Научно-исследовательский институт  
гидрогеологии и инженерной геологии  
(ВСЕГИНГЕО)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ

(Сборник научных трудов)

Москва 1992 г.

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

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.

УДК 504.5.001.0:024.131.1: [550.8:528] (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 И.Ы.Царев, канд.геол.-мин. наук М.И.Горальчук, канд.геол.-мин. наук И.И.Цыпина

Св.план, 1992, поз.З

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ­  
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ

Редакторы

Р.М.Колесникова, В.И.Кузнецова

Подписано в печать 12.11.92г. Заказ 119 Формат 60x901/16.

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-**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**С.**

Введение 5

Царев П.В. Общие требования к геоэкологическим исследованиям при производстве инженерно-геологических и комплексных съемок 7

Островский **Н.Н.**, Цыпина И.М., Кузьмина **Л.Н.** Оцен­ка геоэкологического состояния геологической среды при составлении региональных мелкомасштабных 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., Вайтекунене А.И., Старицына Т.А. Геоэкологические исследования при инженерно-геологиче­ской съемке в нефтегазоносных районах низменных при­морских равнин аридной зоны 36**

Мельников Е.С., Москаленко И. Г., Стажило А.И. Крупно- и среднемасштабные карты реакции геологической среды криолитозоны на механические нарушения ........ .41

Катасонов И.Е., Медведев С.А. Опыт геоэкологиче­ских исследований **при** разведке золоторудного месторож­дения на Северо-Востоке Якутия ............... .....52

Павлов А.В. Изучение структуры грумов зоны аэра­ции **в целях** прогноза **миграции радионуклидов ....... . 59**

**Островский В.Н., Цыпина И.М. Обзорное районирование** России **и смежных территорий по** устойчивости геологичес­кой среды к техногенным воздействиям воздействиям .... 89

-4-

Вайтекунене А.И., Старицына Т.А., Кададова В.И., Артамонов И.Н. Применение пенетрационного каротажа для геоэкологических исследований при инженерно-геологиче­ской съемке района Криворожской ГРЭС 75

Дроздов Д.С., Шешин Ю.В., Васильев В.П. Моделиро­вание условий техногенных изменений свойств приповерх­ностных песчано-глинистых пород межгорных впадин о.Иту­руп 64

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

-5-

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, индустриальных 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.

ВСЕПДИЕО, 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.М.Цыпиной и Л.Н.Кузьминой; А.И.Шеко; Д.С.Дроздова. В рабо­те Е.С.Мельникова, Н.Г.Москаленко и А.И.Сташенко 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.М.Цыпиной изложены принципы геоэкологического районирования и при-

-84-

УДК 504.5.05.001.57:624.131.4:624.131.21/.22

Д.С.Дроздов, Ю.Б.Шешин, В.И.Васильев

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИИ 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 - рулежных 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 **под** готовки грунтового основания и условиями его содержания (в **пер­**вую 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 усло­**виях различных вариантов планировки и инженерной **подготовки.** 3адача осложнялась уникальным составом и свойствами этих грунтов.

-85-

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

Первый из них - супесь, коричневато-серая щебнистая 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 1р = 0,05 сильно заниже­но по сравнению с содержанием глинистых частиц, что говорит о присутствии неглинистых минералов в глинистой фракции и преобла­дании гидрослюд в последней. Плотность скелета в естественном залегании ρd = 1,40 г/см .

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

Отметим, что наиболее крупные частицы представлены сферои­дами вулканических пеплов. Пепловый состав обуславливает крайне высокую пористость (е >2) и малую плотность скелета песков (ρd = 0,7). Пористыми являются сами частицы, в результате че­го естественная влажность достигает W = 0,6... 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-переотложенном (при планировке) состоянии необходимо оце­нить:

* способность к набуханию;
* просадочные свойства;
* сжимаемость;
* **-86-**
* **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 полевыми методами исчерпывающие данные о простран­ственно-временной изменчивости состава, плотности и влажности пород под аэродромными покрытиями не представляется возможным. Поэтому решено было моделировать весь спектр реально возможный состояний горных пород.**

В **качестве границ реального диапазона влажности выбраны: а) минимальное из отмеченных** **для каждого литологического типа значений влажности; б) влажность, соответствующая те­кучему 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 незамер**з**шей воды.**

**Из грунтов обоих рассматриваемых типов приготавливались се­рии образцов, физическое состояние которых охватывало названные диапазоны плотностей и влажностей. С этой целью навески нарушен­ного сложения массой** ~**350 г при влажности, близкой к естест­венной (минимальной),** **измельчались до исчезновения комков разме­ром более 3 мм. Гравийные верна не удалялись. К каждой последую­щей группе навесок кроме первой добавлялась порция воды массой ~11 г, что обеспечивало увеличение влажности на величину, кратную** Δ**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**

-87-

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 приготавливались 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 εSW определялась на приборе ПНГ-2 (ГОСТ 24143-80), модуль об­щей деформации Е и величина просадочности (по методу одной и двух кривых) - на приборе КПр-1 (ГОСТ 23908-79 и ГОСТ 23161-78), сдвиговые характеристики С и φ 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. Термостатирование воды осуществлялось элек­тронным блоком регулировки температур. Температура воды в ванне контролировалась лабораторным термометром ТЛ-4. Подогреватель 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

-88-

трубы Ø = 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 следую­щая. Предварительно высушенный грунт размалывался, растирался и замачивался до определенной влажности. После этого он перемеши­вался и выстаивался около суток. Перед набивкой в формы грунт снова тщательно перемешивался. На дно формы вставлялся дырчатый фильтр с отверстиями Ø = 2 мм. На него помешался 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~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, ввинченным 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 атак- ситовой. Мощность ледяных шлиров 0,1...0,2 см, отдельные линзы льда до 0,5...0,7 см. Мине­ральные блоки размером (0,2...0,4) × (0,4... 0,6) см, отдельные блоки удлиненные до 1,5 см. Блоки часто наклонные. |
| **2,5-4,0 см -** | **криогенные текстуры от линзовиднослоистой до плетенчатой. Мощность ледяных шлиров 0,1...0,2 см, мощность минеральных прослоек 0,1...0,3 см. Отмечаются отдельные наклонные микро­шлиры. Местами криогенная текстура до атакситовой.** |

- **89** -

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 пучинистим. 8 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-

|  |  |
| --- | --- |
| 0-1 см - | шлир 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 слабовогнутые, мощность их от 0,1...0,2 до 0,2...1,5 см. |
| 18-21 см - | минеральный грунт. Криогенная текстура скры­тошлировая, образование этого слоя связано с дефицитом влаги. В процессе проведения опыта образец вышел из соприкосновения с во­дой в потпиточмой ванне. После того, как в ванну была долита вода, вновь стал образовы­ваться ледогрунтовый слой. |
| 21-23,2 см - | ледогрунт, криогенная текстура атакситовая. |

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

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

**-90-**

**Таблица**

**Водно-физические свойства образцов супеси и пылеватого песка до и после опытов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер образца** | **Грунт** | **Характеристика образца до опыта** | | | **Характеристика образца после опыта** | | | | |
| **Высота образ­ца h, мм** | **Влаж­ность W ,%** | **Плот­ность ρ, Г/cм3** | **Мощность промерз­шей части образца, мм** | **Мощность талой зоны об­разца, мм** | **Средняя влажность мерзлой части**  **WМ, %** | **Средняя влажность талой зо­ны**  **WТ, %** | **Плот­ность грунта ρ, Г/cм3** |
| **1** | **Супесь** | **00** | **33,5** | **1,64** | **100** | **6,7** | **107,2** | **-** | **1,27** |
| **2** | **Супесь** | **56** | **35,5** | **1,64** | **110** | **6,3** | **101,2** | **-** | **1,31** |
| **1** | **Пылеватый песок** | **5о** | **125,3** | **1,53** | **254** | **8** | **408-2100х)** | **125,7** | **0,87** |
| **2** | **Пылеватый песок** | **55** | **126,3** | **1,47** | **232** | **3** | **275-1645** | **122,5** | **1,01** |
| **3** | **Пылеватый песок** | **55** | **126,3** | **1,э4** | **290** | **3** | **392.0-127$** | **124,1** | **1,01** |

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

**-91-**

**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 Xj выражались зависимостью вида**

**Xj = fj (W, R),**

**где fj - аппроксимирующая функция для j-го показателя.**

**Вдоль координаты R аппроксимирующая функция fj монотон­но асимптотически (по экспоненте) увеличивается для показателей ρd, C, φ, Е в обоих типах грунта и для величины набухания εSW в супесях. Для просадочности δпр и, что обратило на себя внимание** кажущейся **нелогичностью, величины набухания εSW 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(С, φ, Е, δпр) 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-переотложенном виде является инверсия его величины. Разрыхленный неуплотненный грунт практически не набухает.** Буду­**чи уплотнен проходом строительной техники (R ~= 0,3 МПа) грунты приобретают способность к набуханию (εSW = 0,04...0,06). В переуплотненном состоянии, соответствующем укатке специальными**

-92-

катками (R ~= 2 МПа), грунты способности к набуханию **на прояв­**ляют.

Полученные по экспериментальным данным трендповерхмости ва- висимости показателей свойств пород Xj от влажности W и ве­личины предварительной уплотняющей погрузки R, иллюстрируемых трехкоординатными графиками вида Xj - W - R , позволяют для **каж­**дой произвольной комбинации исходных значений W и R вычис­лить (или снять с графика) прогнозное среднее (нормативное) зна­чение показателя XjН. Дисперсия частных экспериментальных **зна­**чений 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 значение XjР показателей по формуле типа (ГОСТ 20522-75).

XjР = XjН ± tα·σXj /·(Nj)1/2

где tα – критерий Стьюдента; σXj - стандартное отклонение показателя j-го свойства; N- объем выборки по j -му свойству (при расчете сдвиговых показателей делитель (Nj)1/2 ис­ключается).

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

5 безморозный период года происходит изменение влажностного режима поверхностных грунтов, с которым 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 грунтовом основа­нии аэродромных сооружений может развиваться комплекс инженерно­геологических процессов, включающий набухание, проседание, сни­жение прочности и, как результат, уплотнение или сдвиг и выдавли-

-93-

вание из под края плит. Грунты могут быть подвержены процессам преимущественно в техногенно-переотложенном состоянии.

По величине показателя набухания εSW грунты площадки аэродрома в большинстве своем относятся к ненабухающим (εSW < 0,04), однако при определенных условиях могут оказать­ся слабонабухающими (0,04 < εSW < 0,08). В песках это мо­жет проявиться в диапазоне пористостей n = 76...81% (коэф­фициент пористости е = 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 е = 0,97...1,03; в укатанных строительной техникой - при е = 0,80...1,03; в уплотненных специальной техникой - при е >0,8.

Просадочные явления (осадки при замачивании) могут разви­ваться в рассматриваемых грунтах только, если они находятся в техногенно-переотложенном недоуплотненном состоянии. В супеси просадка может произойти, если ее переотложение, планировка и укатка производились при влажности менее 0,28, т.е. в твердом состоянии. Замачивание приводит к разрушению прочных комков пе­ресыпанного грунта. Величина просадки δпр = 0,14...О,18. В переотложенном пылеватом песке развитие этого процесса менее вероятно. Определенную опасность представляют участки, где при планировке влажность была минимальна ( W <0,83) и возможны осадки при замачивании порядка δпр = 0,03, а если замачивание сопровождается дополнительной пригрузкой, просадка может достиг­нуть δпр = 0,11.

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

**-94-**

**стей W = 0,65...0,80 сцепление стационарно, составляя C = 0,01...О,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°. 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 О,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 Е > II МПа, а пылеватый песок Е > 4 МПа. В переотложенном в процессе планировки поверхности состоянии модуль общей деформа­ции супеси снижается до Е = 2...8 МПа, а песка - до Е = 1...4 МПа.**

**Названные числовые характеристики показателей свойств пока­зывают, что в безморозный период наиболее опасны с точки зрения развития комплекса процессов техногенно-переотложенные грунты, причем в супеси возможно более активное проседание, а в пылева­том пепловом 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 льдовыделение, 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 покрытия:**

**-95-**

* **провести реконструкцию дренажной системы для обеспечения отвода ливневых вод и дренажа грунтовых вод, особенно в предзим­ий 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 пеплового состава, предусмотреть подсыпку из непучинистого грунта мощностью, больше расчетной величины се­зонного промерзания, т.е. 1,3...1,5 м.**

**-113-**

**УДК 504.5.05.001.57;624.131.4:624.131.21/.22**

**Дроздов Д.С., Шешин Ю.Б., Васильев В.П. Моделирование усло­вий техногенных изменений свойств приповерхностных песчано-гли­нистых пород межгорных впадин о.Итуруп // Геоэкологические исследования при инженерно-геологических съемках: Сб.науч.тр. / ВСЕГИНГЕО. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1991. – с.84-95.**

**Описано поведение грунтового основания\*аэродрома на о.Иту­руп, которое моделировалось лабораторным путем в широком спектр возможных физических состояний.**

**Даны рекомендации по предотвращению негативных процессов (пучения, набухания, осадок), которые могут возникать в связи ct слабой тренированностью территории и гидрофильностью грунтов.**

**Табл.1.**