

Вишняков Н.Н.; Кремнев А.П., канд. техн. наук, доц.  
(ПГУ, г. Новополоцк)

## АНИЗОТРОПИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГЛИН ОЗЕРНО-ЛЕДНИКОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Вопрос совершенствования методов и повышения точности теоретических расчетов оснований и фундаментов зданий и сооружений всегда был одной из важнейших задач механики грунтов. Именно в плоскости совершенствования методов расчета и лежит резерв повышения надежности проектируемых сооружений и уменьшения расходов на возведение фундаментов и земляных сооружений.

С другой стороны, совершенствование методов расчета без совершенствования методов определения физико-механических характеристик грунтов с учетом их фундаментальных свойств теряет всякий смысл. К таким фундаментальным свойствам грунтовой среды в первую очередь относятся дилатансию и анизотропию [1].

Еще Н. А. Цыгович предполагал, что анизотропией должны обладать грунты с ярко выраженной слоистой текстурой. Определенный всплеск исследований по данному вопросу отмечался в середине прошлого столетия. Многие исследователи стали выделять деформационную, фильтрационную и прочностную анизотропию, а также анизотропию некоторых специфических свойств: набухание, теплопроводность, скорость распространения волн и т.д. Как правило, авторами исследовался какой-либо один вид анизотропии. Наиболее широко исследовалась деформационная и фильтрационная анизотропия. Имеются также работы, посвященные анизотропии прочностных свойств грунтов [2], которые свидетельствуют, что анизотропией обладает большинство грунтовых отложений, и поэтому анизотропия в грунтах скорее правило, чем исключение.

В данной работе приводятся результаты исследования анизотропии прочностных свойств ленточных глин озерно-ледникового происхождения, широко распространенных на севере Беларуси. Исследуемые грунты обладают выраженной анизотропией, обусловленной условиями их формирования. Эти образования относятся к периоду поозерского ледника. Они формировались в приледниковых озерах, являющихся аккумуляторами тонкообломочного материала [3].

Анизотропия рассматриваемых отложений обуславливается, в-первых, слоистой текстурой грунтов, связанной с сезонным поступлением

обломочного материала и, во-вторых, преобладающей ориентацией частиц грунта, которые, как показывают исследования [3], располагаются большей осью параллельно горизонту.

Таким образом, озерно-ледниковые отложения и в особенности ленточные глины в большинстве своем имеют плоскость (направление) слоистости, обусловленную условиями формирования данных грунтов. То есть данные грунты можно рассматривать как трансверсально-изотропную среду, в которой прочностные характеристики грунтов будут различаться в зависимости от угла наклона плоскости слоистости к плоскости сдвига.

В этом случае определение прочностных характеристик может быть ограничено испытаниями грунта в двух взаимно перпендикулярных направлениях – параллельно и перпендикулярно плоскости слоистости.

Определение удельного сцепления и угла внутреннего трения проводилось методом одноплоскостного среза и в стабилометре по схеме одноосного сжатия при различной ориентации плоскости сдвига и направлении слоистости. Все испытания, отбор проб и обработка результатов были выполнены в соответствии с действующими нормативными документами.

Отбор образцов для испытания на одноплоскостной срез проводилось в кольца диаметром 70 мм и высотой 35 мм либо на месте из залегания, либо из монолитов, привезенных в лабораторию. Образцы отбирались в двух взаимно перпендикулярных направлениях, то есть вдоль и поперек плоскости слоистости. Затем образцы подвергались предварительному уплотнению в компрессионном приборе с нормальными напряжениями 01, 0.2, 0.3 МПа. После наступления стабилизации образцы испытывались в сдвиговом приборе по консолидированно-дренированной схеме.

Отбор образцов для одноосного сжатия проводился по такой же схеме, как и для одноплоскостного среза, то есть параллельно и перпендикулярно плоскости слоистости. Размер образцов составлял 38 мм – диаметр, 76 мм – высота. При испытании фиксировалась разрушающая вертикальная нагрузка, также проводилось фотографирование образцов после испытания. За разрушение образцов принималось либо моментальный сдвиг одной части образца относительно другой, либо достижение общей относительной деформации образца 0.15.

На одноосное сжатие было испытано 24 образца – 12 при горизонтальном расположении плоскости изотропии (слоистости) и 12 при расположении плоскости изотропии перпендикулярно горизонту.

Графики, построенные по результатам испытаний на срез по фиксированной плоскости, показаны на рисунке 1. Общий вид образцов после испытаний представлен на рисунке 2.

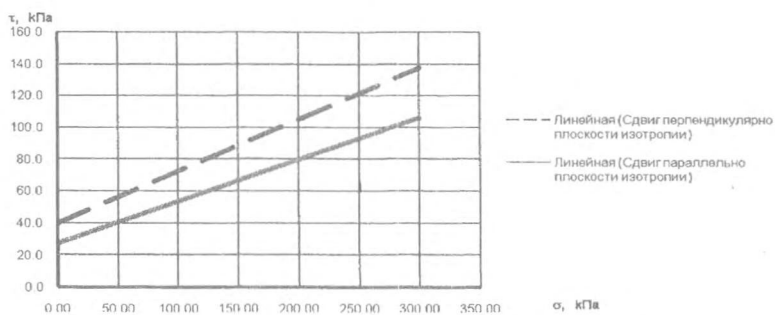


Рис. 1. Определяющие зависимости при срезе по фиксированной плоскости

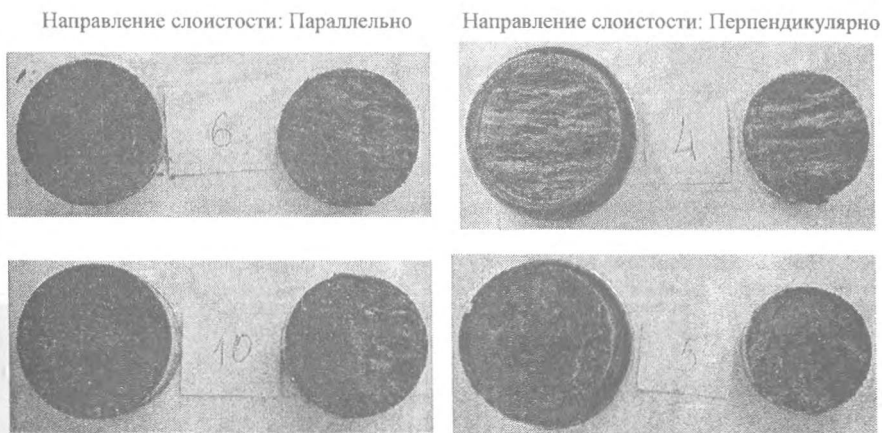


Рис. 2. Образцы ленточной глины после испытания на одноплоскостной срез

После обработки полученных данных методом наименьших квадратов были получены следующие значения прочностных характеристик:

- при сдвиге параллельно плоскости слоистости угол внутреннего трения  $\varphi = 14.7^\circ$ ,  $c = 27.5$  кПа;
- при сдвиге перпендикулярно плоскости слоистости угол внутреннего трения  $\varphi = 18^\circ$ ,  $c = 40$  кПа.

Таким образом, при срезе параллельно плоскости изотропии удельное сцепление на 31 %, а угол внутреннего трения на 18 % меньше, чем при срезе перпендикулярно плоскости изотропии.

Наиболее характерные зависимости, полученные в ходе испытания грунта на одноосное сжатие, приведены на рисунке 3. Вид образцов после испытаний представлен на рисунке 4.

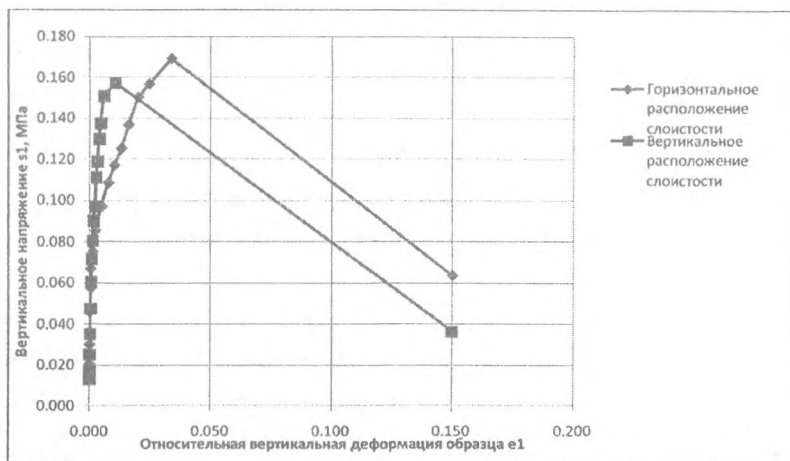


Рис. 3. Характерные графики, полученные при испытании глин на одноосное сжатие

Направление слоистости:  
перпендикулярно оси нагрузки

Направление слоистости:  
параллельно оси нагрузки

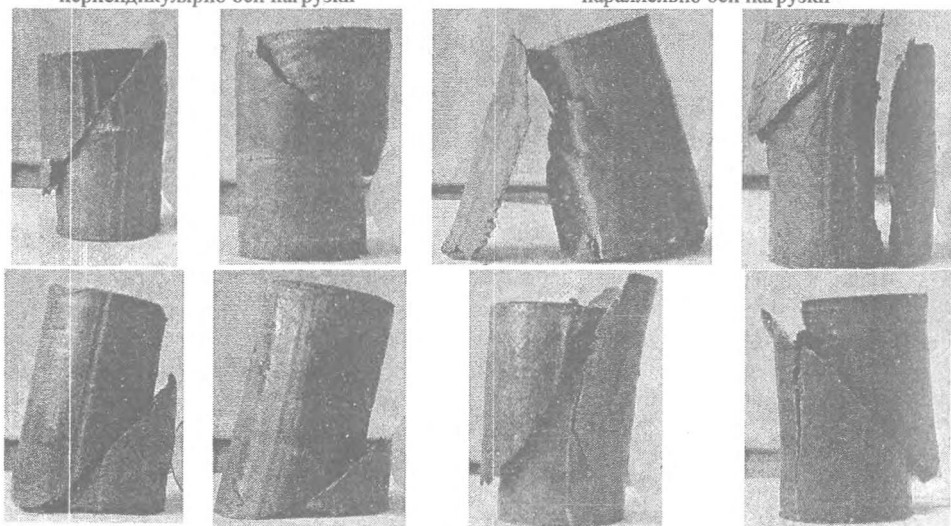


Рис. 4. Характерные образцы ленточной глины после испытания на одноосное сжатие

Проанализировав результаты испытаний на одноосное сжатие, можно сделать **вывод**, что при ориентации плоскости слоистости перпендикулярно оси действия сжимающей нагрузки предел прочности на сжатие на 11 % больше, чем при параллельной ориентации.

Разрушение образцов в первом случае происходило по классической схеме разрушения изотропных материалов. Во втором случае наблюдалось расслаивание образца по более слабым песчаным прослойкам.

Полученные в ходе исследований данные свидетельствуют: прочностные характеристики ленточных глин в значительной степени зависят от ориентации плоскости сдвига по отношению к плоскости изотропии, что необходимо учитывать при разработке методики расчета оснований и фундаментов и особенно фундаментов распорных сооружений, а также при расчете устойчивости откосов.

### Литература

1. Соболевский, Д.Ю. Прочность и несущая способность дилатирующего грунта / Д.Ю. Соболевский. – Минск: Навука і тэхніка, 1994. – 232 с.
2. Бугров, А.К. Анизотропные грунты и основания сооружений / А.К. Бугров, А.И. Голубев. – СПб.: Недра, 1993. – 245 с.
3. Павловская, И.Э. Полоцкий ледниково-озерный бассейн: строение, рельеф, история развития. – Минск: Навука і тэхніка, 1994. – 128 с.

УДК 624.138+624.154

**Сеськов В.Е.**, канд. техн. наук, доц.;  
**Кравцов В.Н.**, канд. техн. наук; **Якуненко С.А.**  
(Институт «БелНИИС», г. Минск)

### **НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ, ВЕРТИКАЛЬНО АРМИРОВАННЫХ ГРУНТОБЕТОННЫМИ МИКРОСВЯЯМИ В ПРОБИТЫХ СКВАЖИНАХ**

Применяемые в настоящее время виброударные технологии упрочнения грунтов (укатка, трамбовка) при строительстве на территориях со сложными инженерно-геологическими условиями отличаются ограниченной областью применения, повышенной затратностью, трудоемкостью и, как правило, не отвечают критерию экономической эффективности.

Учитывая это, в РУП «Институт БелНИИС» предложен способ упрочнения оснований плитных фундаментов методом вертикального армирования грунта мелкозаглубленными сваями уплотнения: забивными ма-