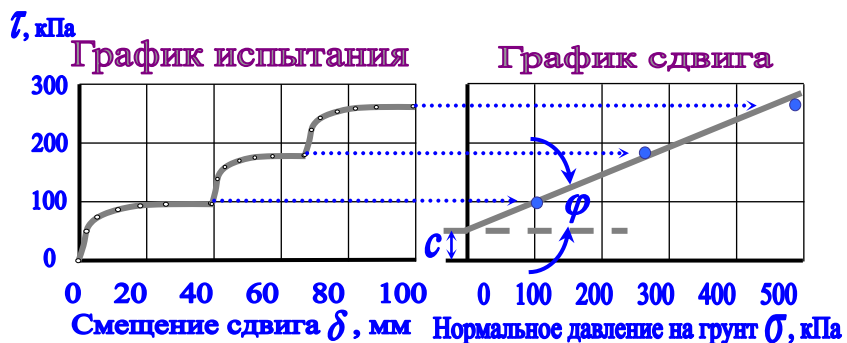
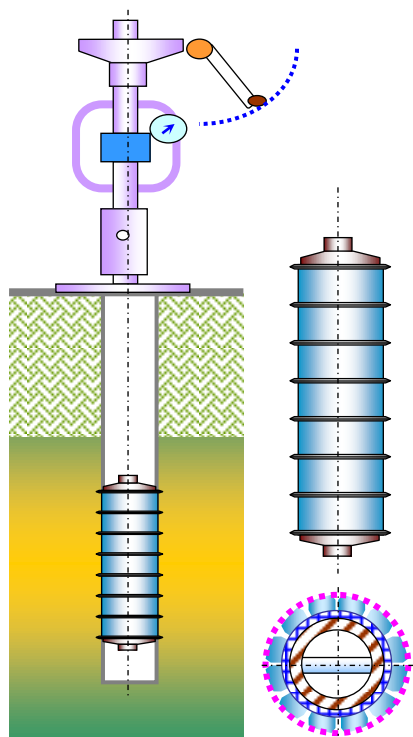
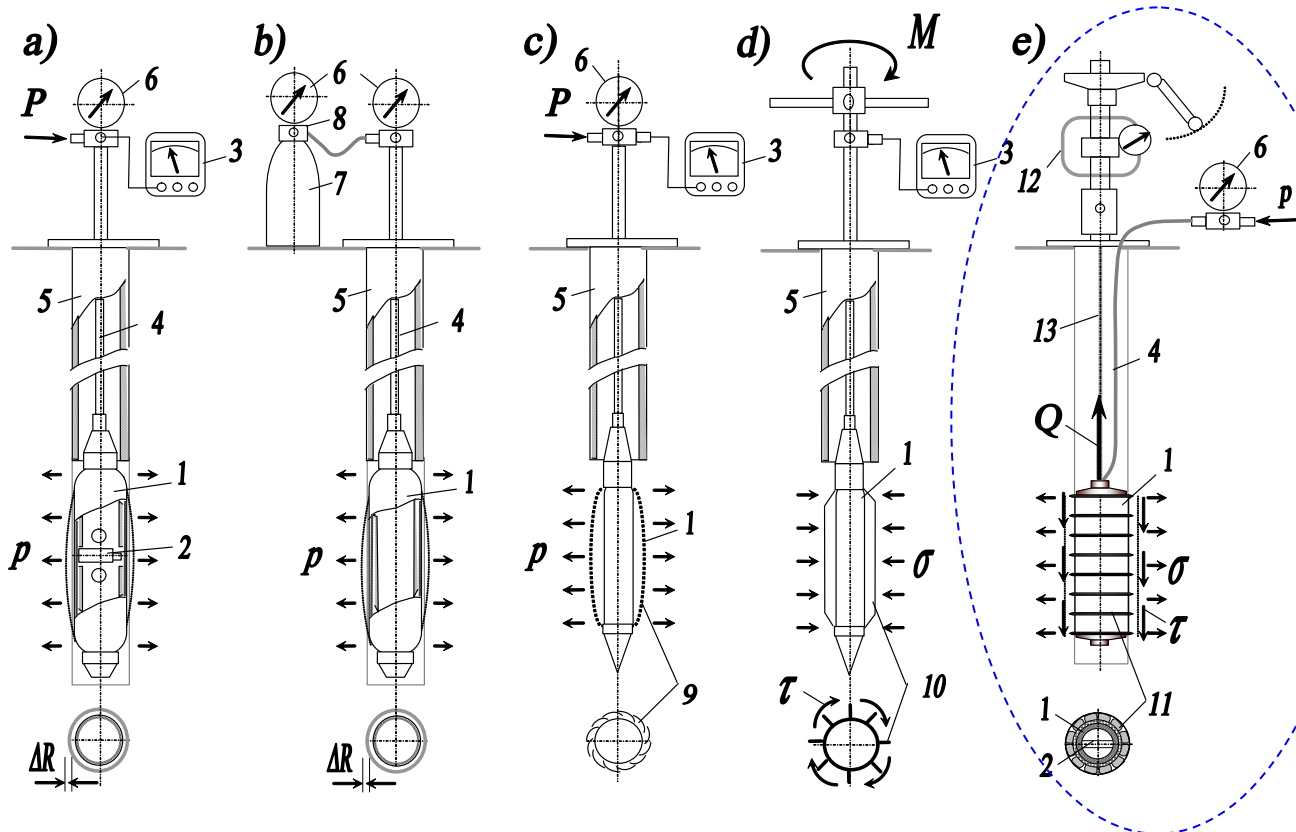


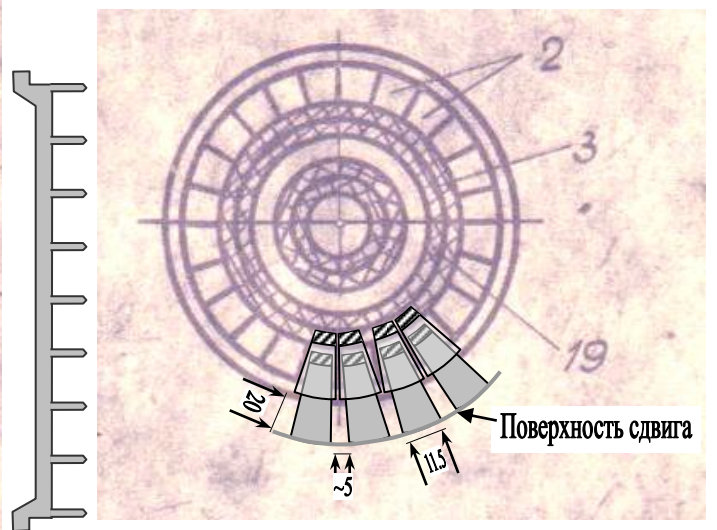
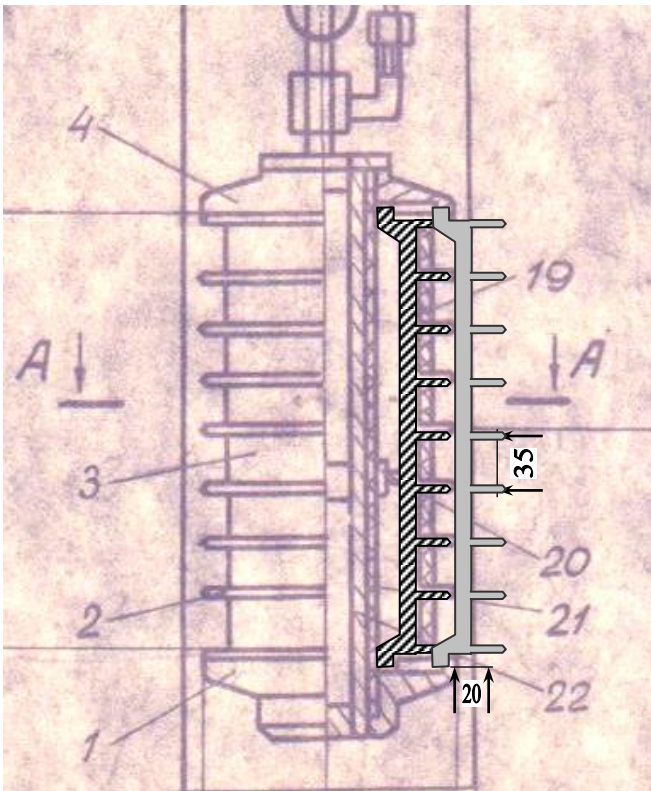
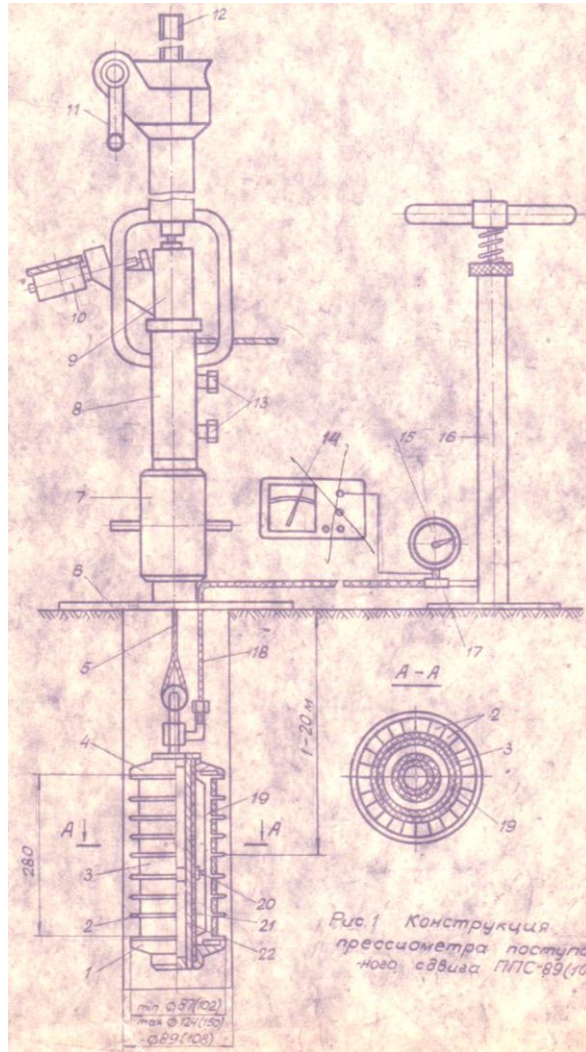
Прибор ППС-89

для полевых испытаний нескальных грунтов
методом поступательного среза под давлением



Приборы (прессиометры, зонды) для испытаний грунтов в скважинах





ГОСТ 21719-80. ГРУНТЫ. МЕТОДЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ НА СРЕЗ В СКВАЖИНАХ И В МАССИВЕ. – М.: ИЗД-ВО СТАНДАРТОВ, 1981.

МЕТОД КОЛЬЦЕВОГО СРЕЗА

3.1. Испытания грунтов методом кольцевого среза следует производить для определения прочностных характеристик - угла внутреннего трения φ в градусах и удельного сцепления C в МПа (кгс/см^2).

3.2. Значения прочностных характеристик грунта φ и C следует устанавливать по величинам нормально-го давления p в МПа (кгс/см^2) и сопротивления грунта срезу τ в МПа (кгс/см^2), относящегося к одному инженерно-геологическому элементу (слою) в соответствии с ГОСТ 20522-75, по уравнению

$$\tau = p \operatorname{tg}\varphi + C \quad (8)$$

Величину τ надлежит определять не менее чем при трех различных значениях p для инженерно-геологического элемента (слоя).

3.3. Аппаратура

3.3.1. Для испытания грунта методом кольцевого среза необходимо применять установки, состоящие из следующего основного оборудования:

- рабочего наконечника, состоящего из распорного штампа с продольными лопастями; штанг;
- устройств для создания и измерения нормального давления;
- устройств для создания и измерения крутящего момента;
- приборов для измерения деформации сжатия и среза грунта.

3.3.2. Аппаратура для испытания грунта методом кольцевого среза должна отвечать основным требованиям, изложенным в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4

Состав аппаратуры и ее характеристика	Основные параметры аппаратуры при испытании грунтов методами	
	кольцевого среза	поступательного среза
1. Распорный штамп размерами, мм:		
высота (длина)	200-300	240-320
минимальный диаметр (ширина)	87	87
максимальный диаметр (ширина)	146	146
2. Лопастей размерами, мм:		
толщина	0,5-1	0,5-1
высота (длина)	200-300	20-146
рабочая ширина	10	5-10
3. Расстояние между соседними лопастями по вертикали, мм	-	40
4. Устройство для создания нормального давления; максимальное нормальное давление, МПа (кгс/см^2), не менее	0,6(6)	0,6(6)
5. Устройство для измерения нормального давления; погрешность измерения нормального давления, МПа (кгс/см^2), не менее	0,01(0,1)	0,01(0,1)
6. Устройство для создания крутящего момента; максимальный крутящий момент, кН·см (кгс·см), не менее	20(2000)	-
7. Устройство для измерения крутящего момента; погрешность измерения крутящего момента, кН·см (кгс·см), не менее	0,4(40)	-
8. Устройство для создания срезающего давления; максимальное срезающее давление, МПа (кгс/см^2), не менее	-	0,5 (5)
9. Устройство для измерения срезающего давления; погрешность измерения срезающего давления, МПа (кгс/см^2), не менее	-	0,01 (0,1)
10. Прибор для измерения деформации сжатия грунта; погрешность измерения деформации сжатия грунта, мм, не менее	0,1	0,1
11. Прибор для измерения деформации среза грунта; погрешность измерения деформации среза грунта, мм, не менее	0,1	0,1

3.3.3. Конструкции установок должны обеспечивать:

- вдавливание продольных лопастей в грунт;
- фиксирование штанг по заданной глубине, исключая самопроизвольное вертикального перемещение продольных лопастей и штанг в процессе испытания грунта на срез;
- передачу и измерение нормального равномерного давления на распорный штамп;
- передачу и измерение ступенчатого или непрерывно возрастающего горизонтального срезающего давления на продольные лопасти;
- тарировку измерительных устройств.

3.4. Подготовка к испытанию

3.4.1. Подготовка к испытанию грунта следует производить в соответствии с требованиями п.п. 2.3.1-2.3.4; 2.3.8-2.3.11.

3.4.2. Перед проведением испытания грунта методом кольцевого среза необходимо тарировать: устройство для измерения крутящего момента (в соответствии с требованиями п. 2.3.5); устройство для измерения нормального давления. По результатам тарировки следует составлять график (таблицу) зависимости нормальной нагрузки p в кН (кгс) от показаний измерительного устройства N_n в атм.

3.4.3. В интервале 1,0 м выше и ниже отметки испытания грунтов опытные скважины необходимо проходить, соблюдая требования п. 2.3.6; при этом наконечник, используемый для проходки скважин вдавливающим или ударно-канатным (забивным) способом кольцевым забоем, должен быть в верхней его части дополнен расширителями для срезания грунта с измененными свойствами после проходки скважины башмаком наконечника.

3.4.4. Подготовленную колонну штанг с рабочим наконечником общей длиной на 0,8-1,2 м больше глубины отметки испытания следует опустить в скважину, постепенно наращивая эту колонну.

3.4.5. Верх колонны штанг надлежит соединить с головкой устройства для создания крутящего момента, а распорный штамп - с головкой устройства для создания нормального давления.

3.4.6. На установке необходимо смонтировать устройства для измерения нормального давления и крутящего момента, приборы для измерения деформации сжатия и среза грунта. Измерительные приборы надлежит защитить от воздействия атмосферных осадков.

3.4.7. Распорный штамп следует нагружать ступенями нормальных давлений по 0,01-0,02 МПа (0,1-0,2 кгс/см²) до его соприкосновения со стенками скважины. При этом каждую ступень давления надлежит создавать за 1-2 мин.

Момент соприкосновения распорного штампа со стенками скважины следует устанавливать по показаниям прибора для измерения деформации сжатия грунта. С учетом величины горизонтального перемещения стенок распорного штампа необходимо определить диаметр скважины после предварительного уплотнения грунта D_0 в см.

3.5. Проведение испытания

3.5.1. При толщине инженерно-геологического элемента (слоя) менее 4,5 высоты рабочего наконечника испытания грунта для определения значения φ и C следует производить в нескольких опытных скважинах, расположенных друг от друга на расстоянии 1-3 м.

3.5.2. Испытания грунта в опытных скважинах следует производить при консолидированном или неконсолидированном режимах.

Консолидированный режим испытания необходимо применять для определения прочностных характеристик песков крупных, средней крупности, мелких и пылеватых, средней плотности и рыхлых, маловлажных и влажных, а также глинистых грунтов с показателем консистенции $0.5 \leq I_L \leq 0.75$ в условиях стабилизированного состояния.

Неконсолидированный режим испытания надлежит применять для определения прочностных характеристик глинистых грунтов с показателем консистенции $I_L > 0.50$ при степени влажности $G > 0,8$ в условиях нестabilизированного состояния.

3.5.3. При консолидированном режиме испытания сначала следует произвести предварительное уплотнение грунта, а затем - срез грунта в процессе ступенчатого или плавного увеличения срезающего давления.

3.5.4. Предварительное уплотнение грунта в стенках скважины следует производить нормальными давлениями p , при которых в последующем определяют сопротивление грунта срезу τ .

Нормальное давление p следует передавать на грунт последовательно ступенями Δp ; величины давления p и их ступеней указаны в табл. 5.

Таблица 5

Вид и состояние грунта	Испытания на глубине, м	Нормальное давление p , МПа (кгс/см ²)			Ступени давлений, Δp , МПа (кгс/см ²)
		p_1	p_2	p_3	
Песчаные: пески крупные средней плотности и рыхлые; средней крупности	1-5	0,05 (0,5)	0,15 (1,5)	0,25 (2,5)	0,05 (0,5)
	5-10	0,10 (1,0)	0,20 (2,0)	0,30 (3,0)	
Глинистые с показателем консистенции $0 \leq I_L \leq 0.50$	10-20	0,15 (1,5)	0,25 (2,5)	0,35 (3,5)	
Песчаные: пески средней крупности и мелкие рыхлые; пылеватые средней плотности и рыхлые.	1-5	0,05 (0,5)	0,10 (1,0)	0,15 (1,5)	0,0025 -0,05
	5-10	0,05 (0,5)	0,15 (1,5)	0,25 (2,5)	(0,25-0,5)
Глинистые с показателем консистенции $0.5 \leq I_L \leq 0.75$	10-20	0,10 (1,0)	0,20 (2,0)	0,30 (3,0)	

Каждую ступень давления Δp , при предварительном уплотнении необходимо выдерживать не менее: для песчаных грунтов - 5 мин; для глинистых грунтов - 30 мин; конечную ступень - до условной стабилизации деформации сжатия грунта.

За условную стабилизацию деформации сжатия следует принимать приращение осадки грунта, не превышающее 0,1 мм за время, указанное в табл. 6.

В процессе предварительного уплотнения грунта, надлежит записывать в журнал испытаний, величины деформации сжатия грунта.

Таблица 6

Вид и состояние грунта $0 \leq I_L \leq 0.25$	Время, мин, условной стабилизации деформации, мин	
	сжатия	с
Песчаные: пески крупные со степенью влажности $0 < G \leq 0.8$; средней крупности и мелкие - с $G \leq 0.5$	30	1
Песчаные: пески средней крупности и мелкие со степенью влажности $0.5 < G \leq 0.8$; пылеватые - с $G \leq 0.5$ Глинистые с показателем консистенции $0 \leq I_L \leq 0.25$	60	3
Песчаные: пески пылеватые со степенью влажности $0.5 < G \leq 0.8$ Глинистые с показателем консистенции $0.25 \leq I_L \leq 0.75$	120	5

Отсчеты по приборам на каждой ступени давления следует производить:

при испытаниях песчаных грунтов - на промежуточных ступенях Δp в начале и конце ступени, а на конечной ступени давления p через 10 мин в течение первого получаса, через 15 мин в течение второго получаса и далее через 30 мин до условной стабилизации деформации грунта;

при испытаниях глинистых грунтов - на промежуточных ступенях давления Δp через 10 мин, а на конечной ступени давления p через каждые 15 мин в течение первого часа и 30 мин в течение второго часа и далее через 1 ч до условной стабилизации деформации грунта.

3.5.5. При передаче срезающего давления ступенями Δp величина их не должна превышать 10% от величины нормального давления p , при которой производится срез. После передачи ступени давления необходимо не реже чем через каждые 2 мин отмечать в журнале величины деформации среза до их условной стабилизации.

За условную стабилизацию деформации среза надлежит принимать приращение перемещения лопастей в плоскости среза, не превышающее 0,1 мм за время, указанное в табл. 6.

После достижения условной стабилизации деформации среза при данной ступени давления надлежит передавать следующую ступень срезающего давления.

3.5.6. При непрерывном возрастающем срезающем давлении скорость среза должна быть постоянной и соответствовать указанной в табл. 7.

Таблица 7

Вид грунта	Скорость среза, мм/мин
Песчаные	1,0
Глинистые:	
супеси	0,5
суглинки	0,2
глины	0,1

Примечание. При испытаниях с постоянной скоростью среза следует применять приборы с автоматической записью результатов испытаний.

3.5.7. Испытание следует считать законченным, если при приложении очередной ступени срезающего давления происходит резкое (на порядок) уменьшение величины этого давления или общая деформация среза превысит 50 мм.

При проведении среза с постоянной скоростью за окончание испытаний следует принимать момент, когда срезающее давление достигнет максимальной величины, после чего наблюдается некоторое его снижение или когда установлено постоянство значения деформации среза или если общая величина деформации среза превысит 50 мм.

После окончания испытания грунт следует разгрузить и произвести демонтаж аппаратуры.

3.5.8. При неконсолидированном режиме испытаний без предварительного уплотнения необходимо передать сразу в одну ступень нормальные давления p , при которых будет производиться срез грунта. Величины p следует принимать по табл. 5.

3.5.9. Срез грунта при неконсолидированном режиме испытаний надлежит осуществлять за время не более 5 мин, считая с момента окончания приложения нормального давления.

При передаче срезающего давления ступенями, не превышающими 10% нормального давления p , при котором производят срез, приложение ступеней должно следовать через каждые 15-30 с.

При передаче срезающего давления в виде непрерывно возрастающей скорости среза следует принимать в интервале 5-20 мм/мин, так чтобы испытание было закончено в течение указанного времени.

Момент окончания испытания устанавливают в соответствии с указаниями, приведенными в п. 3.5.7.

После окончания испытания грунт следует разгрузить и произвести демонтаж аппаратуры.

3.5.10. Результаты испытаний необходимо заносить в "Журнал полевых испытаний грунтов методом кольцевого среза" (рекомендуемое приложение 4). По окончании испытания следует записать максимальное показание измерительного устройства N_{\max} , которое было зафиксировано в процессе испытания.

3.5.11. После окончания испытаний грунтов необходимо выполнять требования, указанные в п. 2.4.6.

3.6. Обработка результатов

3.6.1. Обработку результатов испытаний надлежит выполнять по данным, внесенным в журнал (п. 3.5.10).

3.6.2. Максимальный крутящий момент M_{\max} в кН·см (кгс·см) необходимо вычислять по формуле (2).

3.6.3. Диаметр кольцевой поверхности среза D в см следует вычислять по формуле

$$D = D_0 + 2m \quad (9)$$

где D_0 - диаметр скважины после предварительного уплотнения грунта (п. 3.4.7), см;

m - рабочая ширина лопасти (табл. 4), см.

3.6.4. Сопротивление грунта срезу τ в МПа (кгс/см²) при каждом нормальном давлении p в МПа (кгс/см²) необходимо вычислять по формуле

$$\tau = 2 M_{\max} / (\pi D^2 H) \quad (10)$$

где M_{\max} - максимальный крутящий момент, определяемый по формуле (2), кН·см (кгс·см);

D - диаметр кольцевой поверхности среза, определяемый по формуле (9), см;

H - высота распорного штампа, см.

3.6.5. По величинам сопротивления грунта срезу τ , определенным при различных нормальных давлениях P , следует построить график зависимости $\tau = f(p)$ в соответствии с требованиями ГОСТ 23741-79; при этом необходимо провести прямую линию, занимающую среднее положение между всеми опытными точками.

По графику $\tau = f(p)$ следует производить контроль испытаний. При разбросе опытных данных (точек) относительно прямой линии более чем на 30% от величины среднего значения τ результаты испытаний следует считать неудовлетворительными и испытания надлежит повторить.

Прочностные характеристики грунта - угол внутреннего трения φ в градусах и удельное сцепление C в МПа (кгс/см²) - находят по графику зависимости $\tau = f(p)$. При этом величина C определяется как отрезок, отсекаемый прямой $\tau = f(p)$ на оси ординат, а тангенс угла наклона этой прямой к оси абсцисс есть тангенс угла внутреннего трения φ .

Нормативные и расчетные значения φ и C для каждого инженерно-геологического элемента (слоя) следует устанавливать по ГОСТ 20522-75.

3.6.6. Результаты определения τ и C необходимо выражать с погрешностью 0,01 МПа (0,1 кгс/см²), φ - 1 градус и регистрировать в журнале испытаний, указывая метод испытания и вид грунта. Результаты определений τ следует сопровождать указаниями величин нормальных давлений P , при которых было получено каждое значение τ . Величины τ , C и φ , полученные при неконсолидированном режиме испытаний, следует обозначать τ_n , C_n и φ_n .

4. МЕТОД ПОСТУПАТЕЛЬНОГО СРЕЗА

4.1. Испытания грунтов методом поступательного среза следует производить для определения прочностных характеристик - угла внутреннего трения φ в градусах и удельного сцепления C в МПа (кгс/см²).

4.2. Испытания грунтов методом поступательного среза необходимо осуществлять в соответствии с требованиями п. 3.2.

4.3. Аппаратура

4.3.1. Для испытания грунта методом поступательного среза необходимо применять установки, состоящие из следующего основного оборудования:

рабочего наконечника, состоящего из распорного штампа с поперечными лопастями;

штанг или троса;

устройств для создания и измерения нормального давления;

устройств для создания и измерения срезающего давления;

приборов для измерений деформации сжатия и среза грунта.

4.3.2. Аппаратура для испытаний грунта методом поступательного среза должна отвечать основным требованиям, изложенным в табл. 4.

4.3.3. Конструкции установок должны обеспечивать возможность:

передачи и измерения нормального равномерного давления на распорный штамп;

горизонтального вдавливания поперечных лопастей в стенки буровой скважины;

передачи и измерения ступенчатого или непрерывно возрастающего срезающего давления на поперечные лопасти;

тарировки измерительных устройств.

4.4. Подготовка к испытанию

4.4.1. Подготовка к испытанию грунта методом поступательного среза следует производить в соответствии с требованиями пп.

$$\tau = 0.95 Q / F \quad (11)$$

где Q - максимальное сопротивление грунта вертикальному срезу с учетом массы распорного штампа, кН (кгс);

F - площадь поверхности среза, см²;

0,95 - коэффициент, учитывающий сопротивление грунта перед верхней поперечной лопастью в установке поступательного среза.

Определения

Метод вращательного среза	Испытание на срез грунта, проводимое в условиях практического отсутствия дренирования путем приложения горизонтальной срезающей (касательной) нагрузки и смещения грунта по цилиндрической поверхности, образуемой вращением крыльчатки ниже забоя скважины или в массиве
Метод кольцевого среза	Испытание на срез грунта, предварительно уплотненного или неуплотненного нормальным давлением, проводимое путем приложения горизонтальной срезающей (касательной) нагрузки и смещения грунта по цилиндрической поверхности, образуемой в скважине вращением рабочего наконечника с продольными лопастями
Метод поступательного среза	Испытание на срез грунта, предварительно уплотненного или неуплотненного нормальным давлением, проводимое путем приложения вертикальной срезающей (касательной) нагрузки и смещения грунта по боковой поверхности, образуемой в скважине вертикальным перемещением рабочего наконечника с поперечными лопастями