

Задание к контрольной работе № 4

«Определение характеристик сжимаемости оттаивающих многолетнемерзлых грунтов A_{th} и m_f по результатам испытаний многолетнемерзлых грунтов горячим штампом»

Номер варианта	Глубина оттаивания ММГ под штампом, мм	Сжимающее давление P , МПа	Приращение абсолютной осадки штампа, ΔS_i , мм	Абсолютная осадка штампа, S_i , мм	Приращение относительной осадки штампа, $\Delta \delta_i$	Относительная осадка штампа, δ_i	Вид грунта
1	380	0,1	4,2				Песок пылеватый
	380	0,2	2,5				
	380	0,3	2,8				
	380	0,4	3,0				
	380	0,5	3,3				
2	390	0,1	3,5				Супесь пластичная
	390	0,2	1,8				
	390	0,3	2,1				
	390	0,4	2,5				
	390	0,5	2,8				
3	400	0,1	4,9				Песок мелкий
	400	0,2	2,2				
	400	0,3	2,5				
	400	0,4	2,9				
	400	0,5	3,2				
4	410	0,1	4,3				Гравийный грунт с песчаным заполнителем
	410	0,2	1,6				
	410	0,3	2,0				
	410	0,4	2,3				
	410	0,5	2,6				
5	420	0,1	4,4				Песок средней крупности
	420	0,2	1,7				
	420	0,3	2,0				
	420	0,4	2,3				
	420	0,5	2,7				
6	430	0,1	3,2				Суглинок полутвердый
	430	0,2	1,6				
	430	0,3	2,0				
	430	0,4	2,4				
	430	0,5	2,8				
7	415	0,1	3,3				Песок крупный
	415	0,2	1,7				
	415	0,3	2,1				
	415	0,4	2,5				
	415	0,5	2,9				
8	405	0,1	4,1				Дресвяный грунт с супесчаным заполнителем
	405	0,2	1,5				
	405	0,3	1,9				
	405	0,4	2,3				
	405	0,5	2,7				
9	425	0,1	4,0				Песок гравелистый
	425	0,2	1,5				
	425	0,3	2,0				
	425	0,4	2,5				
	425	0,5	3,0				
10	395	0,1	4,8				Глина тугопластичная
	395	0,2	1,0				
	395	0,3	1,2				
	395	0,4	1,5				
	395	0,5	1,8				
11	385	0,1	3,9				Щебенистый грунт с песчаным заполнителем
	385	0,2	1,2				
	385	0,3	1,5				
	385	0,4	1,9				
	385	0,5	2,3				

Задание к контрольной работе № 4

«Определение характеристик сжимаемости оттаивающих многолетнемерзлых грунтов A_{th} и m_f по результатам испытаний многолетнемерзлых грунтов горячим штампом»

Номер варианта	Глубина оттаивания ММГ под штампом, мм	Сжимающее давление P , МПа	Приращение абсолютной осадки штампа, ΔS_i , мм	Абсолютная осадка штампа, S_i , мм	Приращение относительной осадки штампа, $\Delta \delta_i$	Относительная осадка штампа, δ_i	Вид грунта
12	370	0,1	4,7				Супесь твердая
	370	0,2	2,0				
	370	0,3	2,3				
	370	0,4	2,6				
	370	0,5	2,9				
13	375	0,1	4,5				Щебенистый грунт с супесчаным заполнителем
	375	0,2	2,8				
	375	0,3	3,1				
	375	0,4	3,5				
	375	0,5	3,8				
14	435	0,1	5,9				Глина полутвердая
	435	0,2	3,2				
	435	0,3	3,5				
	435	0,4	3,9				
	435	0,5	4,2				
15	403	0,1	5,5				Гравийный грунт с супесчаным заполнителем
	403	0,2	2,8				
	403	0,3	3,0				
	403	0,4	3,3				
	403	0,5	3,6				

Таблица 2. Номера вариантов у студентов группы СУС-17

№ варианта	ФИО
1	Акинфеева Ксения Витальевна
2	Аленина Дарья Андреевна
3	Асланян Рафаэл Арменович
4	Захаров Алексей Романович
5	Колобова Инна Викторовна
6	Косичкин Артём Алексеевич
7	Леонов Алексей Сергеевич
8	Обухов Никита Александрович
9	Соколов Дмитрий Юрьевич
10	Хуторная Дарья Алексеевна
11	Шелеметьев Кирилл Сергеевич
12	Шемелина Анастасия Васильевна

Задание:

- 1) выполнить расчет и заполнить соответствующие ячейки таблицы задания:
 - а) абсолютной осадки штампа, S_i , мм;
 - б) приращения относительной осадки штампа, $\Delta\delta_i$;
 - в) относительной осадки штампа, δ_i ;
- 2) построить график $\delta = f(p)$, как на рис. Н.1;
- 3) определить по графику $\delta = f(p)$ значения коэффициента оттаивания A_{th} , и коэффициента сжимаемости при оттаивании m_f ;
- 4) вычислить модуль деформации $E = \beta / m_f$.

Метод испытания мерзлых грунтов горячим штампом

Сущность метода

Испытание горячим штампом проводят для определения следующих характеристик деформируемости мерзлого грунта: коэффициента оттаивания A_{th} , коэффициента сжимаемости m_f , модуля деформации E .

Характеристики определяют по результатам нагружения грунта вертикальной нагрузкой в забое горной выработки (открытой или подземной) или непосредственно на поверхности грунта с помощью штампа с внутренним обогревом.

Результаты испытания оформляют в виде графиков зависимости осадки штампа от нагрузки.

При испытании грунта в шурфе размеры шурфа определяют в зависимости от необходимости крепления его стен и глубины проходки. Минимальные размеры шурфа в плане 2,0 x 2,0 м.

Высота горной выработки при проведении испытаний в штольне (штреке) определяется габаритами установки, применяемой для испытаний, и должна быть не менее 1,8 м.

Технологию проходки выработки следует принимать из условия сохранения естественного сложения мерзлых грунтов.

Площадка для проведения испытаний должна быть спланирована и оконтурена водоотводной канавой.

Оборудование и приборы

В состав установки для испытания грунта горячим штампом должны входить:

штамп с внутренним обогревом;

обогревающее устройство;

устройство для создания и измерения нагрузки на штамп;

устройства для измерения осадок штампа и температуры грунта;

насос для откачки воды.

Конструкция установки должна обеспечивать:

нагружение штампа ступенями давления по 0,01—0,1 МПа;

центрированную передачу нагрузки на штамп;

постоянство давления на каждой ступени нагружения;

исключение продольного изгиба труб-штанг (крепление труб-штанг при большой глубине испытаний по четырем направлениям).

Штамп должен быть жестким, круглым и плоским со сплошной подошвой пло-

площадью $F = 5000 \text{ см}^2$ (допускается $F = 2500 \text{ см}^2$).

Конструкция штампа должна обеспечивать равномерный нагрев его днища электронагревателями или горячей водой до температуры не более 90°C .

Обогревающее устройство должно быть расположено по периметру штампа (шириной 0,3 его диаметра) и обеспечивать равномерное оттаивание грунта под штампом. При испытании грунтов с естественной влажностью выше влажности на границе текучести должна быть предусмотрена пригрузка штампа, соответствующая вертикальному нормальному напряжению от собственного веса грунта на отметке испытания.

Штампы нагружают домкратом или тарированным грузом.

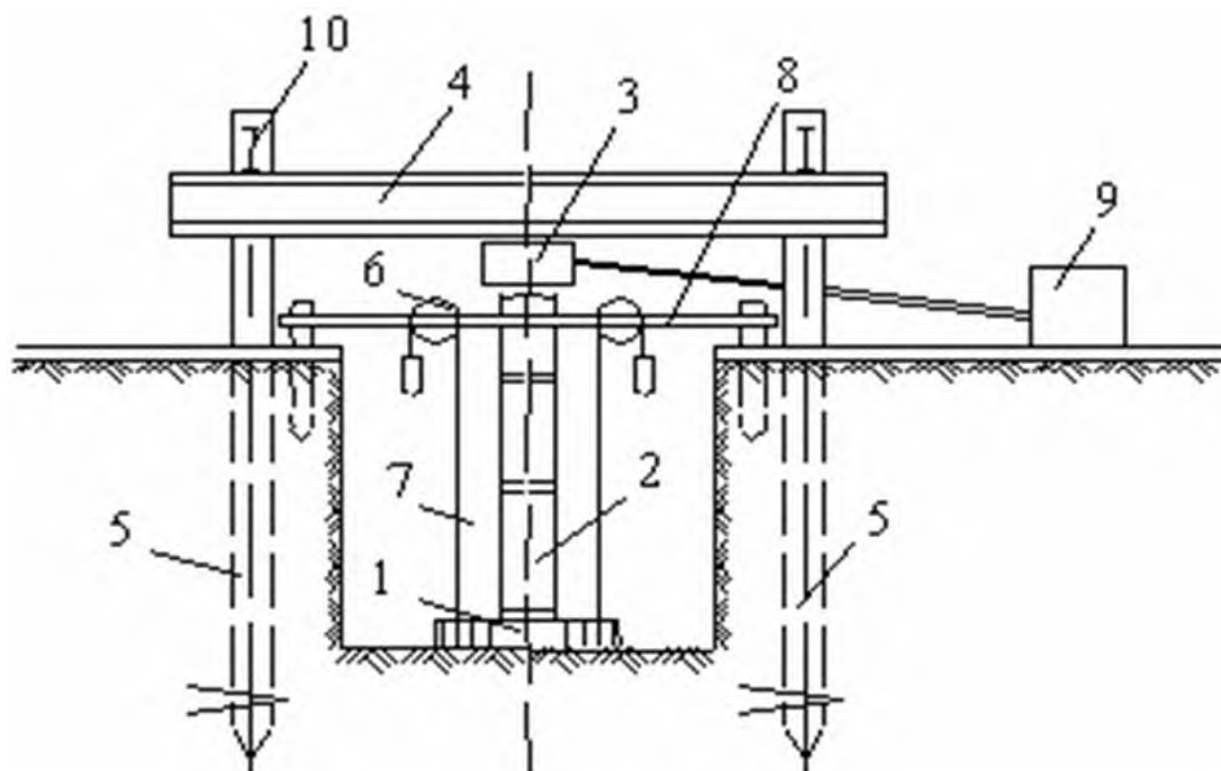


Рис. 1. Схема испытания грунта штампом в шурфе:

1 – штамп; 2 – удлинительные стойки; 3 – гидравлический домкрат; 4 – упорная балка; 5 – анкерное устройство; 6 – прогибомеры; 7 – стальная проволока; 8 – реперное устройство; 9 – насосная станция; 10 – второстепенные балки

Подготовка к испытанию

На подготовленный забой горной выработки по ее центру или непосредственно на поверхность грунта устанавливают штамп с внутренним обогревом, монтируют устройство для нагружения штампа, реперную систему с приборами для измерения осадок штампа.

Поверхность грунта в пределах площади установки штампа должна быть зачищена до ненарушенного мерзлого грунта и тщательно спланирована. Для достижения плотного контакта подошвы штампа с грунтом под штамп устраивают подушку из маловлажного песка средней крупности толщиной не более 1—2 см для глинистых и не более 5 см — для крупнообломочных грунтов.

Контроль глубины оттаивания грунта под штампом проводят с помощью температурных датчиков и металлического щупа. Температурные датчики устанавливают с интервалом в 10 см в две скважины диаметром 3—4 см и глубиной до 80 см, пробу-

ренные по краям штампа. Скважины необходимо тщательно гидроизолировать охлажденным глинистым грунтом.

Перед началом испытаний для достижения полного контакта штампа с грунтом, обжатия всех конструктивных элементов установки и исключения разуплотнения мерзлого грунта следует приложить на штамп (без включения его обогрева) нагрузку обжатия, соответствующую вертикальному нормальному напряжению от собственного веса грунта σ_{zg} на отметке испытания (с учетом собственного веса штампа и деталей установки, несбалансированных противовесом), но не менее 0,05 МПа. Нагрузку следует выдерживать до условной стабилизации деформации грунта (осадки штампа). Затем (без сброса нагрузки обжатия) устанавливают показания приборов на нулевые деления.

Проведение испытаний

Испытание проводят в два этапа:

1-й этап — создание под штампом зоны оттаявшего грунта на глубину 0,5 диаметра штампа под давлением p , соответствующим напряжению σ_{zg} на отметке испытания, и приложить нагрузку в соответствии с 7.3.4;

2-й этап — уплотнение оттаявшего грунта ступенчато-возрастающей нагрузкой. Общее число ступеней давления должно быть не менее пяти.

На первом этапе испытаний включают обогрев штампа с помощью обогревающего устройства.

Штамп обогревают до тех пор, пока глубина оттаивания под штампом не станет равной 25—30 см. После этого обогрев прекращают, и дальнейшее оттаивание грунта до глубины 0,5 диаметра штампа (примерно 40 см) происходит за счет запаса тепла в оттаявшем слое.

При понижении температуры грунта на глубине 40 см ниже 0 °С следует проводить кратковременный обогрев штампа, обеспечивающий поддержание оттаивания грунта под штампом в течение испытания до глубины, равной 0,5 диаметра штампа.

Отсчеты по температурным датчикам необходимо производить на первом этапе испытания сначала через каждый час, а по мере приближения границы оттаивания к глубине 40 см — через каждые 15 мин.

На втором этапе испытания отсчеты по температурным датчикам снимают один раз перед приложением очередной ступени давления.

Измерения глубины оттаивания грунта металлическим шупом следует проводить на первом этапе испытания дважды: после прекращения прогрева и при достижении нулевых температур на глубине 40 см, а на втором этапе — каждый раз перед приложением очередной ступени давления.

После стабилизации осадки оттаявшего грунта при напряжении σ_{zg} (первый этап испытаний) на штамп подают ступенчато-возрастающие нагрузки (второй этап испытаний). Каждую ступень давления выдерживают до условной деформации грунта (осадки штампа).

За критерий условной стабилизации деформации принимают скорость осадки штампа, не превышающую 0,1 мм за 2 ч для глинистых грунтов и 0,1 мм за 1 ч — для песков, крупнообломочных и сильновыветрелых скальных грунтов.

Отсчеты по приборам для измерения деформаций проводят на обоих этапах испытаний через 10; 20; 30 и 60 мин от начала испытания и далее — через каждый час до условной стабилизации осадки штампа на каждой ступени нагружения.

Значения ступени давления на штамп на втором этапе испытаний следует принимать: для песков и глинистых грунтов 0,05 МПа, для крупнообломочных грунтов—0,1

МПа, для сильновыветрелых скальных грунтов — 0,2 МПа.

После окончания испытания установку следует демонтировать, с поверхности оттаявшего грунта под штампом удалить верхний слой толщиной 10 см и отобрать два-три образца для лабораторных определений необходимых характеристик оттаявшего и уплотненного грунта. После этого следует удалить талый грунт, измерить и зарисовать чашу оттаявшего грунта под штампом.

Обработка результатов

Поданным испытаний вычисляют средние значения глубин оттаивания грунта (под центром и краями штампа) H и приращение абсолютной осадки штампа Δs_i , для каждой ступени давления.

Для каждой ступени давления вычисляют средние значения приращения относительной осадки $\Delta \delta_i$, и полного значения относительной осадки слоя по формулам:

$$\Delta \delta_i = \Delta s_i / H_i \quad (1)$$

$$\delta_i = \delta_{i-1} + \Delta \delta_i \quad (2)$$

По вычисленным значениям строят график зависимости относительной осадки штампа от давления $\delta = f(p)$.

На графике проводят осредняющую прямую методом наименьших квадратов или графическим методом.

За начальные значения p_0 и δ_0 (первая точка, включаемая в осреднение) принимают давление, равное напряжению σ_{zg} , за конечные значения p_n и σ_n , — такие, при которых нагрузка вызывает приращение осадки, превышающее ее значение на предыдущей ступени не более чем в два раза.

Коэффициент оттаивания A_{th} по графику $\delta = f(p)$ принимают равным отрезку, отсекаемому осредняющей прямой на оси ординат.

Коэффициент сжимаемости m_f , МПа, вычисляют по формуле

$$m_f = K(\Delta \delta / \Delta p) , \quad (3)$$

где $\Delta \delta$ устанавливаемое по графику приращение значения относительной осадки на осредняющей прямой, соответствующее интервалу Δp ;

K — безразмерный коэффициент напряженного состояния грунта, который принимают равным:

- 1,35 - для крупнообломочных грунтов и сильновыветрелых скальных грунтов;
- 1,30 - для песков и супесей;
- 1,20 - для суглинков;
- 1,0 - для глин.

По полученным значениям m_f вычисляют модуль деформации грунта E по формуле

$$E = \beta / m_f , \quad (4)$$

где β - коэффициент, значения которого принимают равными:

- 0,8 — для крупнообломочных грунтов и сильновыветрелых скальных грунтов;
- 0,74 — для песков и супесей;

0,62 — для суглинков;

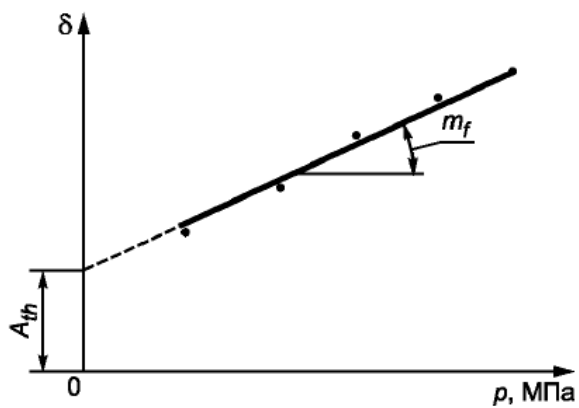
0,40 — для глин.

Коэффициент A_{th} определяют с точностью 0,001, коэффициент m_f — с точностью 0,0001.

Образец графического оформления результатов испытания мерзлого грунта горячим штампом

Результаты испытания мерзлого грунта горячими штампами оформляют в соответствии с рисунком Н.1.

График $\delta = f(p)$



A_{th} — коэффициент оттаивания; m_f — коэффициент сжимаемости; p — давление на грунт

Рисунок Н.1