается. Так, например, в суглинках естественная влажность грунтов уменьшилась, в то время как у глин увеличилась, хотя и незначительно (см. таблицу). Влажностные показатели суглинков существенно не изменились; а для глин характерно их незначительное увеличение. Изменения прочностных свойств глин не превышают среднего квадратичного отклонения. Для суглинков характерно изменение прочностных свойств на порядок, причины изменения не ясны. По всей видимости,

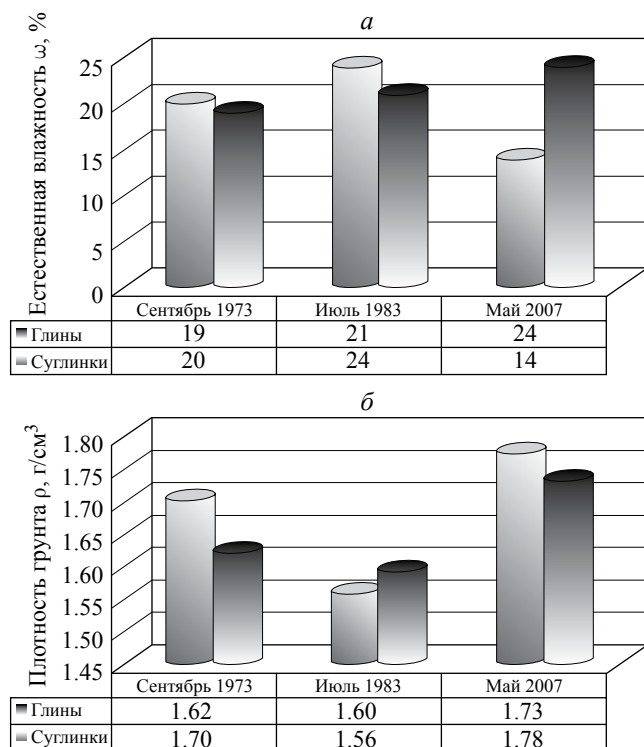


Рис. 1. Изменение во времени физических свойств элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов (микрорайон по ул. Чайковского).

изменения прочностных свойств суглинков во времени связаны с неравномерностью процесса выветривания.

За более чем 30-летнюю историю изучения территории микрорайона не произошло существенного изменения УПВ, техногенная нагрузка на геологическую среду отсутствовала. Физико-механические свойства элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов не претерпели существенных изменений.

Для глин характерно увеличение плотности грунта, естественной влажности, коэффициента водонасыщения; для суглинков – их уменьшение (рис. 1).

Величина относительной деформации просадочности не изменилась; грунт по-прежнему локально проявляют просадочные свойства.

Плотность минеральной части постоянна.

Незначительные колебания влажностных характеристик элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов, по мнению автора, обусловлены разными сезонами отбора проб грунтов.

Изменение во времени физико-механических свойств элювиальных слабоструктурных грунтов под воздействием техногенных факторов

Площадка № 2 (Микрорайон № 9)

Масштабное изучение инженерно-геологических условий территории микрорайона началось с 1973 г. и продолжалось до 2000 г.

В геологическом отношении изучаемая площадка представлена осадочными пылеватоглинистыми отложениями (в верхах разреза), подстилаемыми песчаными, а в подошве слоя – элювиальными пылеватоглинистыми образованиями по породам интрузивного комплекса. Неровная их кровля подсечена на глубинах от 5.4 до 9.5 м. С поверхности повсеместно развит почвенно-растительный слой и, незначительно, насыпные грунты. Кора выветривания представлена бесструктурным и слабоструктурным элювием.

Глинистый бесструктурный элювий представлен глинистыми разновидностями, полностью утратившими первичные (реликтовые) связи. Элювиальные глины (твердые по показателю текучести, желтой и красновато-желтой окраски, с включениями дресвы кварца 10–20%) слагают верхнюю толщу дисперсной зоны коры выветривания. Их мощность составляет 3.0–4.0, редко 6.0 м, в целом они распространены до 249.00–255.00 абс.м. Нередко глины залегают в виде линз в толще элювиальных суглинков.

Глинистый слабоструктурный элювий представлен суглинистыми разновидностями грунтов с сохранившимися, но сильно ослабленными структурными связями, прочность которых нарастает с глубиной. Элювиальные суглинки (твердые по показателю текучести, желто-серой окраски, с включениями дресвы кварца до 15%, слюдистые) слагают нижнюю часть разведанной толщи глинистого элювия, подошва слоя скважинами до глубины 12.0 м (абс. отм. 246.56–247.42 м) не вскрыта.

По данным изысканий в предзастроечный период (1989 г.) подземные воды скважинами глубиной 12.0 м не фиксировались. В феврале 1999 г. – мае 2000 г. они были вскрыты на глубинах 6.8–7.6 м (абс. отм. 249.62–251.38 м). Аккумуляровались подземные воды в толще неогеновых песков, элювиальных суглинков. Питание у них местное естественно-техногенное за счет инфильтрации атмосферных осадков и утечек из

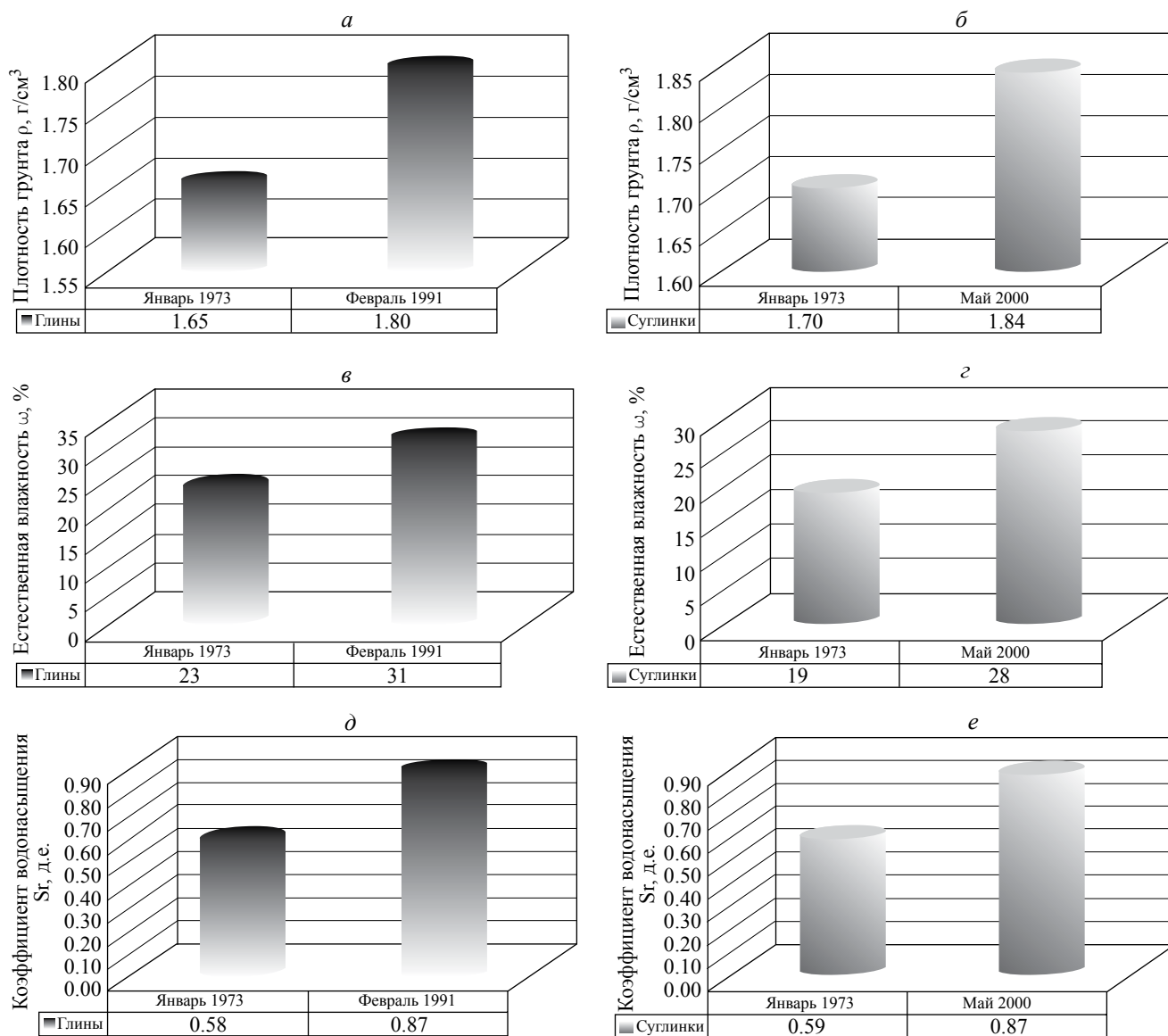


Рис. 2. Изменение во времени свойств элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов (микрорайон № 9).

подземных коммуникаций. Уровень подземных вод поднялся в результате:

- массовой застройки территории и прокладки водонесущих коммуникаций;

- подпора естественного потока подземных вод искусственными преградами (свайный тип фундамента).

Физико-механические свойства элювиальных слабоструктурных грунтов претерпели существенное изменение. Произошло увеличение значений основных физических характеристик как у глин, так и у суглинков: увеличилась плотность грунта, коэффициент водонасыщения, естественная влажность грунтов. За счет изменения

физических параметров произошло ухудшение прочностных и деформационных свойств (рис. 2а–е).

Изменение во времени величины относительной деформации просадочности

Отдельное внимание следует уделить изменению величины относительной деформации просадочности. Изучению просадочности элювиальных глинистых грунтов в своих работах уделяла внимание Л.И. Корженко [7].

Для характеристики изменения просадочности необходимо отразить, как меняется величина относительной деформации просадочности

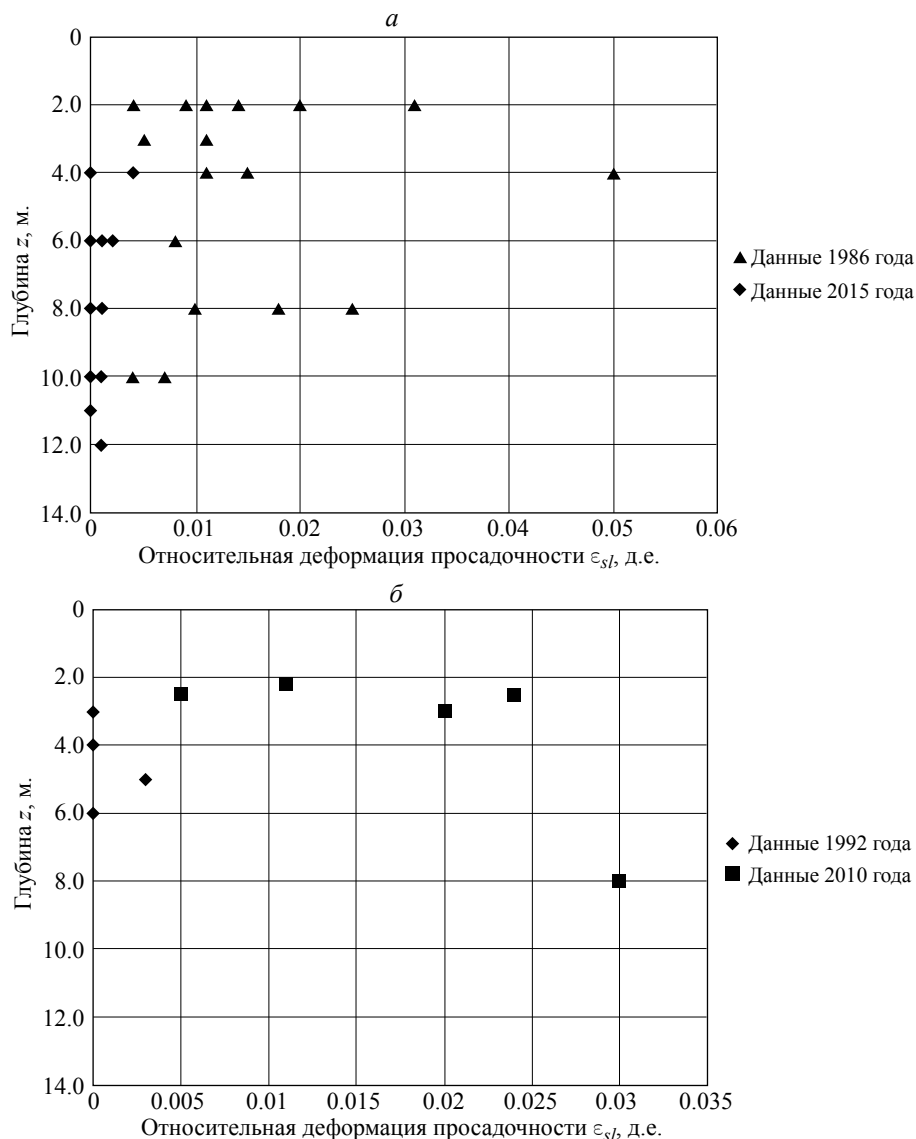


Рис. 3. Значения величины относительной просадочности в разные периоды изысканий на площадках: а – № 3, б – № 4.

при положительных и отрицательных колебаниях УПВ. Для этого целесообразно рассмотреть две площадки на территории Челябинска, характеризующиеся:

- повышением УПВ за счет утечек из водонесущих коммуникаций (площадка № 3);
- понижением УПВ за счет строительства метрополитена (площадка № 4).

Площадка № 3

В геологическом отношении территория площадки № 3 приурочена к зоне развития гранодиоритов, которые разрушены процессами выветривания до глинистых грунтов.

При инженерно-геологическом исследовании этой территории в 1986 г. подземные воды не

были вскрыты. Впоследствии территория была застроена многоэтажными панельными домами (свайный тип фундаментов). При инженерных изысканиях, проведенных в январе–феврале 2015 г., установившийся УПВ был зафиксирован на глубинах от 6.1 до 7.2 м.

Изменение УПВ отразилось на значениях физико-механических свойств элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов.

По данным лабораторных испытаний в 1986 г., элювиальные глинистые слабоструктурные грунты характеризовались дефицитом влажности, малыми значениями коэффициента водонасыщения. Обладая дефицитом влажности, грунты проявляли просадочные свойства. При инженерных изысканиях 2015 г. значения величины относительной деформации просадочности уменьшились. Грунты

перестали проявлять просадочные свойства. Элювиальные глинистые грунты были отнесены к непросадочным ($\epsilon_{sl} < 0.01$).

Изменения величины относительной деформации просадочности во времени отражены на рис. 3а. Значения физико-механических свойств элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов на разные периоды изысканий приведены в таблице.

Площадка № 4

В геологическом отношении территория площадки № 4 приурочена к приконтактной зоне гранито-гнейсов ордовика и позднепалеозойских, катаклазированных, сильнодислоцированных, микроклиновых и пегматоидных гранитов. Площадное выравнивание выполнено мезозойской корой выветривания.

По инженерно-геологическим исследованиям, проведенным в 1992 г., установившийся УПВ зафиксирован на глубинах 3.30–3.47 м от «дневной» поверхности. В связи со строительством шахтного ствола № 250 Челябинского метрополитена УПВ в настоящее время существенно понизился.

По лабораторным данным 1992 г. грунты были непросадочными. При последующих исследованиях территории после начала строительства метрополитена элювиальные глинистые грунты стали обладать дефицитом влажности. Их естественная влажность стала значительно ниже влажности на границе раскатывания. Анализ данных показал, что грунты проявляют просадочные свойства.

По результатам испытаний грунтов в компрессионных приборах были получены следующие показатели просадочности:

относительная деформация $\epsilon_{sl} = 0.018$ д.е.;

начальное просадочное давление $p_{sl} = 0.10$ – 0.27 МПа (среднее $p_{sl} = 0.18$ МПа);

начальная просадочная влажность – 0.20 д.е.

Грунтовые условия по просадочности относятся ко II типу. Просадки грунтов отмечаются по всей глубине вскрытой толщи.

Изменения величины относительной деформации просадочности отражены на рис. 3б. Значения физико-механических свойств элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов на разные периоды изысканий приведены в таблице.

ВЫВОДЫ

Анализ изменчивости физико-механических свойств элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов во времени позволяет сделать следующие выводы:

- физико-механические свойства элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов на территориях, не подвергшихся сильному техногенному воздействию (застройка жилыми домами, прокладка магистральных трубопроводов), не изменяются с течением времени;
- по результатам лабораторных исследований свойств элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов в разные сезоны года выявлено незначительное колебание влажностных характеристик грунтов;
- воздействие техногенной нагрузки (колебания уровня подземных вод, вызванные застройкой территории) приводит к изменению влажностных характеристик этих грунтов, что сказывается на величине относительной деформации просадочности; понижение уровня подземных вод, увеличение мощности зоны аэрации ведет к увеличению величины относительной просадочности и наоборот;
- повышение уровня подземных вод приводит к увеличению плотности грунта и соответственно к уменьшению коэффициента пористости;
- прочностные и деформационные свойства элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов при постоянстве положения уровня подземных вод зависят от неравномерности процесса выветривания;
- подъем уровня подземных вод ведет к ухудшению прочностных и деформационных свойств элювиальных глинистых слабоструктурных грунтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ахлюстин О.Е.* Закономерности изменчивости физико-механических свойств просадочных грунтов Анапского района Краснодарского края // Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург, 2013. 26 с.
2. *Барановский А.Г.* Изменение физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов под влиянием техногенных факторов // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире: матер. 9-й Междунар. научно-практ.

конф. “ГЕОРИСК–2015”: в 2 т. / Отв. ред. В.И. Осипов. М.: РУДН, 2015. Т. 1. С. 92–97.

REFERENCES

3. Барановский А.Г. Специфические свойства элювиальных грунтов города Челябинска и особенности строительства на них // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 11. С. 16–18.
4. Барановский А.Г. Влияние минерального и химического состава элювиальных глинистых грунтов на их физические свойства // Сергеевские чтения. Вып. 18. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи». М.: РУДН, 2016. С. 28–32.
5. Воронкевич С.Д., Ларионова Н.А. Физико-химические процессы техногенной эволюции грунтов // Сб. матер. Региональной научно-практической конференции “Геология и полезные ископаемые Западного Урала”, Пермь: ПГУ, 2000. С. 287–290.
6. Каримов Р.М. Особенности развития осадков зданий, построенных на элювиальных грунтах в г. Магнитогорске // Вестник ЮУрГУ. Челябинск, 2007. № 22. С. 58–59.
7. Корженко Л.И. Основания и фундаменты в условиях Урала. Свердловск: Свердл. кн. изд-во, 1963. 153 с.
8. Комиссаров О.Г. Особенности формирования водного режима на промышленно освоенных и застроенных территориях // Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов (Матер. междунар. научно-практ. конф.). М.: МГУП. 2008. С. 136–139.
9. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М.: Недра, 1978. 264 с.
10. Лебзак В.Н. Изменение прочностных и деформационных характеристик лессовых просадочных грунтов при длительной эксплуатации зданий и сооружений // Ползуновский вестник. 2011. № 1. С. 240–246.
11. Мокрицкая Т.П. О нестационарности геологических параметров при анализе временной изменчивости свойств городских территории // Вісник Дніпропетровського університету. Геологія, Географія. Т. 19. № 32. 2011. С. 1–6.
12. Пономарев А.Б., Калошина С.В., Салимгариева Н.И. Влияние процесса подтопления на физико-механические свойства грунтов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 2013. С. 67–70.
13. Шешеня Н.Л. Инженерно-геологическое обоснование мероприятий инженерной защиты зданий и сооружений от опасных процессов // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 11. С. 7–9.
1. Akhlyustin, O.E. *Zakonomernosti izmenchivosti fiziko-mekhanicheskikh svoystv prosadochnykh gruntov Anapskogo raiona Krasnodarskogo kraya* [Patterns of varying physico-mechanical properties of soil subsidence in Anapa region, Krasnodar krai]. Extended abstract of Cand.Sci. Dissertation (Geol.-Min.), Yekaterinburg, 2013, 26 p. (in Russian).
2. Baranovskii, A.G. [Changes in physical and mechanical properties of the eluvial clay soils under the influence of technological factors]. *Trudy 9 Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii “GEORISK–2015”* [Proc. 9th Int. Conf. “GEORISK–2015”]. Moscow, 2015, vol.1, pp. 92–97 (in Russian).
3. Baranovskii, A.G. *Spetsificheskie svoystva elyuvial’nykh gruntov goroda Chelyabinska i osobennosti stroitel’sva na nikh* [The specific properties of eluvial soils in the city of Chelyabinsk and the construction on them]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel’svo*. 2013, no. 11, pp. 16–18 (in Russian).
4. Baranovskii, A.G. [Influence of mineral and chemical composition of eluvial clay soils on their physical properties]. *Trudy 18 nauchnoi konferentsii “Sergeevskie Chteniya. Inzhenernaya geologiya i geoekologiya. Fundamental’nye problemy i prikladnye zadachi”*. [Proc. 18th Conf. in commemoration of academician E.M. Sergeev. Engineering geology and geoecology. Fundamental problems and applied tasks]. Moscow, 2016, vol.18, pp. 28–32 (in Russian).
5. Voronkevich, S.D., Larionova, N.A. [Physico-chemical processes of technological evolution of soils] *Trudy regional’noi nauchno-prakticheskoi konferentsii “Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala”* [Proc. Regional Conference “Geology and mineral resources of the Western Urals”]. Perm, 2000, pp. 287–290 (in Russian).
6. Karimov, R.M. *Osobennosti razvitiya osadok zdaniy, postroennykh na elyuvial’nykh gruntakh v g. Magnitogorske* [Specific features of settling buildings constructed on eluvial soils in the city of Magnitogorsk]. *Vestnik YUUrGU. Chelyabinsk*, 2007, no. 22, pp. 58–59 (in Russian).
7. Korzhenko, L.I. *Osnovaniya i fundamenty v usloviyakh Urala* [Foundations and basements in the conditions of the Urals]. Sverdlovsk, 1963, 153 p. (in Russian).
8. Komissarov, O.G. [Peculiarities of water regime formation in the industrial and built-up areas]. *Trudy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii “Rol’ melioratsii i vodnogo khozyaistva v realizatsii natsional’nykh proektov”* [Proc. Int. Conf. “Role of land reclamation and water resources in the implementation of national projects”]. Moscow, MGUP, 2008, pp. 136–139 (in Russian).
9. Kotlov, F.V. *Izmenenie geologicheskoi sredy pod vliyaniem deyatel’nosti cheloveka*. [Change of the geological environment by human activities]. Moscow, Nedra, 1978, 264 p. (in Russian).

10. Lebzak, V.N. *Izmenenie prochnostnykh i deformatsionnykh kharakteristik lessovykh prosadochnykh gruntov pri dlitel'noi ekspluatatsii zdaniy i sooruzhenii* [Transformation of strength and deformation characteristics of collapsible loess upon the long-term operation of buildings and structures]. *Polzunovskii vestnik*, 2011, no. 1, pp. 240–246 (in Russian).
11. Mokritskaya, T.P. *O nestatsionarnosti geologicheskikh parametrov pri analize vremennoi izmenchivosti svoistv gorodskikh territorii* [Unsteady geological parameters in the analysis of temporal variability of urban territory properties]. *Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Geologiya, geografiya*, 2011, pp. 1–5 (in Russian).
12. Ponomarev, A.B., Kaloshina, S.V., Salimgarieva, N.I. *Vliyanie protsessa podtopleniya na fiziko-mekhanicheskie svoystva gruntov* [The impact of flooding on physico-mechanical properties of soils]. *Akademicheskii vestnik URALNIIPROEKT RAASN*. Yekaterinburg, 2013, pp. 67–70 (in Russian).
13. Sheshenya, N.L. *Inzhenerno-geologicheskoe obosnovanie meropriyatii inzhenernoi zashchity zdaniy i sooruzhenii ot opasnykh protsessov* [Engineering-geological substantiation of measures on engineering protection of buildings and structures from dangerous processes]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2007, no. 11, pp. 7–9 (in Russian).

TEMPORAL VARIABILITY OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF ELUVIAL CLAY SOILS IN THE CITY OF CHELYABINSK

A.G. Baranovskii

*YuzhUralTISIZ Survey Co., ul. Kosareva 71, Chelyabinsk, 454106 Russia.
E-mail: geologia85@mail.ru*

The article deals with the temporal variability of physico-mechanical properties of eluvial clay soils developed on the rocks of intrusive complex (by the example of Chelyabinsk city). Eluvial clay soils were formed by chemical weathering of rocks, and they are spatially widespread in the city of Chelyabinsk. The study of their temporal variability was aimed at identifying the patterns of changes in physico-mechanical properties of soils in time. The fluctuation of groundwater level appears to be the main technogenic factor changing the engineering properties of the studied soils. Taking this fact into account, the test sites were selected for the study of temporal variability in soil properties. The temporal variability in the eluvial clayey soil properties was estimated by comparing the data on soil properties obtained in laboratory at different time. Somewhere in Chelyabinsk, the construction works were performed not immediately at once after the engineering survey accomplishment, but were interrupted in stages. In these areas, the technogenic load did not affect the engineering geological conditions in the areas for a long time. This permitted us, on one hand, to study the temporal variability of the soil properties as affected by anthropogenic factors, and on the other hand, to analyze the changing properties of soil excluding the impact of technogenic factors. The laboratory analysis of soil properties has revealed some regularities of their changes in time. Knowledge of the specific features in the changes of physico-mechanical properties of the eluvial clay soils, as a result of the impact of natural (climatic) and technogenic factors, permitted us to predict their behavior.

Key words: *temporal variability of soil properties, eluvial clay soils, physico-mechanical properties of soils, technogenic factor, fluctuation of groundwater level, the relative deformation of subsidence.*