

*МЕТОД СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ГРУНТОВ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ИНДЕНТОРОМ*

В.В. ДЕНИСЕНКО¹, П.А. ЛЯШЕНКО²

¹*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: devivi@yandex.ru*

²*Кубанский государственный аграрный университет,
350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13;
электронная почта: lyseich1@yandex.ru*

Известные методы статического зондирования грунтов позволяют определять только один параметр (сопротивление грунта вдавливанию зонда по лобовой поверхности конусного индентора и боковой поверхности зонда) и не позволяют воспринимать и измерять циклическое сопротивление грунтов, которое, как известно, возникает при их нагружении. Разработанный авторами метод основан на использовании эффекта циклического сопротивления грунта при их нагружении. Сущность метода заключается во вдавливании в грунт цилиндрического индентора в два этапа со скоростью до 1,5 м/мин на первом этапе, и до 5 мм/мин на втором этапе, регистрации глубины вдавливания индентора и силы сопротивления грунта вдавливанию индентора и определении значений характеристик грунта на заданной глубине. Метод увеличивает число, точность и достоверность значений характеристик грунтов при одном испытании, сокращает трудозатраты их определении, в т.ч. деформационно-прочностных характеристик, микроструктурных и микрореологических характеристик модели деформации грунта, и т.о. повышает точность и достоверность решения инженерных задач геомеханики и фундаментостроения и создает определенные практический и экономический эффект.

Ключевые слова: грунты, статическое зондирование, цилиндрический индентор, скорость вдавливания, сопротивление грунта вдавливанию индентора.

Одним из перспективных, высокопроизводительных и экономичных методов полевых испытаний грунтов является метод статического зондирования грунтов, сущность которого заключается в непрерывном с постоянной скоростью вдавливании в грунт конусного индентора, жестко закрепленного на штанге зонда, непрерывной или через каждые не более чем 0,2 м регистрации силы сопротивления грунта вдавливанию конусного индентора и расчете удельного сопротивления грунта под конусным индентором и общее сопротивление грунта боковой поверхности зонда или удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности зонда (ГОСТ 19912-2001).

Этот метод в настоящее время широко применяется при производстве инженерно-строительных изысканий, однако он имеет следующие недостатки:

- малоинформативе, т.к. позволяет определять только один параметр (сопротивление грунта вдавливаю зонда по лобовой поверхности конусного индентора и боковой поверхности зонда);

- не позволяет воспринимать и измерять циклическое сопротивление грунтов, которое, как известно, возникает при их нагружении [1-3];

- не позволяет получать используемые в инженерной геологии силовые микроструктурные и микрореологические характеристики грунтов [4-9], в частности: расстояния между глинистыми поверхностями при ближней и при дальней агрегации, при максимальной дальности взаимодействия глинистых поверхностей и при положении, соответствующему энергетическому барьеру; силы между глинистыми поверхностями – максимальной притяжения при ближней агрегации, максимальной отталкивания при дальней агрегации, притяжения при дальней агрегации и расклинивания при ближней агрегации; градиенты силы между глинистыми поверхностями отталкивания при дальней агрегации и притяжения при ближней агрегации; период релаксации силы сопротивления грунта; коэффициент вязкости жидкости в зазоре (микропоре) между глинистыми поверхностями при дальней агрегации;

- обеспечивают получение на каждой глубине испытания только одного значения сопротивления грунта вдавливаю зонда и для повышения достоверности и точности результатов требуют проведения нескольких испытаний на такой же глубине в близлежащих точках испытываемой площадки, что существенно увеличивает трудоемкость и стоимость изысканий.

Нами на основании проведены исследования [10-14] разработан метод статического зондирования грунтов цилиндрическим индентором [15], лишенный этих недостатков.

Предлагаемый метод основан на использовании эффекта циклического сопротивления грунта при их нагружении. Сущность метода заключается во вдавливании в грунт цилиндрического индентора в два этапа со скоростью до 1,5 м/мин на первом этапе, и до 5 мм/мин на втором этапе, регистрации глубины вдавливания индентора и силы сопротивления грунта вдавливаю индентора и определении значений характеристик грунта на заданной глубине.

Для реализации метода статического зондирования грунтов цилиндрическим индентором используют цилиндрический индентор 1, закрепленный на выдвижном сердечнике 2, пустотелой штанги 3, механизмом 4 для вдавливания цилиндрического индентора (установка статического зондирования любой когнструкции), блок 5 регистрации глубины вдавливания цилиндрического индентора, блок 6 регистрации силы сопротивления грунта вдавливанию цилиндрического индентора, датчик 7 силы сопротивления грунта вдавливанию цилиндрического индентора, фиксатор 8 положения цилиндрического индентора и ограничительные упоры 9 и 10 (рисунок 1). Цилиндрический индентор 1 имеет диаметр 0,95-0,97 и высоту 0,15-0,25 от наружного диаметра штанги.

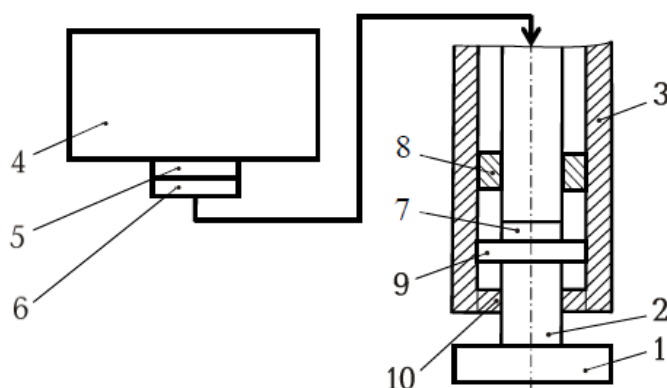


Рисунок 1 – Принципиальная блок-схема устройства для реализации метода статического зондирования грунтов цилиндрическим индентором

Метод статического зондирования грунтов цилиндрическим индентором осуществляется следующим образом.

На заданной глубине испытания с помощью механизма 4 производят вдавливание в грунт с постоянной скоростью цилиндрического индентора 1 в два этапа, на первом этапе со скоростью до 1,5 м/мин на глубину 1,2-1,5 от диаметра цилиндрического индентора, на втором этапе со скоростью до 5 мм/мин на глубину 0,4-0,6 от диаметра цилиндрического индентора.

Вдавливание цилиндрического индентора 1 на первом и втором этапах производят с непрерывным измерением и регистрацией глубины его вдавливания и силы сопротивления грунта вдавливанию цилиндрического индентора.

После окончания второго этапа вдавливания с помощью фиксатора 8 фиксируют положение цилиндрического индентора 1 и продолжают регистрацию

силы сопротивления грунта до значения скорости ее уменьшения, равного 1,25-2,5 Н/ч.

На втором этапе вдавливания цилиндрического индентора 1 регистрацию глубины его вдавливания производят с шагом не более 0,005 мм, а силы сопротивления грунта на втором этапе вдавливания и после фиксации положения цилиндрического индентора производят с шагом не более 2,5 Н.

При вдавливании цилиндрического индентора 1 в грунт под его подошвой образуется уплотненная грунтовая область, представляющая собой систему поверхностей скольжения, идущих от подошвы индентора на глубину, определяемую их совокупным сопротивлением внешней нагрузке. При увеличении внешней нагрузки уплотненная грунтовая область развивается внутри объема грунта, ограниченного огибающими поверхностями скольжения. Огибающие поверхности скольжения соединяются на глубине в момент полного перехода основания индентора в предельное по прочности состояние.

Дальнейшее увеличение внешнего давления приводит к перемещению уплотненной грунтовой области. При этом новые клинья скольжения из-за пределов огибающих входят в уплотненную грунтовую область снизу, а другие – из уплотненной грунтовой области выходят в стороны от нее. Оба движения происходят по поверхностям скольжения, служащими продолжениями сформировавшихся в уплотненной грунтовой области и вышедшими из нее за пределы огибающих.

Поэтому уплотненная грунтовая область частично, на внешних своих границах, воспроизводится при вдавливании цилиндрического индентора вглубь массива грунта. При этом реакция грунта отражает микроструктуру, идентичную микроструктуре в уплотненной грунтовой области.

В результате испытания грунтов цилиндрическим индентором получают:

$Y(u)$ – силу сопротивления грунта вдавливанию цилиндрического индентора, как функцию его перемещения;

u – перемещение цилиндрического индентора на втором этапе вдавливания V_u ;

$Y_i(t)$ – силу сопротивления грунта вдавливанию цилиндрического индентора на участке нулевой скорости его вдавливания, как функцию времени, отсчитанного с момента фиксации положения цилиндрического индентора;

t – время измерения перемещения цилиндрического индентора и силы сопротивления грунта его вдавлению;

V_y – скорость изменения силы сопротивления грунта вдавлению цилиндрического индентора:

$$\frac{\Delta Y}{\Delta u} = V_y(u), \quad (1)$$

где ΔY – изменение силы сопротивления грунта вдавлению цилиндрического индентора на интервале Δu ;

Δu – шаг регистрации перемещения цилиндрического индентора:

$$\Delta u = V_u \cdot \Delta t, \quad (2)$$

где V_u – скорость перемещения цилиндрического индентора, $V_u = const$;

Δt – промежуток времени, соответствующий шагу регистрации перемещения цилиндрического индентора Δu .

Строят график $V_y(u)$ скорости изменения силы сопротивления грунта вдавлению цилиндрического индентора (рисунок 2).

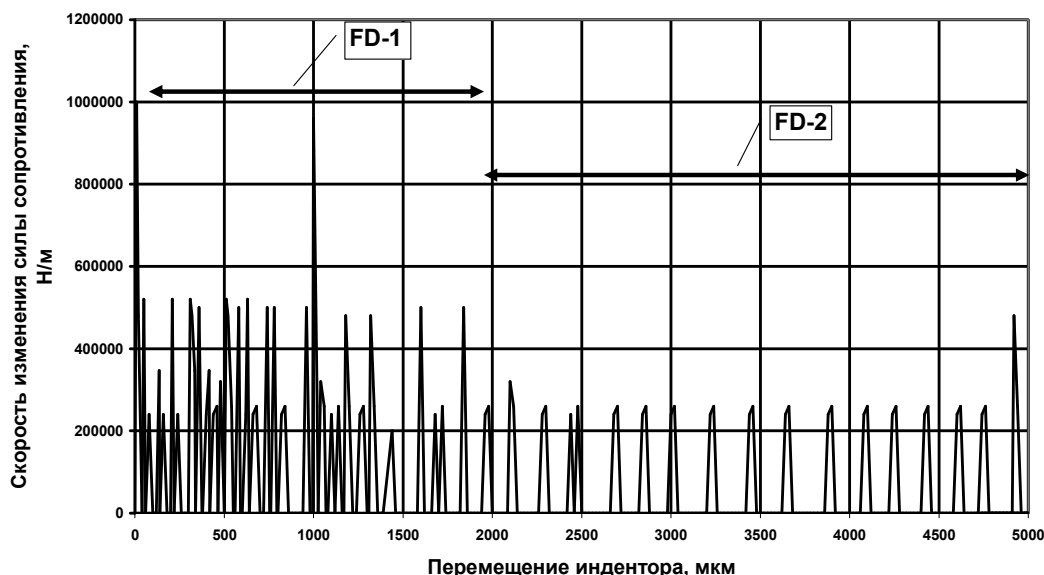


Рисунок 2 – График скорости изменения силы сопротивления твердого суглинка при статическом зондировании цилиндрическим индентором

По графику $V_y(u)$ или аналитически: выделяют циклы изменения величины V_y ; рассчитывают протяженность восходящей $\Delta u_{e,i}$, мм, и нисходящей $\Delta u_{r,i}$, мм, ветвей, длительность нисходящей ветви $\Delta t_{r,i}$, с,

максимальное значение скорости в каждом цикле $V_{u.\max.i}$; выделяют фазу $FD-1$ по значениям $V_{u.\max.i}$: от $V_{u.\max.1}$ до 1-го максимума $\max V_{u.\max.i}$, определяют число циклов n_c в фазе $FD-1$.

Рассчитывают среднее значение скорости изменения силы $V_{e.i}^{(m)}$

$$V_{e.i}^{(m)} = \text{avg}\{V_{u.\max.i}\}, i = 1 \dots n_c. \quad (3)$$

Рассчитывают средние по циклу деформации грунта $FD-1$ значения $\Delta u_e^{(m)}, Y_{e.i}^{(m)}, Y_{r.i}^{(m)}$,

где $Y_{e.i}^{(m)}$ – силы сопротивления грунта на восходящей ветви цикла изменения силы сопротивления грунта вдавливанию цилиндрического индентора;

$Y_{r.i}^{(m)}$ – силы сопротивления грунта на нисходящей ветви цикла изменения силы сопротивления грунта вдавливанию цилиндрического индентора.

Рассчитывают среднюю упругую деформацию грунта Δl_e , нм, по формуле

$$\Delta l_e = \Delta u_e^{(m)} / n. \quad (4)$$

Рассчитывают коэффициент упругой работы деформации по формуле

$$K_U = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta A_{e.i}}{\sum_{i=1}^n \Delta A_{r.i}}, \quad (5)$$

где $\Delta A_{e.i} = Y_{e.i}^{(m)} \Delta u_{e.i}$, мДж, и $\Delta A_{r.i} = Y_{r.i}^{(m)} \Delta u_{r.i}$, мДж.

Представляют потенциал сил взаимодействия глинистых поверхностей в виде функции расстояния r , нм, между ними $U(r)$ (рисунок 3),

где $r \in (0; h_3)$, имеющей на указанной области определения два минимума при $r = h_1$ и $r = h_2$, причем $h_1 < h_2$, максимум при $r = b$, причем $h_1 < b < h_2$, и нуль при $r = h_3$, причем $h_2 < h_3$;

h_1 – расстояния между глинистыми поверхностями при ближней агрегации, нм;

h_2 – расстояния между глинистыми поверхностями при дальней агрегации, нм;

h_3 – расстояния между глинистыми поверхностями при максимальной

дальности их взаимодействия, нм;

b – расстояния между глинистыми поверхностями, соответствующие положению энергетического барьера, нм;

h_0 – расстояния между глинистыми поверхностями при положении, когда появляется расклинивающее давление, нм.



Рисунок 3 – График зависимости энергии взаимодействия глинистых поверхностей от расстояния между ними по данным статического зондирования твердого суглинка цилиндрическим индентором

Представляют силу взаимодействия глинистых поверхностей в виде функции $R(r) = \frac{d}{dr} U(r)$ (рисунок 4) и градиент силы взаимодействия в виде функции $f(r) = \frac{d}{dr} R(r)$ (рисунок 5).



Рисунок 4 – График зависимости силы взаимодействия глинистых поверхностей от расстояния между ними по данным статического зондирования твердого суглинка цилиндрическим индентором

Рассчитывают коэффициенты функций $U(r)$; $R(r)$; $f(r)$ по граничным условиям

$$\max f(r) = \frac{V_{e.i}^{(m)} \div 10^{-6}}{\pi \cdot D / 4}, \text{ МПа}, \quad (6)$$

$$\frac{U(b)}{U(h_2)} = K_U, \quad (7)$$

$$h_2 - b = \Delta l_e, \quad (8)$$

$$U(h_3) = 0. \quad (9)$$

Определяют значения h_0 , h_1 , b , h_2 , h_3 , причем $h_0 < h_1 < b < h_2 < h_3$, анализируя функцию $U(r)$ и используя условие $f(h_0) = 10$ МПа.

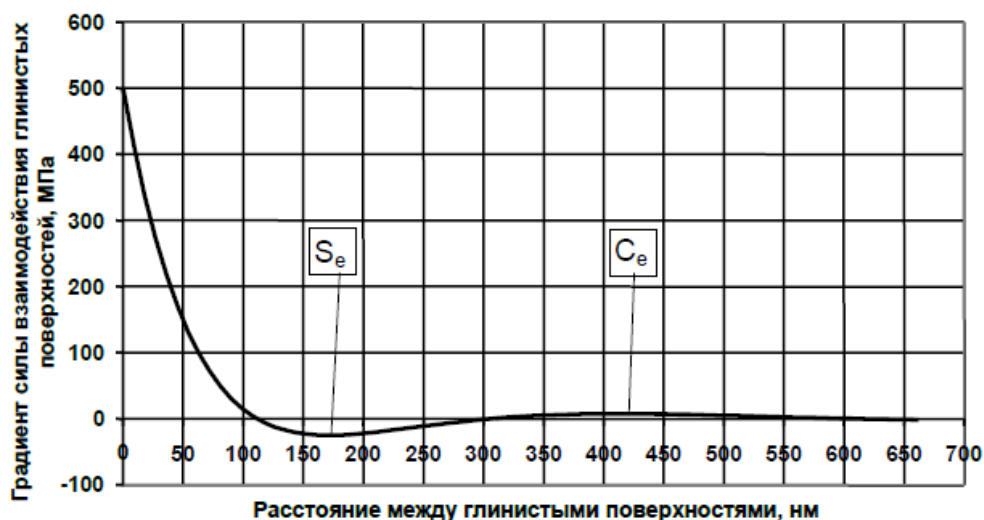


Рисунок 5 – График зависимости градиента силы взаимодействия глинистых поверхностей от расстояния между ними по данным статического зондирования твердого суглинка цилиндрическим индентором

Определяют значения R_1 и R_3 как 1-ый и 2-ой максимумы функции $R(r)$ и значение R_{b2} как минимум $R(r)$ между максимумами и R_0 как значение $R(r)$ при $r = h_0$,

где R_1 – максимальной силы притяжения между глинистыми поверхностями при ближней агрегации, МПа;

R_{b2} – максимальной силы отталкивания глинистых поверхностей при дальней агрегации, МПа;

R_3 – силы притяжения между глинистыми поверхностями при дальней агрегации, МПа;

R_0 – расклинивающей силы между глинистыми поверхностями при ближней агрегации, МПа.

Определяют значение S_e как минимум, а значение C_e как максимум функции $f(r)$,

где S_e – градиента силы притяжения между глинистыми поверхностями при ближней агрегации, МПа;

C_e – градиента силы отталкивания глинистых поверхностей при дальней агрегации, МПа.

На участке нулевой скорости вдавливания цилиндрического индентора сила сопротивления грунта представляют в виде функции времени, отсчитанного с момента фиксации положения цилиндрического индентора (рисунок 6),

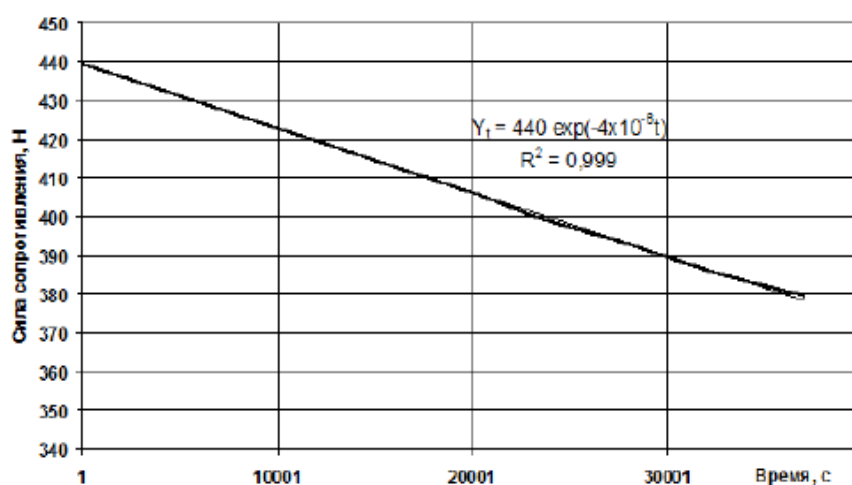


Рисунок 6 – График зависимости изменения силы сопротивления грунта от времени с момента фиксации положения цилиндрического индентора

где χ – период релаксации силы сопротивления грунта цилиндрическому индентору с момента фиксации его положения, c^{-1} .

Аппроксимируют зависимость силы сопротивления грунта от времени с момента фиксации положения цилиндрического индентора $H(t)$ функцией вида

$$H(t) = H_0 \cdot \exp(-\chi t) . \tag{10}$$

Рассчитывают коэффициент вязкости жидкости в зазоре (микропоре) между глинистыми поверхностями при дальней агрегации η , МПа·с, по формуле

$$\eta = \frac{C_e}{\chi}; \quad (11)$$

Рассчитывают значения деформационно-прочностных характеристик исследуемого грунта:

- удельное сопротивление грунта вдавливаю цилиндрического индентора $R_{y\partial}$, МПа, по формуле

$$R_{y\partial} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta Y_{ei}}{(\Delta u_{ei})^2}; \quad (12)$$

- модуль упругости грунта E_e , МПа, по формуле

$$E_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{0,930 \cdot \omega \cdot (1 - \nu^2) \cdot \Delta Y_{ei}}{D \cdot \Delta u_{ei}}; \quad (13)$$

- предельное сопротивление грунта сдвигу (τ_s , кПа) по формуле

$$\tau_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1,5 \cdot \Delta Y_{\partial i}}{D^2}; \quad (14)$$

- удельную работу трещинообразования грунта σ_γ , Дж/м², по формуле

$$\sigma_\gamma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(1 + \nu) \cdot \tau_{si} \cdot Y_{ei} \cdot \Delta u_{ei}}{E_{ei} \cdot D \cdot \Delta u_{ri}}, \quad (15)$$

где ΔY_{ei} – приращение циклически изменяющейся силы сопротивления грунта вдавливаю цилиндрического индентора на участке ее возрастания в i -ом цикле изменения, Н;

Δu_{ei} – приращение перемещения цилиндрического индентора на участке возрастания циклически изменяющейся силы сопротивления грунта в i -ом цикле ее изменения, мм;

ω – коэффициент формы выпуклого треугольного штампа, определяемый в независимом опыте;

D – диаметр цилиндрического индентора, мм;

ν – коэффициент поперечной деформации грунта (коэффициент Пуассона);

τ_{si} – предельное сопротивление сдвигу на участке возрастания циклически изменяющейся силы сопротивления грунта в i -ом цикле ее изменения, кПа;

Δu_{ri} – приращение перемещения цилиндрического индентора на участке снижения циклически изменяющейся силы сопротивления грунта в i -ом цикле ее изменения, мм.

Аналогичным образом производят испытания и определяют значения микроструктурных и микрореологических характеристик модели деформации грунта и значения деформационно-прочностных характеристик грунта на других глубинах (уровнях залегания грунта) в данной точке испытания на исследуемой площадке изысканий.

Метод стаического зондирования грунтов цилиндрическим индентором увеличивает число, точность и достоверность значений характеристик грунтов при одном испытании, сокращает трудозатраты их определении, в т.ч. деформационно-прочностных характеристик, микроструктурных и микрореологических характеристик модели деформации грунта, и таким образом повышает точность и достоверность решения инженерных задач геомеханики и фундаментостроения и создает определенные практический и экономический эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко Э.В., Ляшенко П.А., Денисенко В.В. О методах испытания грунтов с постоянной скоростью нагружения. Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. Том 3. – М., Академия наук о Земле, 2002. – С.1 33-135.

2. Денисенко В.В., Ляшенко П.А. Новые результаты компрессионных испытаний. – Проект. – М., 1995, № 2-3. – С. 76-77.

3. Ляшенко П.А., Демченко В.А., Денисенко В.В. Анализ энергии деформации грунта при одноосном сжатии образца. Сборник научных трудов КубГАУ. – Краснодар, КубГАУ, 2003. – С. 159-165.

4. Ляшенко П.А. Микроструктурная деформируемость глинистых грунтов. – Краснодар: КубГАУ, 2001. – 123 с.

5. Ляшенко П.А., Денисенко В.В. Вычисление характеристик микроструктуры грунта в опыте с компрессионным сжатием образца //

Научный журнал КубГАУ (Электронный ресурс). – Краснодар: КубГАУ, 2009. – № 45(01). – <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/03.pdf>.

6. Ляшенко П.А., Денисенко В.В. Контактное взаимодействие элементов микроструктуры глинистого грунта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2012, № 78 (04). – С. 291-318. – <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/25.pdf>.

7. Кравченко Э.В., Ляшенко П.А., Денисенко В.В. Метод пенетрации грунта с постоянной скоростью нагружения клиновидного наконечника // Труды КубГТУ: Научный журнал. Том XX. Серия: Автомобильно-дорожные и кадастровые проблемы. Выпуск 1. – Краснодар: КубГТУ, 2005. – С. 162-166.

8. Кравченко Э.В., Ляшенко П.А., Денисенко В.В. О методах испытания грунтов с постоянной скоростью нагружения // Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. Том 3. – М.: Академия наук о Земле, 2002. – С.133-135.

9. Кравченко Э.В., Денисенко В.В., Ляшенко П.А. Способы и средства оперативного контроля за состоянием нарушенных земель // Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции: «Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии». – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. – С. 118-120.

10. Денисенко В.В., Ляшенко П.А. Ускоренное определение сжимаемости грунтов методом ПВН // Проектирование и инженерные изыскания. – 1994, № 1. – С. 7-9.

11. Ляшенко П.А. Сопротивление и деформации глинистого грунта. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 163 с.

12. Патент на изобретение РФ № 2280852 G01N 3/42. Способ испытания грунтов / Ляшенко П.А., Денисенко В.В., Кравченко Э.В. // Изобретения. Полезные модели. – 2006, № 21.

13. Кравченко Э.В. Применение статического зондирования к изучению механических свойств грунтов // В сборнике: Проблемы строительства,

инженерного обеспечения и экология городов. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – 2002. – С. 226-228.

14. Кравченко Э.В. Сопротивление структуры глинистого грунта внедрению жесткого зонда // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2002, № 9. – С. 81.

15. Патент на изобретение РФ № 2398210 G01N 3/42. Способ испытания грунтов статическим зондированием / Денисенко В.В., Ляшенко П.А. // Изобретения. Полезные модели. – 2010, № 24.

REFERENCES

1. Kravchenko E.V., Lyashenko P.A., Denisenko V.V. On methods of testing soils with a constant loading rate. Proceedings of the International Forum on Science, Technology and Education. V. 3. – M., Academy of Earth Sciences, 2002. – P. 133-135.

2. Denisenko V.V., Lyashenko P.A. New results of compression tests. – The project. – M., 1995, № 2-3. – P. 76-77.

3. Lyashenko P.A., Demchenko V.A., Denisenko V.V. Analysis of the energy of deformation of the soil under uniaxial compression of the sample. Collection of scientific works KubSU. – Krasnodar, KubGAU, 2003. – P. 159-165.

4. Lyashenko P.A. Microstructural deformability of clay soils. – Krasnodar: KubGAU, 2001. – 123 p.

5. Lyashenko P.A., Denisenko V.V. Calculation of soil microstructure characteristics in the experiment with compression of the sample // Scientific journal KubSAU (Electronic resource). – Krasnodar: KubGAU, 2009. – No. 45 (01). – <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/03.pdf>.

6. Lyashenko P.A., Denisenko V.V. Contact interaction of elements of a microstructure of a clay soil // The Polytechnical network electronic scientific magazine of the Kuban state agrarian university, 2012, № 78 (04). – P. 291-318. – <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/25.pdf>.

7. Kravchenko E.V., Lyashenko P.A., Denisenko V.V. Method of penetration of soil with a constant loading rate of a wedge-shaped tip // Proceedings of Kuban State Technical University: Scientific journal. V. XX. Series: Road-road and cadastral problems. Edition 1. – Krasnodar: KubGTU, 2005. – P. 162-166.

8. Kravchenko E.V., Lyashenko P.A., Denisenko V.V. On the methods of testing soils with a constant loading rate // Proceedings of the International Forum on Science, Technology and Education. V. 3. – M.: Academy of Earth Sciences, 2002. – P.133-135.

9. Kravchenko E.V., Denisenko V.V., Lyashenko P.A. Methods and means of operational control over the state of disturbed lands // Collection Materials of the VII International Scientific and Practical Conference: "Cities of Russia: problems of construction, engineering support, improvement and ecology". – Penza: Penza State Agricultural Academy, 2005. – P. 118-120.

10. Denisenko V.V., Lyashenko P.A. Accelerated determination of the compressibility of soils using the PRT method // Design and Engineering Surveys. – 1994, № 1. – P. 7-9.

11. Lyashenko P.A. Resistance and deformation of clay soil. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – 163 p.

12. Patent for invention of the RF № 2280852 G01N 3/42. Method for testing soils / Lyashenko P.A., Denisenko V.V., Kravchenko E.V. // Inventions. Useful models. – 2006, № 21.

13. Kravchenko E.V. Application of static sounding to the study of the mechanical properties of soils // In the collection: Problems of construction, engineering support and ecology of cities. A collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference. – 2002. – P. 226-228.

14. Kravchenko E.V. Resistance of the structure of clay soil to the introduction of a rigid probe // Mining information-analytical bulletin (scientific and technical journal). – 2002, № 9. – P. 81.

15. Patent for invention of the RF № 2398210 G01N 3/42. Method for soil testing by static sounding / Denisenko V.V., Lyashenko P.A. // Inventions. Useful models. – 2010, № 24.

*METHOD OF STATIC SENSING OF SOILS
CYLINDRICAL INDENTOR*

V.V. DENISENKO¹, P.A. LYASHENKO²

¹ *Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail: devivi@yandex.ru*

² *Kuban State Agrarian University,
13, Kalinina st., Krasnodar, Russian Federation, 350044,
e-mail: lyseich1@yandex.ru*

The known methods of static sounding of soils allow one to determine only one parameter (the resistance of the ground to the indentation of the probe along the frontal surface of the conical indenter and the lateral surface of the probe) and do not allow to perceive and measure the cyclic resistance of soils, which, as is known, arises when loaded. The method developed by the authors is based on the use of the effect of the cyclic resistance of the soil under loading. The essence of the method consists in indenting a cylindrical indenter into the ground in two stages at a speed of up to 1.5 m / min in the first stage and up to 5 mm / min in the second stage, recording the depth of the indenter indentation and the resistance of the soil to indenting the indenter and determining the values of the soil characteristics At a given depth. The method increases the number, accuracy and reliability of soil characteristics values in one test, reduces the effort required to determine them, incl. Deformation-strength characteristics, microstructural and microrheological characteristics of the soil deformation model, and so on. Improves the accuracy and reliability of solving engineering problems of geomechanics and foundation engineering and creates a certain practical and economic effect.

Key words: soils, static sounding, cylindrical indenter, rate of indentation, soil resistance indentation indenter.