

С. Р. МЕСЧЯН

ПРОГНОЗ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПО НАКЛОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ ГРУНТОВЫХ МАСС

В статье приведены результаты решения задач по определению скоростей движения слоя грунта по наклонной поверхности при линейной и нелинейной ползучести с тем же расчетом, как по времени, так и по глубине толщ.

Задачи о прогнозе скорости движения по склону оползневых масс (рис. 1) с привлечением аппарата реологии грунтов впервые рассмотрены Н. Н. Масловым [3,5] в 1952 г. Затем этот вопрос стал предметом исследования многих специалистов [1,2, 6—8].

Н. Н. Масловым указанные задачи решены для случаев сдвиговой деформации глинистого грунта с постоянной скоростью в соответствии с законами вязкого течения ньютоновской жидкости (1) и вязкопластического течения Бингама (2):

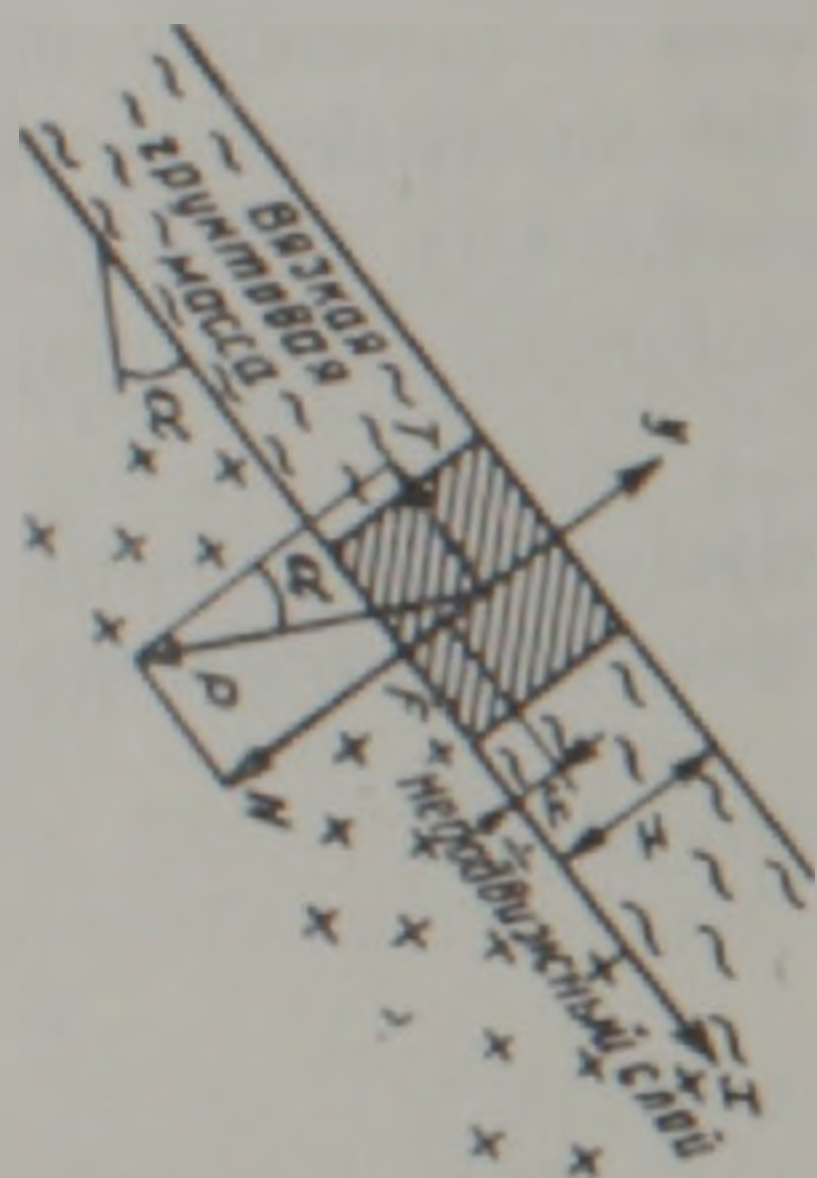


Рис. 1. Схема к решению задач о скорости движения слоя вязкой грунтовой массы, расположенного на наклонной поверхности

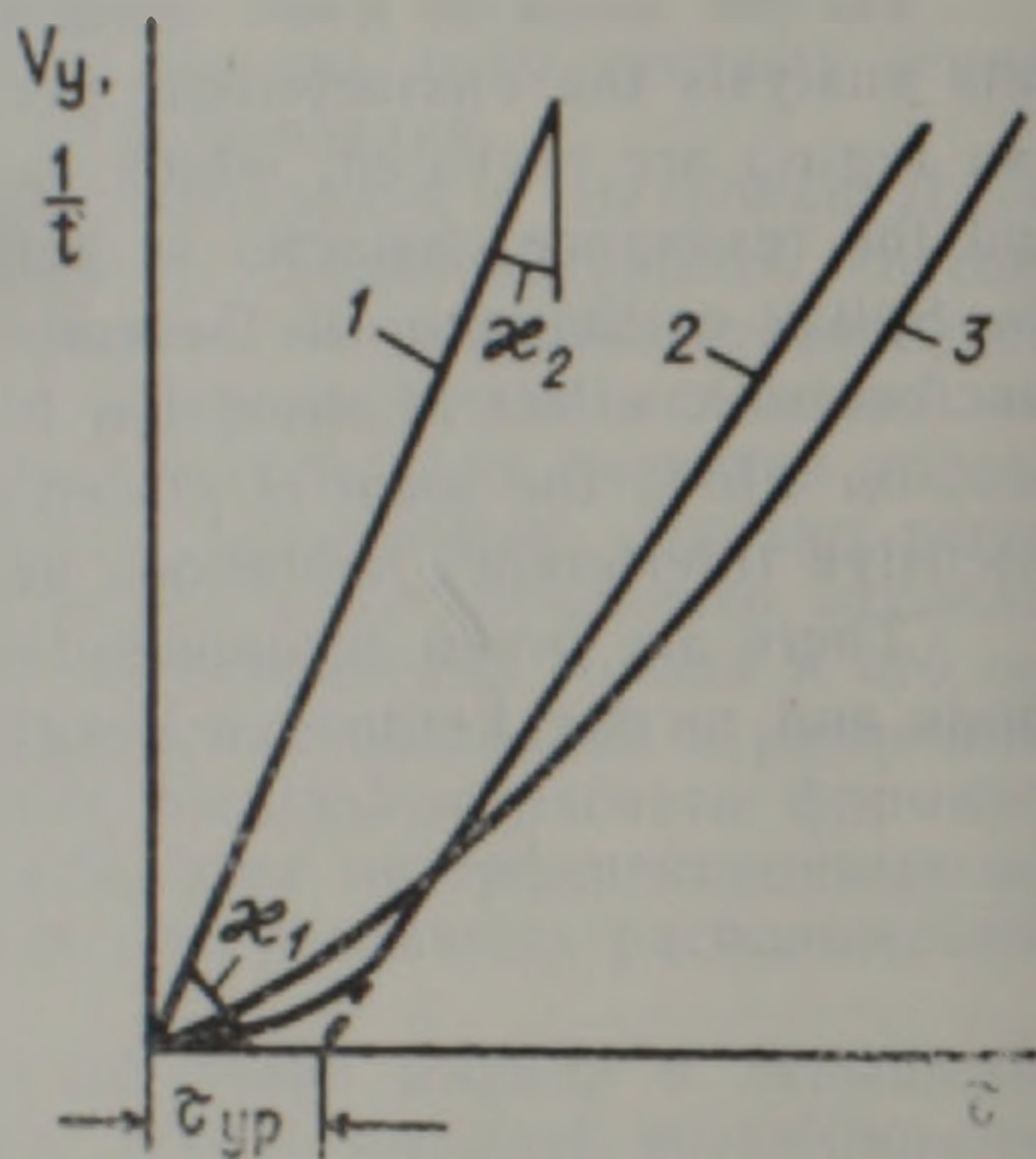


Рис. 2. Реологические кривые вязкой жидкости Ньютона (1), Бингама-Шведова (2) и тела, обладающего свойством нелинейной скорости деформирования (3)

$$\tau = \eta \frac{d\gamma_t}{dt} = \eta \frac{dv_v}{dy}, \quad (1)$$

$$\tau - \tau_{yp} = \eta \frac{dv_v}{dy}, \quad (2)$$

где τ — касательное напряжение; τ_{yp} — предельное напряжение сдвига; η — коэффициент вязкости ($\eta = \lg \alpha_1$) (рис. 2); γ_t — деформация сдвига; v_v — скорость течения; y — координата.

Учитывая, что касательное τ_y и нормальное σ_y напряжения, действующие в элементе грунта оползневой массы, соответственно равны,

$$\tau_y = \gamma(H-y)\sin\alpha; \quad \sigma_y = \gamma(H-y)\cos\alpha, \quad (3)$$

а

$$\tau_{yp} = \sigma_y \lg \varphi = +c_c = \gamma(H-y)\cos\alpha \cdot \lg \varphi + c_c. \quad (4)$$

Н. Н. Масловым из (2) получено следующее выражение для скорости течения грунтовой толщи по наклонной поверхности:

$$v_y = \frac{\gamma}{\eta} \left| Hy - \frac{y^2}{2} \right| \left| \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi_w \right| - \frac{c_c}{\eta} y, \quad (5)$$

из которого следует, что при $\tau_{yp} = 0$ ($\operatorname{tg} \varphi_w = 0$, $c_c = 0$):

$$v_y = \frac{\gamma}{\eta} \left| Hy - \frac{y^2}{2} \right| \sin \alpha. \quad (6)$$

В (4) φ_w — угол внутреннего трения грунта при влажности w ; c_c — структурное сцепление. φ_w и c_c определяют из опыта по разработанной Н. Н. Масловым методике. γ — удельный вес грунта.

В рассмотренной выше задаче Н. Н. Масловым учтено влияние собственного веса грунта на изменяемость предельного напряжения сдвига τ_{yp} . Очевидно, что этого недостаточно для учета изменяемости реологических свойств грунта по глубине грунтовой толщи под действием его собственного веса вообще.

Для решения этой задачи автором [5] выражения (1) и (2) соответственно представлены в следующем виде:

$$\frac{\tau}{\tau_f} = \eta_0 \frac{dv_y}{dy}, \quad (7)$$

$$\frac{\tau - \tau_{yp}}{\tau_f} = \eta_0 \frac{dv_y}{dy}, \quad (8)$$

где

$$\tau_f = \sigma_y \operatorname{tg} \varphi + c = f \sigma_y + c \quad (9)$$

сопротивление грунта сдвигу; η_0 — параметр, определяемый из опыта.

По аналогии с решением Н. Н. Маслова из (8), с учетом (3), получено следующее выражение для скорости течения слоя грунта по наклонной поверхности:

$$v_y = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\eta_0 \operatorname{tg} \varphi} \left[y + \left(\frac{\tau_{yp}}{\gamma \sin \alpha} + \frac{c}{\gamma \cos \alpha \cdot \sin \alpha} \right) \ln \frac{H - y + \frac{c}{\gamma \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}}{H + \frac{c}{\gamma \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}} \right], \quad (10)$$

из которого при $\tau_{yp} = 0$ следует:

$$v_y = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\eta_0 \operatorname{tg} \varphi} \left[y + \frac{c}{\gamma \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi} \ln \frac{H - y + \frac{c}{\gamma \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}}{H + \frac{c}{\gamma \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}} \right]. \quad (11)$$

Сопоставлением (6) с (11) установлено, что учет изменяемости реологических свойств грунта под действием собственного веса (по глубине толщи) приводит к существенному снижению расчетных скоростей деформирования слоя.

Рассмотренные выше задачи относились к случаю определения скорости течения по наклонной плоскости оползневой массы в некоторый фиксированный момент времени t . Очевидно, что поскольку деформация сдвиговой ползучести глинистого грунта в пределах $\dot{\epsilon} < \dot{\epsilon}_l$ протекает в двух стадиях — в стадиях затухающей ползучести и течения (с постоянной скоростью), то указанные задачи относятся к частному случаю оползневого процесса. Отметим также, что кривые меры ползучести при сдвиге $\dot{\epsilon}_l - t$ под действием единичного касательного

напряжения $\tau=1$ или единичного уровня касательного напряжения $\tau/\tau_f=1$ описываются как при раздельном рассмотрении указанных выше стадий деформирования по выражению

$$\omega_t = C_0(1 - e^{-\Delta_0 t}) + K \cdot t, \quad (12)$$

так и без такого разделения, например, степенной зависимостью

$$\omega_t = A \cdot t^m, \quad (13)$$

где C_0 , Δ_0 , K , A и m — параметры, e — основание натуральных логарифмов.

Для определения v_y при линейной сдвиговой ползучести с учетом ее изменяемости во времени соотношение (1) можно записать в следующем виде:

$$\frac{d\gamma_t}{dt} = \frac{dv_y}{dy} K(t) \cdot \tau, \quad (14)$$

где $K(t)$ — изменяемость скорости относительной деформации во времени при единичном касательном напряжении $\tau=1$.

$K(t)$ представляет собой обратную величину переменной во времени вязкости $\eta(t)$ и определяется из выражения:

$$K(t) = \frac{d\gamma_t}{dt} \tau = \frac{d\omega_t(t)}{dt}. \quad (15)$$

Из решения (14), с учетом (3), (12) и (15), для v_y получаем следующее выражение:

$$v_y = (C_2 e^{-\Delta_0 t} + C_3) \left(Hy - \frac{y^2}{2} \right), \quad (16)$$

где $C_2 = \gamma \cdot C_1 \cdot \sin \alpha$, $C_1 = C_0 \cdot \Delta_0$, $C_3 = \gamma \cdot \sin \alpha \cdot K_0$.

При использовании в качестве меры ползучести выражения (13), вместо (16) будем иметь:

$$v_y = \frac{A_1 \cdot \gamma}{t^{m_1}} \sin \alpha \left(Hy - \frac{y^2}{2} \right), \quad (17)$$

где $A_1 = Am$, $m_1 = m + 1$.

При необходимости определения v_x при линейной сдвиговой ползучести с учетом ее изменяемости во времени соотношение (7) записывается в следующем виде:

$$\frac{d\gamma_t}{dt} = \frac{dv_y}{dy} = K_0(t) \frac{\tau}{\tau_f}, \quad (18)$$

где $K_0(t) = \lg \dot{\gamma}_2(t)$ — переменная во времени относительная скорость сдвиговой ползучести грунта при единичном уровне касательного напряжений $\tau/\tau_f=1$.

Выражение (18), с учетом (3), записывается следующим образом:

$$dv_y = \frac{(H-y) \sin \alpha}{\gamma(H-y) \cos \alpha t + c} K_0(t) dy, \quad (19)$$

где, например, из (13) будем иметь

$$K_0(t) = \frac{d\omega_t}{dt} = A_1 \cdot t^{-m_1}. \quad (20)$$

Тогда вместо (19) будем иметь:

$$dv_y = \frac{\gamma(H-y) \cdot \sin \alpha}{\gamma(H-y) \cos \alpha \cdot f + c} A_1 \cdot t^{-m_1} dy. \quad (21)$$

Из решения (19), с учетом соответствующих граничных условий, получим следующее выражение для v_y :

$$v_y = \frac{A_1 g z}{f \cdot t^{m_1}} \left[y + \frac{c}{\gamma \cdot f \cdot \cos \alpha} \ln \frac{H-y + c/\gamma \cdot f \cdot \cos \alpha}{H + c/\gamma \cdot f \cdot \cos \alpha} \right] \quad (22)$$

Выражения (11) и (22) отличаются друг от друга тем, что в (22) коэффициент вязкости заменен выражением $K_0(t) = A_1/t^{m_1}$. Следовательно, если для аппроксимации кривой меры ползучести использовать соотношение (12), то в (22) вместо $K_0(t)$ следует записать

$$K_0(t) = C_1 e^{-\lambda_1 t} + K. \quad (23)$$

В наиболее общем случае зависимости $\tau = \tau(t)$ и $\tau = d\gamma_t/dt$ являются нелинейными (рис. 2). В связи с этим представляет большой интерес определение скорости деформирования грунтовой толщи по наклонной поверхности с учетом нелинейного деформирования грунта при сдвиге. Для решения этой задачи зависимость $\tau = d\gamma_t/dt$ можно записать в следующей форме:

$$\frac{d\gamma_t}{dt} = \frac{dv_y}{dy} = K(t) \cdot \tau^n, \quad (24)$$

где, как и ранее, $K(t)$ скорость деформации во времени t сдвиговой ползучести при единичном касательном напряжении $\tau = 1$ виллов (20) или (23).

Соотношение (24), с учетом (3) и (20), принимает вид

$$\frac{dv_y}{dy} = A_1 \cdot t^{-m_1} |\gamma(H-y) \sin \alpha|^n, \quad (25)$$

откуда

$$v_y = A_1 \cdot t^{-m_1} (\gamma \sin \alpha)^n \int (H-y)^n dy = A_2 \cdot t^{-m_1} [(H-y)^{n+1}] + C, \quad (26)$$

где

$$A_2 = \frac{A_1 (\gamma \sin \alpha)^n}{n+1}. \quad (27)$$

Постоянная интегрирования C определяется из условия $v_y = 0$ при $y=0$:

$$C = A_2 t^{-m_1} H^{n+1}, \quad (28)$$

тогда

$$v_y = A_2 \cdot t^{-m_1} [H^{n+1} - (H-y)^{n+1}]. \quad (29)$$

Нетрудно видеть, что выражение (6) является частным случаем соотношения (29). Действительно, если учесть, что $A_1 = 1/\gamma$, то при $n=1$ и $t=1$ из (29) получим (6).

Если при решении рассмотренной задачи вместо (20) использовать соотношение (23), то для определения v_y получим следующее выражение:

$$v_y = \frac{C_1 e^{-\lambda_1 t} + K}{n+1} (\gamma \sin \alpha)^n [H^{n+1} - (H-y)^{n+1}]. \quad (30)$$

Теперь рассмотрим решение этой же задачи с учетом изменчивости свойств грунта по глубине толщи под действием его собственного веса. Для этого соотношение (24) запишем в следующем виде:

$$\frac{dv_y}{dy} = K_0(t) \left(\frac{z}{z_f} \right)^n. \quad (31)$$

Учитывая (3), (20) и (9) выражение (31) примет следующий вид:

$$\frac{dv_y}{dy} = A_1 t^{-m_1} \left| \frac{\gamma(H-y) \sin \alpha}{\gamma(H-y) \cos \alpha + c} \right|^n = A_1 t^{-m_1} A_3^n \left| \frac{H-y}{A_4(H-y) + c} \right|^n, \quad (32)$$

где

$$\begin{aligned} A_3 &= \gamma \cdot \sin \alpha, \\ A_4 &= \gamma \cdot \cos \alpha. \end{aligned} \quad (33)$$

Выражение (32) можно записать в следующем виде:

$$\int_0^{y_{max}} dv_y = A_1 t^{-m_1} A_3^n \int_0^{y_{max}} \left| \frac{H-y}{A_4(H-y) + c} \right|^n dy, \quad (34)$$

откуда

$$v_y = A_1 A_3^n t^{-m_1} \int_0^y \left| \frac{H-x}{A_4(H-x) + c} \right|^n dx, \quad (35)$$

где: $0 \leq x \leq y$, $0 \leq y \leq y_{max}$.

В случае, когда $c=0$, что имеет место при вибрационном воздействии на глинистые грунты [4], из (34) получим следующее простое выражение для скорости течения грунтового слоя по наклонной поверхности:

$$v_y = \frac{A_1 A_3^n t^{-m_1}}{A_4^n} - y. \quad (35)$$

Если в отличие от (20) в качестве меры скорости ползучести грунта при сдвиге использовать выражение (23), вместо (35) будем иметь:

$$v_y = [C_1 \cdot e^{-\mu} + K] A_3^n \int_0^y \left| \frac{H-x}{A_4(H-x) + c} \right|^n dx. \quad (37)$$

В (37) обозначения прежние.

Входящие в приведенные выше выражения параметры сдвиговой ползучести и скоростей деформирования слоя глинистого грунта по наклонной поверхности определяют из семейства кривых ползучести. Ниже, в качестве примера, приведены результаты определения параметров ползучести, входящие в выражения (29) и (35) из семейства экспериментальных кривых сдвиговой ползучести глины за лабораторным номером 4-74 ($\rho_s = 2610 \text{ кг/м}^3$; $\rho = 1650 \text{ кг/м}^3$; $\gamma = 0,0174 \text{ МН/м}^3$; $\omega = 0,34\%$; $c = 0,011 \text{ МПа}$, $\alpha = 15^\circ 30'$, $\lg \gamma = 0,268$).

Указанное семейство кривых (рис. 3) получено от испытания образцов-близнецов при $\sigma_z = 0,3 \text{ МПа}$ под действием трех постоянных значений касательного напряжения $\tau = 0,051$; $0,083$ и $0,117 \text{ МПа}$, соответственно равным трем постоянным уровням касательного напряжения:

$$\tau/\tau_{f,0} = 0,40; 0,65 \text{ и } 0,92.$$

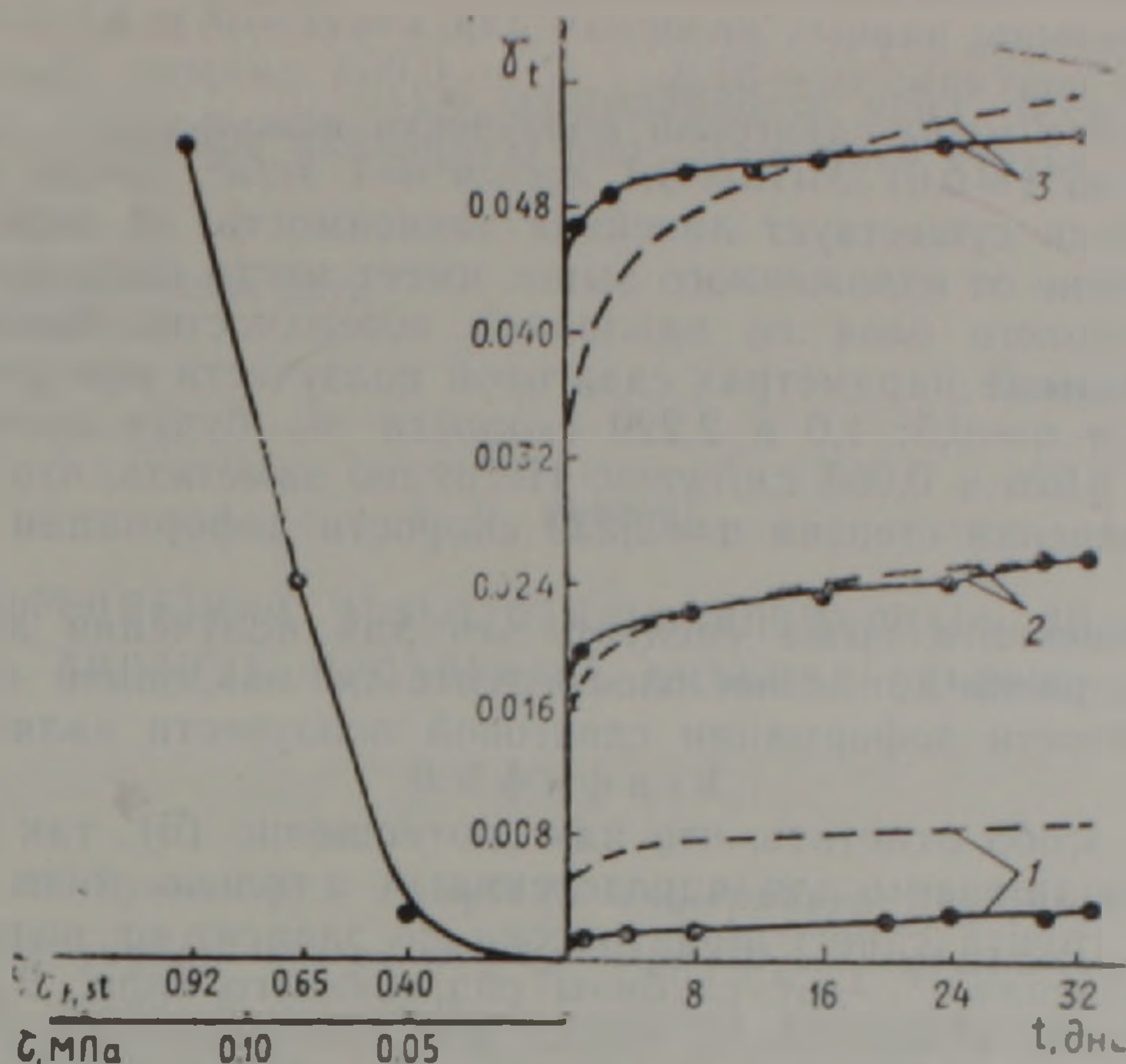


Рис. 3. Семейство экспериментальных кривых сдвиговой ползучести глины (сплошные линии в правой части рисунка), их аппроксимация (штриховые линии) и кривая зависимости $\gamma_t - \tau$ ($\gamma_t - \tau/\tau_{f,st}$), определенные при $\tau_s = 0.3$ МПа.
1 — $\tau = 0.051$ МПа, $\tau/\tau_{f,st} = 0.4$; 2 — $\tau = 0.083$ МПа, $\tau/\tau_{f,st} = 0.65$;
3 — $\tau = 0.117$ МПа, $\tau/\tau_{f,st} = 0.92$.

Для определения параметров сдвиговой ползучести, входящие в (29), аппроксимирована кривая зависимости $\gamma_t - \tau$ ($t = 16$ суток) и получено следующее выражение функции касательного напряжения:

$$f(\tau) = \tau^n = \tau^{2.229}, \quad (38)$$

а кривая ползучести, определенная при $\tau = 0.083$ МПа, описана степенной зависимостью

$$\gamma_t(\tau = 0.083 \text{ МПа}, \tau/\tau_{f,st} = 0.65) = At^m = 0.01761 \cdot t^{0.11}. \quad (39)$$

Уравнение меры сдвиговой ползучести (при $\tau = 1$ МПа) определено из следующего соотношения [5]:

$$\omega(t) = \frac{At^m}{\tau^n} = \frac{0.01761 \cdot t^{0.11}}{0.083^{2.229}} = 4.25 t^{0.11}, \quad (40)$$

а для $K(t)$ получено выражение:

$$K(t) = \frac{d\omega(t)}{dt} = A_1 t^{-m_1} = 0.49522 \cdot t^{-0.89}. \quad (41)$$

Таким образом, установлено, что в (29) $A_1 = 0.49522$; $n = 2.229$ и $m_1 = -0.89$.

Мера ползучести (40) и скорость меры ползучести (41) определены для единичного касательного напряжения $\tau = 1$ МПа. Поскольку $\tau = 1$ МПа $\gg \tau_{f,st}$, то (41) является фиктивным соотношением, используемым для определения скоростей сдвиговой ползучести при любых значениях $\tau < \tau_{f,st}$ [5].

Анализ выражения (29) показывает, что нелинейность деформации сдвиговой ползучести оказывает весьма существенное влияние на величину скорости движения слоя грунта по наклонной поверхности.

Например, если принять, что в (29) $n=0,5; 1,0$ и $2,229$, то при всех приведенных выше равных условиях для $y=H=10$ м и $t=1$ сутки соответственно получим: $v_y=57,3; 7,17$ и $0,063$ см/день. Вместе с тем, если в качестве меры сдвиговой ползучести использовать кривую, соответствующую $\tau=0,01$ МПа $=0,1$ кгс/см² $=1$ тс/м², когда между τ и $\dot{\epsilon}_y$ практически существует линейная зависимость, по мере уменьшения n , в отличие от изложенного выше, имеет место снижение скорости течения грунтового слоя по наклонной поверхности. Например, для приведенных выше параметрах сдвиговой ползучести при $y=H=10$ м, $t=1$ сутки и $n=0,5; 1,0$ и $2,229$ скорости v_y будут соответственно равны: $0,02; 0,026$ и $0,063$ см/сутки. Нетрудно заметить, что при одном и том же значении степени $n=2,229$ скорости деформации $\dot{\epsilon}_y$ равны друг другу.

Из изложенного выше следует, что для получения достоверных данных о скорости движения слоя грунта по наклонной поверхности учет нелинейности деформации сдвиговой ползучести является обязательным.

Следует особо отметить, что как соотношение (6), так и (29) могут быть использованы для определения $\dot{\epsilon}_y$ только тогда, когда сопротивление грунта сдвигу практически не зависит от величины нормального давления σ_y — от глубины сползающего слоя. В противном случае их можно использовать только для приближенных расчетов $\dot{\epsilon}_y$ при условии определения τ и $\dot{\epsilon}_y(t)$ из семейства кривых сдвиговой ползучести, полученного под действием σ_y равного бытовому давлению грунта в середине мощности сползающего пласта ($\sigma_y = H \gamma$).

Нетрудно видеть, что указанного выше весьма существенного недостатка лишены выражения v_y , полученные на основании (7), (8), (18) и (31), в которых коэффициенты вязкости $\tau_0(t)$ и скорости деформирования $K_n(t)$ не зависят от величины нормального напряжения σ_y , являются константами данного грунта. Выражения (10), (11), (22) и (35), полученные при использовании указанных соотношений, учитывают изменяемость реологических свойств грунта не только во времени, но и по глубине сползающей толщи под действием собственного веса через изменяемость сопротивляемости сдвигу τ_f .

Ниже приведен пример определения выражением (35) скоростей движения пласта сползающего грунта по наклонной поверхности при $\alpha=10^\circ$.

Используя (39), соответствующее $\tau/\tau_{f,sl}=0,65$ для $\tau/\tau_{f,sl}=1$, получено следующее уравнение меры сдвиговой ползучести:

$$\omega(t) = \frac{0,01761 \cdot t^{0,11}}{0,65^{2,229}} = 0,046 \cdot t^{0,11}, \quad (42)$$

а для скорости относительной деформации сдвига $K_0(t)$:

$$K_0(t) = 0,00505 \cdot t^{-0,89}. \quad (43)$$

Из (43) следует, что в (35) $A_1 = 0,00505$ $m_1 = -0,89$.

Используя приведенные выше данные, а также имея в виду, что $f = \operatorname{tg} \varphi = 0,2773$; $c = 0,041$ МПа; $\cos \alpha = 0,985$; $\sin \alpha = 0,1736$; $\gamma = 0,0174$ МН/м³; $n = 2,229$, составлен алгоритм и на ЭВМ вычислены по соотношению (35) значения v_y для различных y и t (см. табл. 1)

Таблица 1

Скорость v_y движения грунтового слоя по наклонной поверхности в м/сутки

$y, \text{ м}$	$t = 1$ сутки	$t = 100$ суток	$t = 1000$ суток
0,0	0,00	0,00	0,00
2,5	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$0,10 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-5}$
5,0	$1,65 \cdot 10^{-3}$	$0,27 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-5}$
7,5	$1,98 \cdot 10^{-3}$	$0,33 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-5}$
10,0	$2,04 \cdot 10^{-3}$	$0,34 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-5}$

В заключение отметим, что выражение (43), как и (41), является фиктивным и используется для определения $K_1(t)$ при $t \rightarrow \infty$.

Автор выражает глубокую благодарность канд. техн. наук Г. Т. Хачатрянцу за помощь, оказанную при подготовке статьи к опубликованию.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 4.V. 1989.

Ա. Ի. ՄՆՈՉԱՆ

ԹԵՔ ՄԱԿԱՐԻՎՈՒՅԹՈՎ ԴԵՏԵԱԶՈՂԱՅԻՆ ՍՈՂԱՆՔԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱԾՆԵՐԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ԿԱՆԵԱԳՈՒՇԱԿՈՒՄԸ

Ա. մ փ ո փ ո լ մ

Բերված են նյութառնի և Բինգհեմի մարմինների մոդելների հիման վրա Ն. Ն. Մասլովի կողմից ստացված թեք հարթությամբ գետնահողային սողանքային շերտի շարժման արագության, որոշման բանաձևերը և, հետագայում, հողվածի հեղինակի կողմից այդ խնդիրների լուծումներից ստացված առնչությունները, որոնք հաշվի են առնում գետնահողի սեփական կշռի ազդեցությունը նրա ռեոլոգիական հատկությունների վրա: Ի զարգացումն նշվածի, շարադրված են այն խնդիրների լուծումները, որոնցում հաշվի են առնված գետնահողերի ռեոլոգիական հատկությունների փոփոխությունը նաև ժամանակի ընթացքում, օպտագործելով հեղինակի կողմից բացահայտված սողքի ընդհանրացված օրենքը սահքի դեպքում:

Շարադրված են թեք հարթությամբ շարժվող սողանքային շերտի արագության որոշման խնդրի լուծման արդյունքները, երբ հաշվի չի առնվում գետնահողի հատկությունների փոփոխությունը նրա սեփական կշռի ազդեցության տակ, բայց հաշվի է առնված սահքի արագության և շոշափող լարվածության ուղղության առնչությունը: Ցույց է տրված, որ Ն. Ն. Մասլովի բանաձևը հեղինակի կողմից ստացված առնչության մասնավոր դեպքն է հանդիսանում: Փորձից ստացված սողքի կորերի ընտանիքից այդ բանաձևի գործակիցների հաշվարկման մի օրինակ է բերված: Պարզված է, որ ստացված արդյունքները կարող են օգտագործվել միայն թեք հարթությամբ շարժվող սողանքային մարմնի արագությունների մոտավոր հաշվարկների համար:

Սահքի դեպքում գետնահողի սողքի հատկությունների վրա նրա սեփական կշռի ազդեցությունը հաշվի առնելու համար լուծված է թեք հարթությամբ շարժվող սողանքային շերտի արագության որոշման խնդիրը, երբ ժամանակի ընթացքում փոփոխվում են նյութի ռեոլոգիական հատկությունները և սահքի արագությունների և շոշափող լարվածությունների միջև գոյություն ունեցող կապը չի ենթարկվում գծային օրենքին: Խնդրի լուծման համար հիմք է հանդիսացել հեղինակի կողմից բացահայտված սողքի ընդհանրացված օրենքը:

Փորձից ստացված սողքի կորերի ընտանիքից ստացվել են գետնահողի ռեոլոգիական հատկությունների հոստատուտուները և էՉՄ-ի օգնությամբ հատուկ մշակված ծրագրով հաշվարկվել են սողանքային շերտի արագությունները և դրանց փոփոխությունն ինչպես ըստ ժամանակի, այնպես էլ ըստ շերտի խորության:

THE PROGNOSIS OF THE LANDSLIDE GROUND MASSES
MOVEMENT VELOCITY IN AN INCLINED PLANE

Abstract

The results of the problems solution concerning the ground layer movement velocity determination on an inclined plane are brought under the conditions of linear and non-linear creep and taking into consideration its variability in time, as well as in the depth of the layer.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будин А. Я. Прогноз времени оползневого смещения на основе учета реологических свойств горных пород—В кн.: Современные методы прогноза оползневого процесса. М.: Наука, 1981 с. 85—95.
2. Дидух Б. И. Упругопластическое деформирование грунтов. М.: Изд-во Университета дружбы народов (УДН), 1987. 166 с.
3. Аников Н. И. Некоторые новые принципы оценки степени устойчивости откосов и склонов—Тезисы докладов X научной конференции ЛИСИ. Л.; ЛИСИ, 1952. с. 40—42.
4. Месчян С. Р. Начальная и длительная прочность глинистых грунтов. М.: Недра, 1978. 207 с.
5. Месчян С. Р. Экспериментальная реология глинистых грунтов. М.: Недра, 1985. 342 с.
6. Строганов А. С. Вязко-пластическое течение грунтов. Доклады к V международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению. М.: Госстройиздат, 1961. с. 194—202.
7. Тер-Мартirosян Э. Г. Вязко-пластическое течение наклонного весомого пласта при действии на его границах переменных во времени нагрузки и напоре.—Тр. Первого Всес. симпоз. по реологии грунтов. Дилижан, 1972. Ереван: Изд-во Ереванского университета, 1973. с. 262—272.
8. Тер-Степанян Г. И. О длительной устойчивости склонов. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1961. 42 с.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, 1990, XI, III, № 1, 64—68

УДК: 551.762.2 (479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. С. АВАНЕСЯН, Э. Я. ЛЕВЕН, Е. А. УСПЕНСКАЯ

О ВЫЯВЛЕНИИ СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В
БАССЕЙНЕ Р. ВОРОТАН (КАФАНСКИЙ АНТИКЛИНОРИЙ,
МАЛЫЙ КАВКАЗ)

Геология Кафанского антиклинория издавна привлекает к себе пристальное внимание широкого круга геологов. Наиболее детально вопросы стратиграфии описываемого района отражены в работах В. Т. Акопяна [2], А. Т. Асланяна [3], Н. Р. Азряна [1].

Согласно материалам отмеченных исследователей Кафанский антиклинорий представлялся пологой брахиструктурой северо-западного простирания, сложенной вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями среднеюрского, верхнеюрского, нижнемелового и отчасти верхнемелового возраста. Среднеюрские толщи, представленные вулканогенно-осадочными образованиями байоса-нижнего бата [1, 2, 3], описывались исключительно лишь в ядре Кафанской брахиантиклинальной структуры, к которой приурочен ряд медноколчеданных и колчеданно-золото-полиметаллических рудопоявлений и месторождений.