

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ГРУНТА ЛЕСНЫХ ДОРОГ**

*Бургонутдинов А. М.,  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет,  
профессор кафедры Автомобильные дороги и мосты, д.т.н.*

*Клевеко В. И.,  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет,  
доцент кафедры Строительное производство и геотехника, к.т.н.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ГРУНТА ЛЕСНЫХ ДОРОГ**

*Аннотация: Большая часть территории Пермского края расположена на основаниях из глинистых грунтов, которые, зачастую, имеют высокую естественную влажность и подвержены сезонному промерзанию до глубины 2,1 м, что усложняет процесс проектирования и строительства зданий. В таких инженерно-геологических условиях возникает необходимость проведения дополнительных мероприятий по улучшению и поддержанию на достаточном уровне физико-механических свойств грунтовых оснований.*

*Подготовка и выполнение опытов осуществляется на основе материально-технической базы экспертной лаборатории кафедры «Строительное производство и геотехника» Пермского национального исследовательского политехнического университета.*

*Ключевые слова: прочностные характеристики грунта, тугопластичная глина, лесные дороги.*

*Burgonutdinov A. M.,  
Perm national research polytechnic university,  
Professor of the Department of Highways and Bridges,  
Doctor of Technical Sciences*

*Kleveko V. I.,  
Perm national research polytechnic university,  
Associate Professor of the Department  
of Construction Production and Geotechnics,  
Candidate of Technical Sciences*

*Аннотация: Большая часть территории Пермского края расположена на основаниях из глинистых грунтов, которые, зачастую, имеют высокую естественную влажность и подвержены сезонному промерзанию до глубины 2,1 м, что усложняет процесс проектирования и строительства зданий. В таких инженерно-геологических условиях возникает необходимость проведения дополнительных мероприятий по улучшению и поддержанию на достаточном уровне физико-механических свойств грунтовых оснований.*

*Подготовка и выполнение опытов осуществляется на основе материально-технической базы экспертной лаборатории кафедры «Строительное производство и геотехника» Пермского национального исследовательского политехнического университета.*

*Ключевые слова: прочностные характеристики грунта, тугопластичная глина, лесные дороги.*

## **STRENGTH CHARACTERISTICS STUDY GROUND FOREST ROADS**

Перед тем, как приступить к подготовке первой серии экспериментов нами был выполнен пробный эксперимент.

Для выполнения пробного эксперимента была использована глина полутвердая без армирующего элемента. Образец грунта изготовлялся на приборе стандартного уплотнения по следующей схеме – образец условно делился на три части и при добавлении каждой трети уплотнялся сорока ударами с высоты 30 см.

После уплотнения образец был извлечён из формы и помещен в резиновую оболочку прибора трехосного сжатия, с установкой бумажных и каменных фильтров, штампов. Далее была собрана камера прибора трехосного сжатия и выполнено нагружение образца по неконсолидированно-недренированной схеме испытания при значении всестороннего давления – 50 кПа.

Пробный эксперимент позволил скорректировать некоторые этапы планируемых испытаний и выявил основные ошибки. Так, было более тщательно подобрано значение показателя текучести для глинистой пасты. Уплотнение образца было решено проводить в четыре этапа. Более детально была проработана технология извлечения образца из формы для прибора стандартного уплотнения.

После обработки результатов пробного испытания были выполнены три серии экспериментов.

Образцы были изготовлены из глины тугопластичной с показателем текучести  $I_L = 0,4$ . Для обеспечения равномерной плотности во всем объеме, образцы подвергались ручному уплотнению при помощи формы для прибора стандартного уплотнения (Рис.1). Образец условно делился на 4 части по высоте, каждая часть уплотнялась 40 ударами, высота падения груза составляла 30 см. После уплотнения производилось контрольное взвешивание образца, затем рассчитывалась получившаяся плотность грунта. В среднем плотность глинистого грунта сформированного образца составила  $1,85 \text{ г/см}^3$ .



Рисунок 1 – Форма для прибора стандартного уплотнения с глинистым образцом

Готовый образец помещался в резиновую оболочку и устанавливался в камеру трехосного сжатия типа А, в которой всесторонне давление создается сжатым воздухом. Далее по неконсолидированно-недренированной схеме проводилось нагружение образца вертикальной нагрузкой при бытовом давлении в камере 50 кПа, 75 кПа, 100 кПа. Для получения корректных результатов, при каждом из значений бытового давления испытывалось не менее трех образцов.

Критерием для окончания испытаний являлось достижение образцом 15-процентной относительной деформации.

Изготовление и испытание образцов, армированных горизонтальным слоем геотекстиля, выполнялось аналогичным методом. Горизонтальное армирование располагалось на одной второй (один слой геосинтетика) и на одной четвертой (три слоя геосинтетика) от общей высоты образца.

По окончании каждого испытания автоматизированная система АСИС-6 предоставляет протокол испытания, в котором по времени расписан весь процесс. Протокол представляет собой таблицу, которая содержит столбцы с данными: время от начала испытания; действие (начало, этап загрузки, ожидание, разгрузка); девиатор, кПа / кгс / МПа; давление в камере, кПа /

МПа; давление поровой жидкости верхнего штампа, кПа / МПа; давление поровой жидкости нижнего штампа, кПа / МПа; вертикальная деформация, мм; объем вытесненной жидкости из камеры по датчику разности давлений, мм<sup>3</sup>/ см<sup>3</sup>; относительная вертикальная деформация; объем внедренного штампа, мм<sup>3</sup>/ см<sup>3</sup>; площадь сечения образца, мм<sup>2</sup>; объем образца, мм<sup>3</sup>; траектория нагружения; объемная деформация образца, см<sup>3</sup>.

Результаты всех выполненных испытаний на приборе трехосного сжатия представлены в табличном виде (таблица 1).

Кроме того, был испытан составной образец, верхняя часть которого (1/2) - уплотнённый мелкий песок, нижняя (1/2) – глина тугопластичная, на границе между разными типами грунтов был расположен разделяющий слой тканного геотекстиля Геоспан ТН 50. Испытание проводилось при давлении в камере 100 кПа.

Всего, учитывая трехкратное повторение каждого сочетания, было выполнено 27 экспериментов с образцами из глины и 1 эксперимент с составным образцом.

Эксперимент заключается в проведении трехосных испытаний армированных и неармированных образцов из глины и составного образца. Исходным материалом для изготовления образцов использовалась глина тугопластичная с показателем текучести 0,4. В качестве материала армирования принят тканый геотекстиль Геоспан ТН 50.

Таблица 1 – Результаты всех выполненных экспериментов

№ п/п	Кол-во повтор.	Тип грунта	Геотекстиль	Давление в камере, кПа	Максимальная вертикальная нагрузка, кПа
1	3	глина	–	50	70,6
2	3	глина	–	75	95
3	3	глина	–	100	120,7
4	3	глина	один слой	50	71,7
5	3	глина	один слой	75	95,8
6	3	глина	один слой	100	122

7	3	глина	три слоя	50	77
8	3	глина	три слоя	75	102,3
9	3	глина	три слоя	100	127
10	1	песок-глина	один слой	100	128,1

Испытания на приборе трёхосного сжатия для всех образцов проводились по неконсолидированно-недренированной схеме при всесторонних давлениях 50 кПа, 75 кПа, 100 кПа. Завершение испытаний происходило при достижении образцом 15-процентной относительной деформации.

Результаты каждого испытания автоматизированная система АСИС-6 предоставляет в виде протокола испытания, в котором по времени расписан весь процесс. Далее путем первичной обработки полученных данных из протокола все выполненных испытания на приборе трехосного сжатия были представлены в табличном виде.

Всего было испытано 27 образцов из глины тугопластичной, с учетом трехкратного повторения каждого сочетания, и 1 составной образец, нижняя часть которого из глины тугопластичной, верхняя – из песка.

#### **Использованные источники:**

1. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – Введ. 2012-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 162 с.
2. Комаров Д. А., Клевеко В. И. Сравнение способов возведения насыпей на слабых основаниях. // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам VIII науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых с междунар. участием): в 2 т. / отв. ред. П. А. Белкин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, – 2015. –Том 2. – С. 65-69.
3. Прибор для исследования свойств грунтов в условиях трехосного сжатия: пат. №700838 СССР / З. Г. Тер-Мартиросян, Д. М. Ахпателов, Ю. С.

Григорьев, В. А. Тищенко. №2629174/29-33; заявл. 06.09.1975; опубл. 30.11.1979. Бюл. № 44.