

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК САРМАТСКИХ ГЛИН МОЛДОВЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ

Владимир ПОЛКАНОВ¹, Конференцир университет, polkanov-mda@mail.ru

Олег ЧЕБАН¹, Лектор университет, troianx73@live.com

Наталья ФУНИЕРУ¹, Старший преподаватель, natalia.funieru@gmail.com

¹ Технический Университет Молдовы

Abstract: The article presents the results of the study of rheological characteristics of the Sarmatian clays of Moldova. The values of the creep threshold were determined; the main factors, which affect its value, were identified: the experimental dependences of the creep threshold on vertical pressure and consistency were obtained. The calculating values of strength characteristics of soils were settled to assess the long-term stability of slopes and to carry out rheological analysis with the aim of assessing the possible development of creep deformations.

Keywords: Sarmatian clays, creep threshold, stability of slopes.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с основными положениями физико-технической теории ползучести проф. Н.Н. Маслова [1] для оценки длительной устойчивости склонов должен быть проведён реологический анализ природной обстановки.

Первым шагом такого анализа является определение величины угла внутреннего трения (ϕ_w), связности обратимого характера (Σ_w), связей структурного сцепления (C_c), жестких связей связности ($\Sigma_{wж}$) и "порога ползучести" (τ_{lim}).

Во многих случаях, в том числе применительно к изучаемым оползневым явлениям в неогеновых глинах Молдовы, местная обстановка лишает нас возможности прямого использования для грунтов естественной структуры теоретического выражения определения величины "порога ползучести":

$$\tau_{lim} = \sigma_n \operatorname{tg} \phi_w + C_c, \quad (1)$$

где – σ_n нормальное давление, *кПа*.

Связывается это обстоятельство с нераскрытой особенностью природы жесткого структурного сцепления (C_c), поэтому несмотря на наличие теоретических исследований "порога ползучести" этот вопрос не может считаться решенным полностью до настоящего времени.

Подчеркнём, что при проведении реологического анализа правильное определение "порога ползучести" имеет первостепенное значение.

В этих условиях, когда нет возможности полностью доверять теоретическим схемам, возникает необходимость установления расчетной величины "порога ползучести" экспериментальным путём.

Ранее проведёнными при участии авторов исследованиями на оползневых склонах были выделены две характерные толщи [3,4]. Поэтому настоящие исследования по определению "порога ползучести" были проведены для:

- 1) неогеновых глин коренной толщи с ненарушенной структурой;
- 2) неогеновых глин покровного, смещавшегося в прошлом, массива естественной структуры.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Экспериментальное определение значений "порога ползучести", для выделенных разновидностей глин, проводилось в лабораторных условиях, по методу "с постоянной скоростью" [2].

Испытаниям были подвергнуты образцы грунта, имеющие близкие (для выделенных разновидностей) значения по влажности и числу пластичности. Опыты проводились при вертикальных нагрузках $p_v = 100 \dots 500 \text{ kPa}$, на сдвиговых приборах системы Маслова-Лурье (рис. 1). Испытаниям подвергались образцы высотой $h = 5 \text{ см}$, с щелью между обоймами $d = 1,0 \text{ см}$. Для сохранения постоянной влажности грунта образец покрывался тонкой резиновой оболочкой; в целях защиты от раздавливания, на него дополнительно надевались тонкие металлические кольца. На верхнее кольцо устанавливался индикатор часового типа, позволяющий вести наблюдения за деформацией (λ) образца под воздействием сдвигающего усилия (τ). Вертикальное давление на образец передается в приборах непосредственно через раму, жестко прикрепленную к верхней каретке, что позволяет избежать перекоса образца при больших деформациях. Затухание пластических деформаций после приложения вертикальной нагрузки, также фиксировалось с помощью индикатора.

С целью выявления влияния естественных зон ослабления, возникших в результате нарушения структурного сцепления, на прочность исследуемых грунтов, величину "порога ползучести" и установления расчетных значений прочностных характеристик в зоне оползневого смещения также были проведены испытания на одноосное сжатие (рис. 2). Прочность грунтов определялась посредством раздавливания образцов на прессе. Образцы были подготовлены в виде цилиндров высотой $h = 20 \text{ см}$, диаметром $d = 10,8 \text{ см}$.

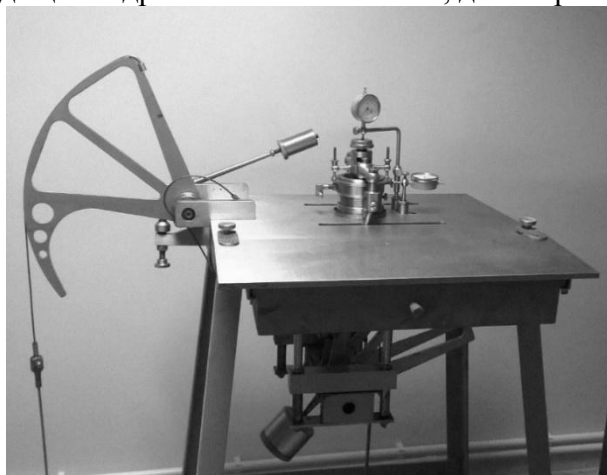


Рис. 1. Экспериментальное определение "порога ползучести" в сдвиговом приборе. Фото О. Чебана



Рис. 2. Испытание образца на одноосное сжатие. Фото О.Чебана

Деформация испытуемого образца контролировалась при помощи динамометра ДОСМ-3-1. Для обработки результатов был построен график тарировки в виде функции нагрузки на платформе и показания мессуры.

Максимальное сдвигающее напряжение (τ_{\max}) находилось из выражения $\tau_{\max} = \frac{P}{2}$;

При отсутствии в породе сил внутреннего трения предел прочности на скалывание определяется силами жестких структурных связей, т.е.

$$C_c = S = \tau_{\max} \quad (2)$$

Если силы внутреннего трения находят свое проявление, то

$$C_c = \frac{1}{2} P_{\text{разд}} \cdot \text{tg}(45 - \frac{\varphi}{2}) \quad (3)$$

Исходя из этих теоретических предпосылок были получены значения сцепления и угла внутреннего трения для испытанных образцов.

Исследования выполнялись на образцах естественного сложения при природном значении влажности, после дополнительного увлажнения в ящиках с мокрым песком, а также на искусственно подготовленных в уплотнителе образцах с нарушенной структурой.

Образцы с нарушенной структурой изготавливались в условиях длительного статического уплотнения под разным давлением. Длительность выдерживания уплотняющего давления устанавливалась по завершению процесса консолидации при заданной нагрузке, что фиксировалось по показаниям индикатора. Это позволило приготовить образцы с заданной плотностью – влажностью. Подготовленные таким образом образцы испытывались в условиях медленного сдвига с "постоянной скоростью" $v=4,2 \cdot 10^{-5}$ см/с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. ДИСКУССИЯ

Определение порога ползучести неогеновых глин коренной толщи

Для глин коренной толщи, было произведено 23 испытания при заданной величине скорости деформирования: 12 – на образцах нарушенной структуры (пасты) и 11 на образцах естественной структуры.

На основе результатов опытов по определению "порога ползучести" методом "с постоянной скоростью" при $v=a \cdot 10^{-5} \dots a \cdot 10^{-8}$ см/с, изучалось влияние на "порога ползучести" вертикального давления и консистенции грунта.

Зависимость "порога ползучести" от консистенции удалось получить только для образцов с нарушенной структурой (рис. 3) и монолитных зеленовато-серых глин без зеркал скольжения (рис. 4).

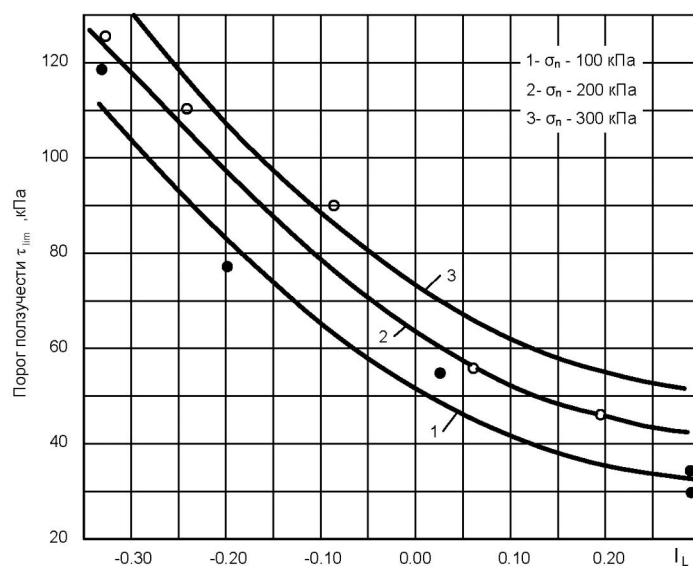


Рис. 3. Зависимость "порога ползучести" от консистенции. Опыты "с постоянной скоростью" $v=4,2 \cdot 10^{-5}$ см/с. Образцы с нарушенной структурой $I_p = 18,0$.

Определение "порога ползучести" неогеновых глин покровного массива.

Порядок определения "порога ползучести" в данном случае остался аналогичным описанному выше для коренных пород.

Метод "с постоянной скоростью" $v=8,3 \cdot 10^{-8}$ см/с.

Испытаниям были подвергнуты образцы грунта твердой консистенции, в диапазоне влажности $w = 0,256 \dots 0,315$ и числа пластичности $I_p = 38,3 \dots 40,3$, при средних значениях соответственно равных $w = 0,284$; $I_p = 39$; $I_L = 0,04$.

В результате проведенных исследований величина "порога ползучести" неогеновых глин покровного массива может быть представлена в виде выражения:

$$\tau_{\text{lim on}} = \sigma_n \operatorname{tg} 12^\circ + 90 = 0,21\sigma_n + 90, \text{ кПа.} \quad (4)$$

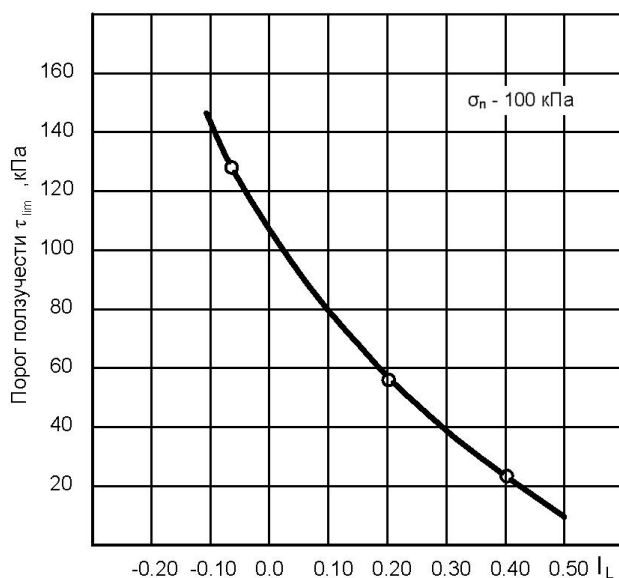


Рис. 4. Зависимость "порога ползучести" от консистенции. Опыты "с постоянной скоростью" $v=5,8 \cdot 10^{-8}$ см/с. Глины зеленовато-серые, монолитные, без зеркал скольжения.

Зависимость "порога ползучести" от консистенции для глин покровного массива в естественном состоянии получить не удалось, так как основным влияющим фактором является не консистенция, а наличие зеркал скольжения и поверхностей ослабления.

ВЫВОДЫ

1. Сарматские глины, слагающие оползневую толщу, характеризуются достаточно высокими значениями "порога ползучести", что исключает возможность нарушения структурной прочности этих пород. В то же время, прочность таких глин в массиве может быть снижена за счет наличия естественных зон ослабления и дополнительного увлажнения.

2. Получены экспериментальные зависимости "порога ползучести" от вертикального давления и консистенции, для глин без зеркал скольжения, позволяющие устанавливать расчетные показатели прочности и "порога ползучести", применительно к различному состоянию грунтов по "плотности-влажности". Полученные значения реологических характеристик послужили основой для проведения реологического анализа и расчетов устойчивости 5-ти оползневых склонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслов Н.Н. Физико-техническая теория ползучести глинистых грунтов в практике строительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 176с.

2. Полканов В.Н. Роль реологических процессов в развитии оползней на территории Молдовы. Монография / В.Н.Полканов; Техн. Ун-т Молдовы, Фак.кадастра, геодезии и строительства, Каф. Геодезии, кадастра и геотехники. – Кишинэу: ТУМ, 2013. – 176с.

3. Полканов В.Н., Чебан О.С., Поповский В.О. К вопросу строительства на оползнеопасной территории // Интеграция, партнёрство и инновации в строительной науке и образовании / М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. Гос. Ун-т. – Москва: МГСУ, 2012. – С.544–549.
4. Timofeyeva T.A., Polcanov V.N. On the long term stability of natural and cutting slopes in Moldova // TRONDHEIM; A.A.BALKEMA / ROTTERDAM / BROOKFIELD / 1996. – P.1387–1390.