



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **13916** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
E02D 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС****ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ НА МЕЖІ ТЕКУЧОСТІ ГЛИНИСТОГО ҐРУНТУ**

1

(21) u200510738

(22) 14.11.2005

(24) 17.04.2006

(46) 17.04.2006, Бюл. № 4, 2006 р.

(72) Винников Юрій Леонідович, Яковлев Аркадій  
Вікторович, Яковлев Георгій Сергійович(73) ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА(57) Спосіб визначення вологості на межі текучості  
глинистого ґрунту, який включає розтирання повіт-  
ряно-сухого зразка глинистого ґрунту в порошок,  
просіювання порошку крізь сито з отворами діаме-

2

тром 0.5 мм, визначення вологості ґрунту методом  
висушування до постійної маси нормативним шля-  
хом, який **відрізняється** тим, що порошок розмі-  
щують в посудині діаметром не менше 4 см і висо-  
тою не менше 2 см із вирівнюванням його  
поверхні, піпеткою чи бюреткою повільно вводять  
зверху в порошок порцію води об'ємом 1-3 см<sup>3</sup>,  
розміщують через 1-3 хвилини вміст посудини на  
ситі з отворами діаметром до 2 мм, відокремлю-  
ють для визначення вологості ґрунту ту частину  
порошку, яка зв'язала порцію введеної в неї води,  
просіюванням повітряно-сухої частини порошку.

Корисна модель відноситься до будівництва, а  
саме до способів лабораторного визначення фізи-  
чних характеристик глинистих ґрунтів, які викорис-  
товують для їх класифікації.

Відомий спосіб Аттерберга визначення верх-  
ньої межі пластичності глинистих ґрунтів [1, с. 85-  
86 та рис. 17], що вміщує в себе розтирання, на-  
приклад резиновим товчачиком, повітряно-сухого  
зразку глинистого ґрунту в порошок, просіювання  
порошку крізь сито з отворами діаметром 0.5мм,  
замість близько 25г цього порошку з водою до кон-  
систенції порівняно густої маси у фарфоровій кру-  
глодонній чашці діаметром 10-12см, витримання  
чашки з ґрунтовою масою в ексікаторі, на дно яко-  
го налита вода, в стані спокою протягом доби, пе-  
ремішування ґрунтової маси в чашці й вирівню-  
вання її поверхні шпателем до висоти шару ґрунту  
посередині 0.8-1.0см, розрізання шпателем ґрун-  
тової пасти на дві частини так, щоб між ними утво-  
рилась щілина шириною 1.0см згори і 0.2см знизу,  
триразове вільне скидання чашки із ґрунтовою  
пастою з висоти 6см на вкриту резиновою прокла-  
дкою, наприклад подушечкою товщиною 0.3см,  
поверхню (якщо при третьому падінні чашки обид-  
ві половинки ґрунтової пасти з'єднуються до висо-  
ти 0.1см від дна на довжині 1.5-2.0см, то верхня  
межа пластичності вважається досягнутою; якщо  
з'єднання половинок ґрунтової пасти відбувається  
при першому чи другому падінні, то вважається,  
що вологість ґрунту перевищує верхню межу пла-  
стичності, - тоді ґрунтову пасту підсушують шляхом

перемішування і повторюють усі операції, почина-  
ючи з вирівнювання поверхні ґрунтової маси шпа-  
телем до висоти шару ґрунту посередині 0.8-1.0см;  
якщо після третього падіння половинки ґрунтової  
пасти не з'єднуються, то вважається, що вологість  
ґрунту менша за верхню межу пластичності, - тоді  
до ґрунтової пасти додають води, перемішують і  
повторюють дослід знову), відбір з чашки проби  
масою 6-10г у місці, де відбулося з'єднання поло-  
винок ґрунтової пасти, для визначення вологості  
ґрунту й подальше визначення вологості ґрунту  
методом висушування до постійної маси нормати-  
вним шляхом [2, п. 2]. Ця вологість вважається  
верхньою межею пластичності глинистого ґрунту  
W<sub>L</sub>.

Недоліком аналогу є висока трудомісткість і  
тривалість лабораторних досліджень через необ-  
хідність відповідно проведення кількох дослідів  
для поступового підбору шуканої вологості, що  
відповідає верхній межі пластичності, й витриму-  
вання чашки з ґрунтовою масою в ексікаторі про-  
тягом доби.

Найбільш близьким технічним рішенням є спо-  
сіб визначення вологості глинистого ґрунту на межі  
текучості W<sub>L</sub> з використанням балансірного кону-  
са масою 76г з кутом конічності при вершині 30°  
(так званий, балансірний конус А.М. Васильєва)  
[3, с. 30-31 та рис. 9], що включає розтирання пові-  
тряно-сухого зразку глинистого ґрунту в порошок,  
просіювання близько 50см<sup>3</sup> порошку крізь сито з  
отворами діаметром 0.5мм, зволоження порошку

(13) **U**  
(11) **13916**  
(19) **UA**

дистильованою водою до стану густої пасти при перемішуванні її шпателем у чашці, витримання чашки з ґрунтовою масою в ексикаторі, на дно якого налита вода, в стані спокою протягом доби, перемішування отриманої ґрунтової пасти шпателем і щільне укладення її невеликими порціями в циліндричну чашку, або тигель чи бюкс, із загладжуванням поверхні пасти шпателем врівень з краями чашки, підведення балансиного конуса, змазаного тонким шаром вазеліну, до поверхні ґрунтової пасти так, щоб його вістря доторкалось пасти, плавне відпускання конусу й спостереження за глибиною його занурення під власною вагою протягом 5 с (якщо при цьому конус зануриться на глибину 10мм, тобто до риски на ньому, то вважається, що вологість глинистого ґрунту відповідає межі текучості; якщо при цьому конус зануриться на глибину менше 10мм, то вважається, що вологість ґрунту менша за вологість глинистого ґрунту на межі текучості, - тоді до ґрунтової пасти додають дистильованої води, перемішують і повторюють занурення балансиного конусу знов; якщо при цьому конус зануриться на глибину понад 10мм, то вважається, що вологість ґрунту більша за вологість глинистого ґрунту на межі текучості, - тоді ґрунтову пасту перекладають до іншої чашки, злегка підсушують на повітрі чи додають у неї вже просіяного сухого порошку ґрунту, перемішують, знову вкладають до циліндричної чашки і повторюють занурення балансиного конусу), відбір з чашки для визначення вологості ґрунту проби масою 15-20г і визначення вологості ґрунту методом висушування до постійної маси нормативним шляхом [2, п. 2]. Ця вологість вважається вологістю глинистого ґрунту на межі текучості  $W_L$ .

Ознаками, загальними з об'єктом, що заявляється, є: розтирання повітряно-сухого зразку глинистого ґрунту в порошок, просіювання порошку крізь сито з отворами діаметром 0.5мм, визначення вологості ґрунту методом висушування до постійної маси нормативним шляхом.

Недоліками прототипу є висока тривалість лабораторних досліджень через необхідність витримання чашки з ґрунтовою масою в ексикаторі протягом доби та їх складність через потребу поступового досягнення вологості ґрунтової пасти до задоволення вимоги про занурення конусу на задану глибину й обов'язкова наявність добре заточеного балансиного конусу із кутом конічності при вершині рівно  $30^\circ$  і відповідної маси 76г.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу визначення вологості на межі текучості глинистого ґрунту, в якому введенням ряду додаткових послідовних операцій - розміщення порошку повітряно-сухого глинистого ґрунту в посудині з вирівнюванням його поверхні, повільне уведення піпеткою чи бюреткою зверху в порошок порції води, звичайно об'ємом  $1-3\text{см}^3$ , розміщення через 1-3хв. вмісту посудини на сито з отворами діаметром до 2мм і відокремлення для визначення вологості ґрунту тієї частини порошку, яка зв'язала порцію введеної в неї води, - замість ряду послідовних операцій способу-прототипу - зволоження порошку дистильованою водою до стану густої пасти при перемішуванні її шпателем у чашці, витримання чашки з ґрунтовою масою в

ексикаторі протягом доби, перемішування ґрунтової пасти шпателем і укладення її в циліндричну чашку, із загладжуванням поверхні пасти шпателем, підведення балансиного конуса до поверхні пасти, плавне відпускання конусу й спостереження за глибиною його занурення під власною вагою протягом 5 с, відбір з чашки проби ґрунту - забезпечується можливість значного зменшення тривалості лабораторних досліджень через вилучення операції витримання чашки з ґрунтовою масою в ексикаторі протягом доби, а також суттєвого спрощення лабораторних досліджень внаслідок відпадання необхідних поступового досягнення вологості ґрунтової пасти до задоволення вимоги про занурення конусу на задану глибину й обов'язкової наявності добре заточеного балансиного конусу із кутом конічності при вершині рівно  $30^\circ$  і відповідної маси 76г.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення вологості на межі текучості глинистого ґрунту, який включає розтирання повітряно-сухого зразку глинистого ґрунту в порошок, просіювання порошку крізь сито з отворами діаметром 0.5 мм, визначення вологості ґрунту методом висушування до постійної маси нормативним шляхом, згідно корисної моделі порошок розміщують в посудині діаметром не менше 4см і висотою не менше 2см з вирівнюванням його поверхні, піпеткою чи бюреткою повільно уводять зверху в порошок порцію води об'ємом  $1-3\text{см}^3$ , розміщують через 1-3хв. вміст посудини на ситі з отворами діаметром до 2мм, відокремлюють для визначення вологості ґрунту ту частину порошку, яка зв'язала порцію введеної в неї води, просіюванням повітряно-сухої частини порошку.

Суть корисної моделі полягає у тому, що використовуються гідрофільні властивості глинистих мінералів та їх здатність утримувати воду на поверхні частинок. Відомо, що збільшення в глинистому ґрунті мінералів монтморилоніту веде до зростання гідрофільності, а відповідно й вологості на межі текучості ґрунту. Отже, уведення в порошок глинистого ґрунту певної порції води призводить до розповсюдження її в обмеженому обсязі порошку, де цю воду можна вважати зв'язною. Вологість ґрунту в межах зволоженого об'єму глинистого порошку  $W_L$ , і вологість, яка відповідає межі текучості глинистого ґрунту  $W_L$  в генетично однорідному утворенні взаємопов'язані виразом типу:

$$W_L = A + B \cdot W_W,$$

де А та В - емпіричні коефіцієнти пропорційності.

Тобто, визначивши описаним способом вологість ґрунту в межах зволоженого об'єму глинистого порошку, можна з високою точністю, звичайно при значеннях коефіцієнту кореляції  $r = 0.97 \dots 0.99$ , визначити величину вологості на межі текучості глинистого ґрунту.

На Фіг.1 зображено посудину 1 з повітряно-сухим порошком глинистого ґрунту 2 і виділеним обмеженим обсягом порошку 3, що зв'язав порцію введеної в нього води.

Спосіб визначення вологості на межі текучості глинистого ґрунту включає в себе такі послідовні операції.

1. Розтирання, наприклад у фарфоровій ступці

чи розтирочній машині, повітряно-сухого зразку глинистого ґрунту в порошок, не допускаючи при цьому дроблення часток ґрунту й одночасно відокремлюючи з нього рослинні залишки крупніші за 1 мм.

2. Просіювання порошку крізь сито з отворами діаметром 0.5мм.

3. Розміщення просіяного порошку повітряно-сухого глинистого ґрунту в посудині, наприклад чашці чи плашці, діаметром не менше 4 см і висотою не менше 2см з вирівнюванням його поверхні.

4. Повільне уведення піпеткою чи бюреткою зверху в порошок порції води об'ємом 1-3см<sup>3</sup>.

5. Обережне розміщення через 1-3хв. вмісту посудини на сито з отворами діаметром до 2мм.

6. Відокремлення для визначення вологості ґрунту тієї частини порошку, яка зв'язала порцію введеної в неї води, шляхом просіювання повітряно-сухої частини порошку через сито.

7. Визначення вологості ґрунту в межах відок-

ремленого зволоженого об'єму глинистого порошку  $W_w$  методом висушування до постійної маси нормативним шляхом [2, п. 2].

8. Розрахунок вологості, яка відповідає межі текучості  $W_L$ , в генетичне однорідному глинистому ґрунті за кореляційним виразом  $W_L = A + B \cdot W_w$ .

Прикладом реалізації способу може служити визначення величини вологості на межі текучості глинистого ґрунту для лесових супісків, суглинків і глин елювіально-делювіального походження Полтавського регіону за виразом

$$W_L = 4.394 + 1.044 \cdot W_w$$

при значенні коефіцієнту лінійної кореляції  $r = 0.977$ .

Значення емпіричних коефіцієнтів виразу отримані, зокрема, за результатами 11 паралельних випробувань зразків глинистого ґрунту (супіски, суглинки, глини), що вміщені у фрагменті таблиці.

Таблиця 1

Фрагмент порівняльної таблиці визначень вологості на межі текучості та вологості водовбирності глинистого ґрунту

№ п/п	Вологість водовбирності $w_w, \%$	Вологість на межі текучості $w_l, \%$		Відносна похибка визначення за розрахунком, %
		Дослід	розрахунок	
1	23.3	29.8	26.7	10.0
2	30.4	37.3	36.1	3.0
3	31.3	37.3	37.1	0.5
4	33.1	39	38.9	0.3
5	27.3	30.7	32.9	6.7
6	26.2	30.0	31.7	5.4
7	15.2	18.1	20.3	10.8
8	19.3	26.0	24.5	5.8
9	15.3	19.8	20.4	2.9
10	17.4	25.0	22.6	9.6
11	31.1	37.0	36.8	0.5

Нижче наведено приклад фрагменту журналу визначення вологості  $W_w$  запропонованим способом (для одинадцятого рядку таблиці 1)

Таблиця 2

Фрагмент журналу визначення вологості  $W_w$ ,

№ п/п	№ бюкса	Маса, г					Вологість $W^A, \%$	
		бюкса	бюкса з вологим ґрунтом	бюкса із сухим ґрунтом	води	сухого ґрунту	поодинокі значення	середнє значення
1	6	11.85	16.91	15.69	1.22	3.84	31.8	31.1
2	4	12.59	18.13	16.82	1.31	4.23	31.0	
3	16	12.39	18.63	17.17	1.46	4.78	30.5	

Таким чином, описаний спосіб дозволяє скоротити не менш ніж на добу тривалість лабораторних досліджень, значно спростити їх і відмовитись від використання балансного конусу з кутом конічності при вершині рівно

30° і відповідної маси 76г при проведенні інженерно-геологічних вишукувань для будівництва.

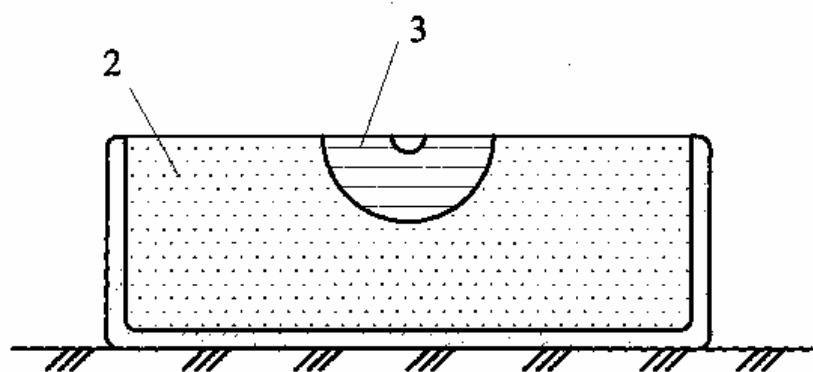
Джерела інформації, на які є посилання в описі

1. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. М.: Недра, 1975. - 304с.

2. ГОСТ 5180-75. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. - М.: Государственный комитет СССР по делам строительства. - 20с.

3. Слюсаренко С.А. Механика грунтов. Лабораторные работы. - К.:

Вища школа. Головное изд-во, 1982. - 87с.



Фиг. 1