

Научно-исследовательский институт  
гидрогеологии и инженерной геологии  
(ВСЕГИНГЕО)

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ  
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ**

(Сборник научных трудов)

40. → Дроздов Д.С., Шешин Ю.Б., Васильев В.П. Моделирование условий техногенных изменений свойств приповерхностных песчано-глинистых пород о.Итуруп. // Геоэкологические исследования при инженерно-геологических съемках. — М.: ВСЕГИНГЕО, 1992. — с.84-95. (есть растр)\*

Москва 1992г.

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ (ВСЕГИНГЕО)

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ  
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ**  
(Сборник научных трудов)

Москва - 1992

УДК 504.5.001.5:624.131.1: [550.8:523] (084.3)

Геоэкологические исследования при инженерно-геологических съемках. Сб. науч. тр. / ВСЕГИНГЕО. - М., 1992. - 113 с.

В сборнике рассматривается спектр геоэкологических проблем, возникающих при проведении инженерно-геологических и комплексных съемок. Приведены требования, а также общетеоретические и методические положения, на которых базируются геоэкологические исследования. Представлен опыт конкретных геоэкологических исследований и работ в различных регионах СНГ.

Сборник предназначен для специалистов, занимающихся инженерно-геологическим картографированием различных масштабов и инженерно-геологическими изысканиями.

Редакционная коллегия:

канд. геол.-мин. наук Д.С. Дроздов (отв. редактор), канд. геол.-мин. наук П.В. Царев, канд. геол.-мин. наук М.И. Горальчук, канд. геол.-мин. наук И.М. Цыпина

Св. план, 1992, поз.3

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ  
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ**

Редакторы

Р.М. Колесникова, В.И. Кузнецова

Подписано в печать 12.11.92г. Заказ 119 Формат 60х90<sup>1</sup>/16.

Уч. изд. л. 7,5. Печ. л. 6,9, вкл. 2. Тираж 400 экз.

Цена договорная

Московская обл., Ногинский р-н, пос. Зеленый  
Ротапринт ВСЕГИНГЕО

© Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО), 1992 г.

- 3 -

**СО Д Е Р Ж А Н И Е**

	С.
Введение .....	5
Царев П.В. Общие требования к геоэкологическим исследованиям при производстве инженерно-геологических и комплексных съемок .....	7
Островский В.И., Цыпина И.М., Кузьмина Л.Н. Оценка геоэкологического состояния геологической среды при составлении региональных маломасштабных геоэкологических карт .....	13
Шеко А.И. Некоторые вопросы изучения экзогенных геологических процессов при региональных эколого-геологических исследованиях .....	21
Дроздов Д.С. Выделение техногенных геологических тел при инженерно-геологическом картографировании и геоэкологических исследованиях .....	28
Артамонов И.Н., Вайтжукуене А.И., Старицина Т.А. Геоэкологические исследования при инженерно-геологической съемке в нефтегазоносных районах низменных приморских равнин аридной зоны .....	36
Мельников Е.С., Москаленко Н.Г., Ставишко А.И. Крупно- и среднemasштабные карты реакции геологической среды криолитозоны на механические нарушения .....	41
Катасонов В.Б., Медведев С.А. Опыт геоэкологических исследований при разведке золоторудного месторождения на Северо-востоке Якутии .....	52
Наплов А.В. Изучение структуры грунтов зоны аэрации в целях прогноза миграции радионуклидов .....	59
Островский В.И., Цыпина И.М. Обзорное районирование России и смежных территорий по устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям .....	69

Вайтекунене А.И., Старицина Т.А., Кадыдова В.И., Артамонов И.Н. Применение пенетрационного жароэласта для геоэкологических исследований при инженерно-геологической съемке района Криворожской ГРЭС ..... 75

Дроздов Д.С., Шешин В.Б., Васильев В.П. Моделирование условий техногенных изменений свойств приповерхностных песчано-глинистых пород межгорных впадин о.Итуруп ..... 84

Штенгелов Е.С. О причине массовой деформации зданий и сооружений в Одессе ..... 95

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы со все большей очевидностью становится ясно, что окружающая нас природная, в том числе геологическая, среда претерпевает качественные изменения. В районах городских агломераций, промышленных центрах, на объектах добывающей промышленности, в сельскохозяйственных регионах практически не остается земель, не затронутых техногенезом. Где-то эти изменения еще не велики и захватывают лишь верхние метры разреза, а где-то приводят к преобразованию горных пород на десятки и сотни метров в толщу земли.

В этих условиях объектом инженерно-геологических исследований все чаще становятся горные породы, претерпевшие те или иные техногенные изменения, а собственно инженерно-геологические работы больше не мыслимы без геоэкологических наблюдений. ВСЕГЕИУЭО, в т.ч. лаборатория региональной инженерной геологии и съемки ведет работы по всему кругу геоэкологических проблем. Содержание данного сборника отражает вопросы, характеризующие в той или иной степени методические и практические особенности и специфику этих исследований.

Включенные в сборник статьи по своей направленности объединяются в несколько групп. Общие требования к геоэкологическим исследованиям, которые необходимо вести в процессе инженерно-геологических и комплексных съемок, изложены в статье П.В.Царева. Основные принципы и методические подходы к ведению геоэкологических исследований представлены читателю в статьях В.Н.Островского, И.И.Цыпиной и Л.Н.Кузьминой; А.И.Шеко; Д.С.Дроздова. В работе Е.С.Мельникова, Н.Г.Москаленко и А.И.Стасенко вопросы устойчивости геологической среды преломляются применительно к условиям криолитозоны.

Ряд статей посвящен опыту разноплановых геоэкологических работ в различных регионах СНГ. В работе В.Н.Островского и И.И.Цыпиной изложены принципы геоэкологического районирования и при-

подвергся значительным изменениям, но они выражены в меньшей степени, чем у вышележащего слоя 2.

Дальнейшее изменение прочностных и деформационных свойств пород будет в значительной степени зависеть от растворения содержащихся в них среднерастворимых солей. Минерализация порового раствора и наличие кристаллического гипса в грунтах свидетельствуют о том, что процесс растворения далеко не завершился. При наличии в инфильтрующихся водах агрессивной углекислоты возможно также и растворение карбонатов.

УДК 604.5.05.001.57:624.131.4:624.131.21/.22

Д.С.Дроздов, В.Б.Шешин, В.П.Васильев

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ПОРОД МЕЖГОРНЫХ ВПАДИН о.ИТУРУП

В процессе эксплуатации аэродрома на о.Итуруп обнаружено, что во многих случаях происходит преждевременное разрушение бетонных покрытий. В меньшей степени оно коснулось наиболее ответственных сооружений - взлетно-посадочной полосы, в большей степени - рулевых дорожек, площадок стоянки и заправки воздушных судов. Наблюдения показали, что разрушение, проявляющееся в основном в скалывании бетона на стыках плит покрытия, связано с разноамплитудными положительными и отрицательными вертикальными движениями поверхности, которые наблюдаются как в морозный, так и в безморозный период года. Лучшая сохранность ответственных сооружений свидетельствовала о связи деформаций с качеством подготовки грунтового основания и условиями его содержания (в первую очередь с уплотнением и качеством дренажа).

Соответственно, одной из задач проведенных исследований, выполнявшихся для обоснования мероприятий по реконструкции аэродрома, было моделирование поведения грунтов основания в условиях различных вариантов планировки и инженерной подготовки. Задача осложнялась уникальным составом и свойствами этих грунтов.

Они представлены в основном двумя литологическими типами, во многом отличающимися друг от друга.

Первый из них - супесь, коричневатая-серая щепнистая с большим количеством неокатанных обломков размером 0,5-4 см и крупнее. Распределение гранулометрических фракций соответствует логнормальному закону, что свидетельствует об одном доминирующем процессе формирования. Число пластичности  $I_p = 0,06$  сильно занижено по сравнению с содержанием глинистых частиц, что говорит о присутствии неглинистых минералов в глинистой фракции и преобладании гидрослед в последней. Плотность скелета в естественном залегании  $\rho_d = 1,40$  г/см<sup>3</sup>.

Второй тип грунта - черно-бурый пылеватый песок с резко заниженным содержанием частиц фракций крупнее 0,25 мм, которые либо разрушались, либо удалялись при перетолнении.

Отметим, что наиболее крупные частицы представлены сфероидами вулканических пеллов. Щепловый состав обуславливает крайне высокую пористость ( $e > 2$ ) и малую плотность скелета песков ( $\rho_d = 0,7$ ). Пористыми являются сами частицы, в результате чего естественная влажность достигает  $W = 0,6 \dots 1,0$ . Обращает на себя внимание и то, что за счет примеси гидрофильных неглинистых составляющих порода обладает заметным сцеплением, что при простейшем полевом анализе заставляет отнести ее к супесям. При увеличении влажности до  $W = 0,87$  порода приобретает пластические свойства, а при  $W = 1,2$  - текучие. Отсутствие стандартных (ГОСТ 25100-82) показателей пластичности выявляется только при лабораторном анализе.

При подготовке основания аэродромных сооружений выполнялась планировка и уплотнение описанных пород, сооружался дренаж, качество которых не одинаково. Исходя из особенностей грунтов и характера деформаций сооружений, были сформулированы вопросы, требующие первоочередного ответа. Для пород в нарушенном техногенно-перетолненном (при планировке) состоянии необходимо оценить:

- способность к набуханию;
- просадочные свойства;
- связность;

- сдвиговые характеристики;
- величину морозного пучения;
- зависимость названных характеристик от степени предварительного уплотнения и степени дренированности (т.е. от плотности и влажности), а также темпов промерзания.

При выборе методики исследований авторы исходили из того, что получить полезными методами исчерпывающие данные о пространственно-временной изменчивости состава, плотности и влажности пород под аэродроичными покрытиями не представляется возможным. Поэтому решено было моделировать весь спектр реально возможных состояний горных пород.

В качестве границ реального диапазона влажности выбраны: а) минимальное из отмеченных *in-situ* для каждого литологического типа значений влажности; б) влажность, соответствующая течучему его состоянию. Для супеси - это  $W = 0,23...0,34$ , а для пылеватого песка -  $W = 0,65...1,2$ .

Нижней границей моделируемого диапазона величин предварительного уплотнения является нулевое уплотняющее давление, верхней - 2 МПа, т.е. давление, создаваемое специальной техникой и катками при планировке и подготовке основания.

Диапазон моделируемых температур принят 0...-3 °С, что соответствует области полного (с практической точки зрения) исчезновения незамерзшей воды.

Из грунтов обоих рассматриваемых типов изготавливались серии образцов, физическое состояние которых охватывало названные диапазоны плотности и влажности. С этой целью навески нарушенного сложения массой ~ 350 г при влажности, близкой к естественной (минимальной), измельчались до исчезновения комков размером более 2 мм. Гравийные зерна не удалялись. К каждой последующей группе навесок кроме первой добавлялась порция воды массой ~ 11 г, что обеспечивало увеличение влажности на величину, кратную  $\Delta W = 0,05$ . Для сохранения начальной структуры грунта он не перемешивался, а выдерживался для равномерного увлажнения в течение суток.

Навески с заданной влажностью подвергались кратковременному предварительному уплотнению, имитирующему уплотнение от прохода

строительной техники и специальных катков. Ступени предварительного уплотнения следующие  $R = 0; 0,025; 0,05; 0,1; 0,15$  и  $0,3$  МПа. Пробы, из которых при этом происходил отжим влаги, отбраковывались. Из приготовленных проб заданной влажности и степени предварительного уплотнения отбирались образцы в кольца для комплекса лабораторных испытаний на набухание, компрессию, пучение и сдвиг. Очевидно, что отбраковка проб, из которых при приготовлении происходил отток воды, исключает из рассмотрения и моделирования область физических состояний породы, которые могут создаваться в реальных условиях при отсутствии дренажа или слабом дренировании дисперсной породы под бетонным покрытием. Поэтому для моделирования соответствующих условий увлажнения и уплотнения образцы изготавливались непосредственно в испытательных кольцах лабораторных приборов в полиэтиленовых капсулах. В этом случае испытания осуществлялись по "недренированной" схеме.

Лабораторные испытания приготовленных образцов производились в основном по стандартным методикам: величина набухания  $\epsilon_{sw}$  определялась на приборе ПНГ-2 (ГОСТ 24143-80), модуль общей деформации  $E$  и величина просадочности  $\delta_{pp}$  (по методу одной и двух кривых) - на приборе КШр-1 (ГОСТ 23908-79 и ГОСТ 23161-78), сдвиговые характеристики  $C$  и  $\psi$  - по методике быстрого сдвига на приборе ВСВ-25 (ГОСТ 12248-78). Пучинистые свойства грунтов в условиях свободного подтока влаги моделировались на специальной установке в холодильной камере большого объема. Конструкция прибора позволяла создавать условия для одностороннего промораживания образцов грунта сверху. Промораживание осуществлялось за счет отрицательной температуры среды в камере -3 °С. Нижний торец образца помещался в потпиточную ванну с водой. Температура воды в ванне поддерживалась в течение всего опыта в интервале 0...+1,5 °С. Термостагивание воды осуществлялось электронным блоком регулировки температур. Температура воды в ванне контролировалась лабораторным термометром ТЛ-4. Нагреватель располагался под ванной. Деформации пучения образцов измерялись в начальной стадии индикаторами часового типа ИЧ, а в дальнейшем - металлической линейкой. Образцы грунта помещались в специальные цилиндрические формы, изготовленные из винилпластовой

трубы  $\varnothing = 80$  мм. Для исключения бокового промерзания грунта ванна с подогревателем и формы с образцами помещались в пенопластовый ящик с крышкой.

Опыты проводились на искусственно приготовленных образцах из грунтовой пасты. Методика приготовления образцов была следующей. Предварительно высушенный грунт размалывался, растирался и замачивался до определенной влажности. После этого он перемешивался и выставлялся около суток. Перед набивкой в формы грунт снова тщательно перемешивался. На дно формы вставлялся дырчатый фильтр с отверстиями  $\varnothing = 2$  мм. На него помещался бумажный фильтр на который насыпался песок высотой 4-5 см. Сверху на песок помещался второй бумажный фильтр и уже на него набивался испытательный грунт. Начальная высота образцов была равна  $h \sim 5$  см. Внутренние стенки формы предварительно смазывались техническим вазелином и выстилались полиэтиленовой пленкой. Верхний торец образца закрывался металлическим штампом, в который упиралась ножка измерителя деформаций. Индикатор крепился держателем, винченным в стенку формы. В таком собранном виде обоймы вставлялись в прибор, который устанавливался в холодильную камеру для промораживания образцов.

Продолжительность опыта с супесью составляла 10 сут, а с пылеватым песком - 18 сут. По истечении этого срока образцы вынимались из форм для опробования и описания криогенной текстуры. Криогенная текстура в супеси в процессе промерзания сформировалась следующая (образец № 1):

- 0,0-2,5 мм - криотекстура от сетчатой (блоковой) до атакситовой. Мощность ледяных шпиров 0,1...0,2 см, отдельные линзы льда до 0,5...0,7 см. Минеральные блоки размером (0,2...0,4) x (0,4...0,6) см, отдельные блоки удлиненные до 1,5 см. Блоки часто наклонные.
- 2,5-4,5 см - криогенные текстуры от линзовиднослоистой до плетенчатой. Мощность ледяных шпиров 0,1...0,2 см, мощность минеральных прослоек 0,1...0,3 см. Отмечаются отдельные наклонные микрошпир. Местами криогенная текстура до атакситовой.

- 4,5-4,8 см - криогенная текстура атакситовая. Мощность шпиров 0,2...0,4 см, минеральные блоки размером (0,1...0,2) x (0,4...1,5) см в основном субгоризонтальные, удлиненные, реже слабонаклонные, короткие.

В образцах пылеватого песка в процессе проведения опытов сформировалась следующая криогенная текстура (образец № 2):

- 0-1 см - шир льда с обилием тонких до 0,1...0,3 мм субвертикальных пузырьков воздуха.
- 1,0-18 см - атакситовая криогенная текстура. В верхней части льда несколько меньше, чем в нижней. Минеральные блоки слабоовальные, мощность их от 0,1...0,2 до 0,2...1,5 см.
- 18-21 см - минеральный грунт. Криогенная текстура скрытошпировая, образование этого слоя связано с дефицитом влаги. В процессе проведения опыта образец вышел из соприкосновения с водой в потпиточной ванне. После того, как в ванну была долита вода, вновь стал образовываться ледогрунтовой слой.
- 21-23,2 см - ледогрунт, криогенная текстура атакситовая.

Данные о водно-физических свойствах супеси и пылеватого песка до и после опытов, а также величинах деформаций пучения приведены в таблице.

Анализ материалов по исследованию пучинистых свойств грунтов основания объекта показывает, что супеси с включением крупнообломочного материала и пылеватый песок по своим пучинистым свойствам относятся к чрезвычайно пучинистым. В литературных источниках аналогов таких грунтов с такими свойствами авторы не встречали.

Особое внимание было уделено статистической обработке результатов. Очевидно, что моделирование широкого спектра физических состояний исследуемых грунтов требует значительного объема испытаний. Только комбинация 4...6 ступеней влажности и 6 ступе-

Таблица  
Физико-механические свойства образцов супесей и пылеватого песка до и после опытов

№ образцов	Грунт	Характеристика образцов до опыта		Характеристика образцов после опыта		Средняя влажность талой зоны образцов, %	Средняя влажность талой зоны образцов, %
		Высота образца на п., мм	Влажность на п., %	Мощность промерзшей части образцов, мм	Мощность промерзшей части образцов, мм		
1	Супесь	55	35,5	100	107,2	107,2	1,27
2	То же	55	35,5	110	101,2	101,2	1,31
1	Пылеватый песок	55	126,3	254	408-2100 x	126,7	0,97
2	То же	55	126,3	232	1075-1640	122,5	1,01
3	"	55	126,3	280	595,0-1279	124,1	1,01

х) 408-2100 - средние значения влажности верхней части промерзшей части образца (408 %) и нижней (2100 %).

катками ( $R \approx 2$  МПа), грунты способны к набуханию не проявляют.

Полученные по экспериментальным данным трендповерхности зависимости показателей свойств пород  $X_j$  от влажности  $W$  и величины предварительной уплотняющей нагрузки  $R$ , иллюстрируемые трехкоординатными графиками вида  $X_j - W - R$ , позволяют для каждой произвольной комбинации исходных значений  $W$  и  $R$  вычислить (или снять с графика) прогнозные средние (нормативные) значения показателя  $X_j^P$ . Дисперсия частных экспериментальных значений относительно регрессии характеризует случайную составляющую изменчивости. Для всех анализируемых показателей она является стационарной и характеризуется средними для всего диапазона рассмотренных физических состояний грунтов величинами стандартного отклонения. Это позволяет прогнозировать расчетные значения  $X_j^P$  показателей по формуле типа (ГОСТ 20522-75)

$$X_j^P = X_j^H \pm t_{\alpha} \cdot b_{X_j} / \sqrt{N_j}$$

где  $t_{\alpha}$  - критерий Стьюдента;  $b_{X_j}$  - стандартное отклонение показателя  $j$ -го свойства;  $N_j$  - объем выборки по  $j$ -му свойству (при расчете сдвиговых показателей делитель  $\sqrt{N_j}$  исключается).

Анализ природной обстановки, условий содержания аэродромных сооружений, состояния дренажных систем и результатов выполненного лабораторного моделирования поведения грунтов основания (супесей и пыловых пылеватых песков) в техногенно-нарушенном состоянии позволил сделать ряд практических выводов, касающихся причин и природы наблюдаемых деформаций и способов борьбы с ними.

В безморозный период года происходит изменение влажностного режима поверхностных грунтов, с которыми могут быть связаны деформации аэродромных покрытий. Дополнительное увлажнение грунтового основания покрытия может происходить как по периферии сооружений так и по стыкам бетонных плит.

Вследствие дополнительного увлажнения в грунтовой основе аэродромных сооружений может развиваться комплекс инженерно-геологических процессов, включающий набухание, проседание, снижение прочности и, как результат, уплотнение или сдвиг и выдавли-

ней предварительного уплотнения требует выполнения 24...36 опытов (с учетом отбраковки не реализуемых практически комбинаций - повышенная влажность и сильное уплотнение - 20...30 опытов). Рекомендуемая 6-кратная повторность опытов на идентичных образцах увеличивает это количество до 120...180 опытов. Такое количество экспериментов оказалось нереализуемо из-за ограниченности однородного грунтового материала. Поэтому испытания идентичных образцов производились с 1...2-кратной повторностью, а для обеспечения статистической представительности материала результаты всех экспериментов объединялись в единую совокупность и обрабатывались методом тренданализа. При подборе аппроксимирующих функций в качестве аргументов выступали значения влажности  $W$  и предварительной уплотняющей нагрузки  $R$ , значения исследуемых показателей свойств  $X_j$  выражались зависимостью вида

$$X_j = f_j(W, R),$$

где  $f_j$  - аппроксимирующая функция для  $j$ -го показателя.

Вдоль координаты  $R$  аппроксимирующая функция  $f_j$  монотонно асимптотически (по экспоненте) увеличивается для показателей  $\rho_{sw}^d, C, \varphi, E$  в обоих типах грунта и для величины набухания  $\delta_{pr}$  в супесях. Для проницаемости  $\delta_{pr}$  и, что обратило на себя внимание кадушей неогичностью, величины набухания  $\epsilon_{sw}$  в пылеватом песке характерно монотонное убывание.

Вдоль координаты  $W$ , т.е. с увеличением влажности, значения всех рассмотренных показателей свойств в целом убывают. Для показателей свойств, характеризующих поведение пород под нагрузкой ( $C, \varphi, E, \delta_{pr}$ ), убывание монотонное. Более или менее четко выражено сочетание левой выпуклой и правой вогнутой ветвей с асимптотическими крыльями, что соответствует аппроксимирующей функции "минус арктангенс".

Интересной особенностью набухания исследованных грунтов в техногенно-перетолженном виде является инверсия его величины. Разрыхленный неуплотненный грунт практически не набухает. Будучи уплотнен методом строительной техники ( $R \approx 0,3$  МПа) грунт приобретает способность к набуханию ( $\epsilon_{sw} = 0,04...0,06$ ). В перетолженном состоянии, соответствующем укатке специальными

катками из под края плит. Грунты могут быть подвержены процессам преимущественно в техногенно-перетолженном состоянии.

По величине показателя набухания  $\epsilon_{sw}$  грунты площадки аэродрома в большинстве своем относятся к ненабухающим ( $\epsilon_{sw} < 0,04$ ), однако при определенных условиях могут оказаться слабонабухающими ( $0,04 < \epsilon_{sw} < 0,08$ ). В песках это может проявиться в диапазоне пористостей  $n = 76...81$  % (коэффициент пористости  $e = 3,1...4,2$ ). В супесях набухание зависит и от пористости и от способа предварительного уплотнения: в спланированных, неуплотненных супесях набухание может развиваться при коэффициенте пористости  $e = 0,97...1,03$ ; в укатанных строительной техникой - при  $e = 0,88...1,03$ ; в уплотненных специальной техникой - при  $e > 0,8$ .

Просадочные явления (осадки при замачивании) могут развиваться в рассматриваемых грунтах только, если они находятся в техногенно-перетолженном недоуплотненном состоянии. В супесях просадка может произойти, если ее перетолжение, планировка и укатка производились при влажности менее  $0,23$ , т.е. в твердом состоянии. Замачивание приводит к разрушению прочных комков перетолженного грунта. Величина просадки  $\delta_{pr} = 0,14...0,18$ . В перетолженном пылеватом песке развитие этого процесса менее вероятно. Определенную опасность представляют участки, где при планировке влажность была минимальна ( $W < 0,85$ ) и возможны осадки при замачивании порядка  $\delta_{pr} = 0,03$ , а если замачивание сопровождается дополнительной пригрузкой, просадка может достигнуть  $\delta_{pr} = 0,11$ .

Сдвиговая прочность грунтов площадки аэродрома имеет четкую обратную корреляцию с их влажностью (и, следовательно, с консистенцией), причем сцепление  $C$  в большей, а угол внутреннего трения  $\varphi$  в меньшей степени зависят от способа предварительного уплотнения грунтов. Без уплотнения или с уплотнением строительной техникой твердая супесь характеризуется значениями  $C = 0,015...0,03$  МПа и  $\varphi = 18...35^\circ$ . По мере увлажнения до пластичного и текучего состояния сцепление уменьшается до  $C = 0,005...0,01$  МПа, а  $\varphi$  - до  $0...10^\circ$ . В пылеватых песках при тех же условиях предварительного уплотнения в диапазоне влаж-

стей  $W = 0,65...0,80$  сцепление стационарно, составляя  $C = 0,01...0,03$ , и уменьшается до нуля при росте влажности до  $0,87$ . Угол внутреннего трения в диапазоне влажности  $W = 0,65...0,87$  монотонно убывает от  $18...25$  до  $6...10^\circ$ . При  $W > 0,87$  угол внутреннего трения пылеватого песка близок к 0, поскольку грунт приобретает определенную пластичность и начинает переходить в разжиженное состояние, которое наступает при влажности  $W = 1,20$ . Таким образом, увеличение влажности грунтов площадки на  $0,07...0,1$  снижает сдвиговые характеристики в 2,5 раза и более. При этом надо учитывать, что увлажнение сопровождается просадкой до  $10...18\%$ .

В результате компрессионных испытаний установлено, что при естественном залегании супесь имеет модуль общей деформации  $E > 11$  МПа, а пылеватый песок  $E > 4$  МПа. В переложном в процессе планировки поверхности состоянии модуль общей деформации супеси снижается до  $E = 2...8$  МПа, а песка - до  $E = 1...4$  МПа.

Названные числовые характеристики показателей свойств показывают, что в безморозный период наиболее опасны с точки зрения развития комплекса процессов техногенно-переложные грунты, причем в супеси возможно более активное проседание, а в пылеватом песке - деформации, связанные с уплотнением и сдвигом грунта под нагрузкой (в том числе выпирание из под края плит покрытия).

Как показали лабораторные исследования переувлажненные грунты основания аэродромного покрытия в условиях открытой системы обладают сверхпучинистыми свойствами. В связи с плохо работающей дренажной системой грунты отдельных участков основания находятся в текучем состоянии и в осенне-зимний период, при промерзании в них возможно интенсивное льдовыведение, приводящее к распучиванию грунта и нежелательным деформациям аэродромного покрытия.

Таким образом, моделирование поведения техногенно-нарушенных грунтов основания сооружений аэродрома, расположенного в обширной межгорной впадине на о.Итуруп, позволяет рекомендовать ряд строительных мероприятий для устранения причин деформаций пок-

рытия:

- провести реконструкцию дренажной системы для обеспечения отвода ливневых вод и дренажа грунтовых вод, особенно в предзимний период;
- в местах осадок поверхности выполнить отсыпку песчано-гравийной смеси с уплотнением (укаткой) согласно СНиП 2.05.08-85;
- для предотвращения морозного пучения на участках, сложенных пылеватым песком пеллового состава, предусмотреть подсыпку из непучинистого грунта мощностью, больше расчетной величины сезонного промерзания, т.е.  $1,3...1,5$  м.

УДК 624.131.543

Е.С.Штенгелов

О ПРИЧИНЕ МАССОВОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ОДЕССЕ

Первые сведения о деформации капитальных зданий в отдельных районах Одессы относятся к 30-м годам этого века. В послевоенный период процесс активизировался. Среди объектов, подвергшихся в это время интенсивным деформациям, наиболее известны здания Оперного театра, госбанка, кирхи и территория кожевенного завода на ул.Иванова. В 70-80-е годы процесс приобрел массовый катастрофический характер. Его интенсивность, как показывают инструментальные данные, наблюдения специалистов и результаты просов жителей, стала особенно нарастать после 1967-1968 гг. К настоящему моменту деформациями в той или иной степени затронуто более 60 % строений, находящихся в историческом центре, на юго-востоке и северо-западе города. Ежегодно несколько десятков зданий включается в разряд аварийных, не подлежащих ремонту, и разбирается. Имеются случаи внезапного обрушения зданий, в последнее время количество таких случаев составляет ежегодно 5-10. Деформации стали затрагивать и некоторые новые многоэтажные строения каркасного типа на мощных свайных фундаментах.

УДК 504.5.05 (47+57)

Островский В.Н., Цыпина И.М. Обзорное районирование России и смежных территорий по устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям // Геозкологические исследования при инженерно-геологических съемках: Сб. науч. тр. / ВСЕИГНГЕО. - М.: ВСЕИГНГЕО, 1992. - С. 63-74.

Изложены методические подходы к выполнению мелкомасштабного районирования по устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям на основе оценки основных природно-геологических параметров и процессов, определяющих ее стабильность. Предложены критерии устойчивости геологической среды.

Ил.1, список лит. 2 назв.

УДК 504.5.001.5:624.131.381: [550.8:528] (084.3)

Вайтекунене А.И., Старидна Т.А., Каладова В.И., Артамонов И.И. Применение пенетрационного каротажа для геозкологических исследований при инженерно-геологической съемке района Криворожской ГЭС // Геозкологические исследования при инженерно-геологических съемках: Сб. науч. тр. / ВСЕИГНГЕО. - М.: ВСЕИГНГЕО, 1992. - С. 75-84.

Приведена методика интерпретации результатов пенетрационного каротажа при изучении техногенно-измененных лессовых пород района Криворожской ГЭС, образовавшихся при подтоплении территории. Дана сравнительная оценка инженерно-геологических свойств пород до подтопления и после него.

Ил.2, табл.3.

УДК 504.5.05.001.57:624.131.4:624.131.21/.22

Дроздов Д.С., Шешин В.Б., Васильев В.П. Моделирование условий техногенных изменений свойств приповерхностных песчано-глинистых пород межгорных впадин о.Итуруп // Геозкологические исследования при инженерно-геологических съемках: Сб. науч. тр. / ВСЕИГНГЕО. - М.: ВСЕИГНГЕО, 1992. - С. 84-95.

Описано поведение грунтового основания аэродрома на с.Итуруп, которое моделировалось лабораторным путем в широком спектре возможных физических состояний.

Даны рекомендации по предотвращению негативных процессов (пучения, набухания, осадок), которые могут возникать в связи со слабой дренированностью территорий и гидрофильностью грунтов.

Табл.1.

УДК 624.131.543

Штенгелов Е.С. О причине массовой деформации зданий и сооружений в Одессе // Геозкологические исследования при инженерно-геологических съемках: Сб. науч. тр. / ВСЕИГНГЕО. - М., 1992. - С. 95-107.

Охарактеризованы наблюдаемые в Одессе процессы массовой деформации строений, затронувшие к настоящему времени более половины исторического центра города. Показана несостоятельность существующих представлений об их природе. Приведены материалы выполненного автором картографирования интенсивности трещинных и других деформаций зданий, а также результаты обобщения имеющихся данных о современных горизонтальных и вертикальных движениях земной поверхности. Основан вывод о том, что на территории Одессы формируется блоковый оползень площадью около  $4,5$  км<sup>2</sup> и объемом около  $0,5$  км<sup>3</sup>. Приводятся данные, показывающие вероятность наступления активной фазы его смещения в самые ближайшие годы. Основана необходимость немедленной организации в городе режимных топогеодезических наблюдений с целью исключения возможности катастрофических подвижек и разработки противооползневых мер.

Ил.6, список лит. 4 назв.