

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Ф. П. САВАРЕНСКИЙ и Н. В. КОЛОМЕНСКИЙ

**ТРЕНИЕ И СЦЕПЛЕНИЕ СВЯЗНЫХ ПОРОД**

(Представлено академиком А. Д. Архангельским 11 XI 1938)

Существующие способы определения величин трения и сцепления для связных грунтов нельзя считать правильными, поскольку в них не учитывается переменная величина внутренних сил. В силу этого приемы и формулы для расчета устойчивости естественных и искусственных откосов, подпорных стенок и т. п., как бы они ни были логичны сами по себе, не могут дать удовлетворительных результатов, поскольку вводимые в них величины трения и сцепления порочны. А потому до сих пор в подобных расчетах приходится руководствоваться в значительной мере опытом и интуицией или произвольными запасами прочности, что удорожает строительство и не гарантирует сооружения от деформаций.

Исходя из закона Кулона для сыпучих тел, в пределах обычных нагрузок надо допускать прямую зависимость между величиной срезающего усилия и нормальной нагрузкой. Для связных же грунтов без жесткой связи между зернами, какими являются глины, усилия среза слагаются из усилий преодоления трения и преодоления внутренних сил сцепления, величина которых зависит от влажности или степени уплотнения грунта, а не является постоянной, как и до сих пор еще принимается в различных руководствах и справочниках.

Работы, проведенные Сектором инженерной геологии Института геологических наук Академии Наук СССР, позволяют сделать следующие выводы.

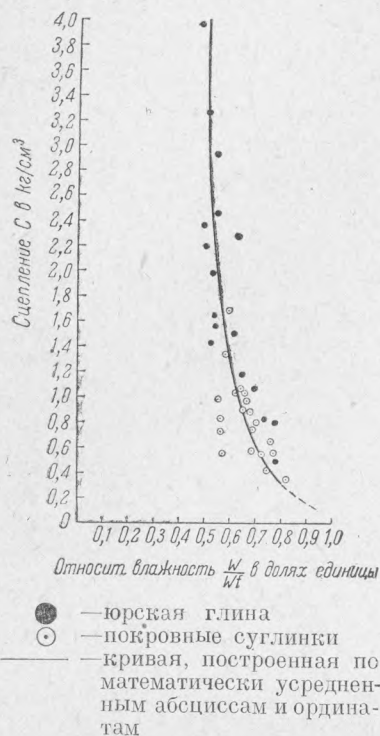
а) Механизм явления трения и сцепления у связных грунтов один и тот же и заключается в скалывании водных пленок, облегающих частицы грунта, как при приложении внешней вертикальной нагрузки, так и без нее.

Экспериментальные работы и теоретические представления, базирующиеся на так называемой пленочной теории, заставляют нас полагать, что трение и сцепление подчиняются иным закономерностям, чем принятым в настоящее время.

б) Величина реального сцепления находится в зависимости от относительной влажности и структурной сохранности грунта. За относительную влажность принимается отношение влажности, которую грунт имел при срезе, к верхнему пределу пластичности (по Аттербергу) данного грунта.

Зависимость между сцеплением и относительной влажностью грунта по данным 66 определений для разных глинистых грунтов удовлетворяет с известным приближением уравнению кубической параболы (фиг. 1).

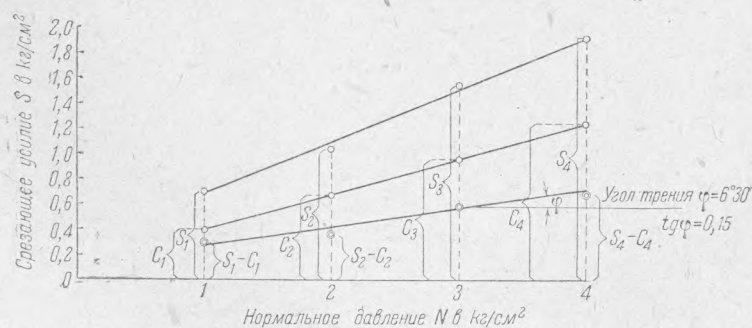
Приведенная на фиг. 1 кривая в пределах исследованных влажностей стремится пересечь ось абсцисс в точке, соответствующей единице относительной влажности. Это соответствует теоретическим представлениям о работе



Фиг. 1.

под теми же нагрузками, но со снятием их перед срезом. Разность между двумя сдвигающими усилиями, отнесенная к вертикальной нагрузке, соответствует коэффициенту трения, а сдвигающее усилие без действия вертикальной нагрузки соответствует сцеплению грунта (фиг. 2).

Образец № 12 (юрская глина). Коэффициент трения  $f = \frac{S_n - C_n}{N_n}$ . Сцепление —  $C_n$ .



Фиг. 2.—График сдвига по Саваренскому (грунтовая масса).

Таким образом в пределах небольших удельных вертикальных нагрузок (от 1 до 6 кг/см<sup>2</sup>) коэффициент трения может быть принят постоянным, а сцепление — увеличивающимся пропорционально внешней вертикальной нагрузке.

Коэффициент трения  $f$  определяется по формуле:

$$f = \frac{S_n - C_n}{N_n},$$

где  $S_n$  — сдвигающее усилие при нагрузке  $N_n$ ,  $C_n$  — сдвигающее усилие без нагрузки, т. е. величина сцепления, соответствующая данной уплотняющей нагрузке,  $N_n$  — вертикальная нагрузка.

Кроме того было установлено влияние повторности срезов на величины трения и сцепления связных грунтов. При повторных срезах имеют место два фактора, действующих в одном направлении:

а) «привычка» грунта к срезу, образование борозд-штрихов и переориентировка частиц на поверхности среза;

б) уменьшение сдвигающих усилий за счет упругой деформации пленки в процессе разгрузки образца.

Установленные факторы могут служить для объяснения явлений, происходящих при подвижках земляных масс пришедших в движение оползней.

Дальнейшее изучение трения и сцепления грунтов должно осуществляться по пути изучения состояния жидкой и твердой фаз грунта и их поведения при сдвиге в зависимости от различных факторов, среди которых очевидно не последнюю роль играют структура пород и физико-химические явления, и по пути изучения природных откосов для различных генетических типов горных пород с целью выяснения применимости теоретических данных к оценке их устойчивости.

Сектор инженерной геологии  
Института геологических наук  
Академия Наук СССР.

Поступило  
13 XI 1938.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Труды Геологического института Академии Наук, IX (1938).