

Министерство монтажных и специальных
строительных работ СССР

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ГЛУБИННОМУ УПЛОТНЕНИЮ
ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ПЕСЧАНЫХ
ОСНОВАНИЙ

ВСН 182 - 81
ММСС СССР

Москва - 1982

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие требования	3
2. Требования к проекту производства работ по глубинному уплотнению песчаных оснований	4
3. Технология глубинного уплотнения	4
4. Опытное уплотнение песчаных грунтов	8
5. Контроль качества уплотнения и приемка работ	10
6. Техника безопасности при глубинном уплотнении	11
<u>Приложения:</u> 1. Оборудование для глубинного выбро- уплотнения песчаных оснований	12
2. Определение степени уплотнения и расчетных значений прочностных и деформационных характеристик песчано- го грунта	16
3. Журнал работ по глубинному уплотне- нию водонасыщенного песчаного осно- вания	18
4. Журнал физико-механических характе- ристик грунтов из шурфа, открытого на участке опытного глубинного уплотне- ния	19

Редактор Ю.Я. Лукьянов
Технический редактор Г.С. Волгова
Корректор Л.А. Риндина

Подписано в печать 15.04.82.	Формат 60x84 1/16
Бумага тип. № 1 Печать на роталпринте	Усл. печ. л. 1,16
Уч.-изд. л. 1,2 Изд. № 638 Тираж 600 Зак. № 151	Цена 18 к

ООП ЦЕНТИ Минмонтажспецстроя СССР
117049, Москва, 3-49, ул. Димитрова, 38а

Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель министра
монтажных и специаль-
ных строительных ра-
бот СССР

К.К.ЛИПОДАТ

14 декабря 1981 г.

И Н С Т Р У К Ц И Я
по ГЛУБИННОМУ УПЛОТНЕНИЮ
ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ПЕСЧАНЫХ ОСНОВАНИЙ

ВСН 182 - 81
ММСС СССР

УДК 624.138.22(083.96)

Инструкция разработана во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидромеханизации, санитарно-технических и специальных строительных работ (ВНИИГС) Минмонтажспецстроя СССР в лаборатории наливных сооружений и оснований взамен "Временных указаний по глубинному уплотнению водонасыщенных песчаных оснований сооружений виброустановками ВНИИГС", МСН 182 - 68
ММСС СССР .

Приведенные в инструкции нормативные данные и требования по глубинному уплотнению водонасыщенных песчаных оснований базируются на материалах научных исследований и результатов широкого применения виброустановки ВУП-6 в промышленном, гражданском и гидротехническом строительстве.

Рекомендуемая технология и оборудование с простой конструкцией уплотнителя обеспечивают высокое качество и экономичность работ по глубинному уплотнению песчаных оснований в сравнении с другими способами.

Инструкция составлена: канд. техн. наук, заслуженным строителем РСФСР В.М.Зубовым, инженером В.М.Анисимовым и канд. техн. наук Е.Д.Ковалевским.

Минмонтажспецстрой СССР	Ведомственные строительные нормы	ВСН 182 - 81 ММСС СССР
	Инструкция по глубин- ному уплотнению водо- насыщенных песчаных оснований	Взамен МСН 182 - 68 ММСС СССР

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая инструкция распространяется на производст-
во работ по уплотнению водонасыщенных песчаных грунтов на глу-
бину 6 м, виброустановкой ВУУП-6*, осуществляемых для повыше-
ния несущей способности песчаных оснований в промышленном,
гражданском и гидротехническом строительстве.

Инструкция не распространяется на производство работ по
глубинному уплотнению пылеватых песков.

1.2. Глубинное уплотнение песчаных грунтов при уровне
грунтовых вод ниже 0,5 м от поверхности должно производиться
с искусственным водонасыщением.

1.3. Производству работ по уплотнению песчаных оснований
установкой ВУУП-6 должно предшествовать опытное уплотнение на
строительной площадке.

1.4. Уплотнение песчаных оснований виброустановкой ВУУП-6
должно осуществляться по проекту производства работ в соответ-
ствии с требованиями данной инструкции, главы СНиП III-8 "Земля-
ные сооружения" и главы СНиП III-9 "Основания и фундаменты".

*А.с. № 126803. Опубли. в Б.И., 1960, № 5.

Внесены Всесоюзным на- учно-исследовательским институтом гидромехани- зации, санитарно-техни- ческих и специальных строительных работ (ВНИИТС)	Утверждены Минмонтажспецстроем СССР 14 декабря 1981 г.	Срок введения 1 июля 1982 г.
--	---	---------------------------------

2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ГЛУБИННОМУ УПЛОТНЕНИЮ ПЕСЧАНЫХ ОСНОВАНИЙ

2.1. Проект производства работ по уплотнению должен содержать:

- а) план площадки, подлежащей уплотнению;
- б) проектную глубину уплотнения;
- в) перечень оборудования для уплотнения (рыхления) и его техническую характеристику (приложение I, рис.6);
- г) перечень оборудования для искусственного водонасыщения грунта при уровне грунтовых вод ниже 0,5 м от поверхности (приложение I, рис.7);
- д) схему уплотнения виброустановкой ВУУП-6 (сетку уплотнения и при необходимости сетку предварительного рыхления);
- е) технологический режим работы виброустановки ВУУП-6;
- ж) тип установки для динамического или статического зондирования;
- з) схему и глубину зондирования;
- и) расчетное значение показателя уплотненного песчаного грунта, определяемое в соответствии с приложением 2;
- к) состав работ по опытному уплотнению на строительной площадке, определяемый в соответствии с требованиями раздела 4 настоящей инструкции;
- л) данные о наименьших расстояниях от работающей установки ВУУП-6 до существующих объектов (в том числе до подземных сооружений и коммуникаций).

2.2. Наименьшее допустимое расстояние от работающей виброустановки ВУУП-6 должно быть не менее 40 м до зданий и подземных сооружений и не менее 25 м до подземных коммуникаций.

3. ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБИННОГО УПЛОТНЕНИЯ

3.1. Работы по уплотнению водонасыщенных песчаных грунтов виброустановкой ВУУП-6 на строительной площадке необходимо выполнять в следующем порядке:

а) подготовка площадки (срезание плодородного слоя, планировка). При планировке площадки должна быть учтена осадка поверхности после уплотнения песка (в процентах от проектной глубины уплотняемого песчаного грунта): крупного и средней крупности - 8%, мелкого песка - 5%;

б) разбивка и фиксация на площадке точек погружения уплотнителя виброустановки ВУУП-6;

в) искусственное водонасыщение песчаного грунта при уровне грунтовых вод ниже 0,5 м от спланированной поверхности;

г) уплотнение грунта установкой ВУУП-6 до проектной глубины согласно проекту производства работ.

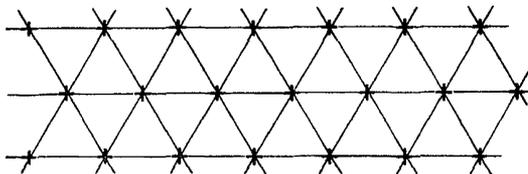


Рис.1. Сетка точек погружения уплотнителя ВУУП-6

3.2. Для глубинного уплотнения следует принимать равно- стороннюю треугольную сетку со сторонами, равными: для крупно- го и средней крупности песка - 3 м, для мелкого песка - 2 м (рис.1).

3.3. В песчаных грунтах, обладающих структурной проч- ностью, необходимо предварительно разрушить структурные связи в песке на проектную глубину уплотняемой толщи (глубинное "рыхление")* с помощью ВУУП-6.

3.4. Для глубинного "рыхления" и уплотнения песчаных грун- тов должна быть разбита согласно схеме, приведенной на рис.2, квадратная сетка со сторонами, равными 2 м.

3.5. Для производства работ по уплотнению песчаных грун- тов виброустановкой ВУУП-6 следует применять грузоподъемные механизмы, обеспечивающие возможность переноса виброустановки

*А.с. № 503981. Оpubл. в Б.И., 1976, № 7.

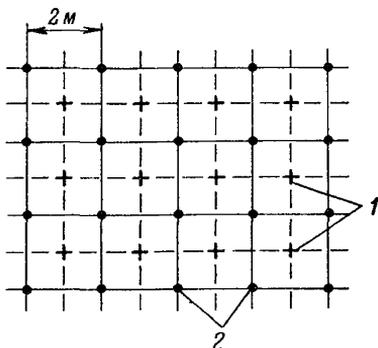


Рис.2. Схема расположения точек "рыхления" и уплотнения:
1 - точки уплотнения; 2 - точки "рыхления"

в вертикальном положении. Скорость извлечения уплотнителя грузоподъемным механизмом из грунта не должна превышать 5 м/мин.

3.6. Соединение уплотнителя с вибропогружателем в процессе уплотнения должно быть жестким и неизменным.

3.7. Подъем и перенос виброустановки ВУУП-6 во избежание ее повреждений должны производиться плавно, без рывков.

3.8. Включение вибропогружателя В-40I должно производиться после установки уплотнителя вертикально на поверхность грунта. Запрещается включение вибропогружателя при свободно подвешенном уплотнителе.

3.9. Уплотнение песчаных грунтов на глубину 6 м следует производить в соответствии с технологическим графиком (рис.3), который должен быть составлен по результатам опытного уплотнения на строительной площадке, осуществленного в соответствии с указаниями раздела 4 настоящей инструкции.

3.10. Полный цикл уплотнения песчаных грунтов на глубину 6 м в одной точке сетки должен продолжаться не менее 15 мин и состоять из 4 - 5 чередующихся погружений и подъемов уплотнителя. На каждой глубине погружения уплотнителя в одном цикле должен быть достигнут виброударный режим виброустановки ВУУП-6.

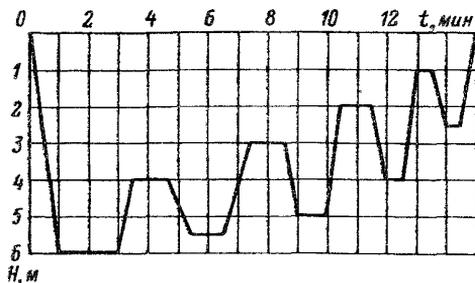


Рис.3. Технологический график уплотнения песчаного грунта

3.11. Погружение уплотнителя в грунт нужно производить, не допуская натяжения троса грузоподъемного механизма и отклонения виброустановки от вертикального положения.

3.12. После проведения работ по уплотнению в четырех точках на глубину 6 м необходимо сделать технологический перерыв в работе установки продолжительностью не менее 15 мин.

3.13. В случае уплотнения грунтов, требующих предварительного глубинного "рыхления", работы по "рыхлению" и уплотнению должны производиться поочередно: сначала в четырех точках сетки по оси "рыхления", затем в трех точках по оси уплотнения.

3.14. При "рыхлении" погружение и извлечение уплотнителя должно производиться без остановок. Время на "рыхление" грунта на глубину 6 м в одной точке не должно превышать 2 мин.

3.15. В случае использования для искусственного водонасыщения песчаного грунта уплотнителя виброустановки ВУУП-6 (см. приложение I, рис.7) сначала должен быть включен насос (с напором не менее 80 м) для подачи воды в трубчатую штангу уплотнителя, а затем вибропогружатель. При достижении уплотнителем проектной глубины подачу воды следует прекратить и продолжать работу по уплотнению в соответствии с указанием п.3.9 настоящей инструкции.

Примерное количество воды, необходимой для насыщения песчаного грунта, определяется по таблице.

Удельный вес сухого грунта, кН/м^3 (объемная масса скелета песка, г/см^3)	14,71(1,50)	15,20(1,55)	15,69(1,60)
Количество воды (в процентах от объема уплотняемого песка)	50	45	40

3.16. Технология уплотнения насыпных или намытых песчаных оснований виброустановками ВУУП-6 аналогична технологии уплотнения естественных песчаных оснований.

3.17. В процессе производства работ по уплотнению на строительной площадке следует вести журнал по форме, приведенной в приложении 3.

4. ОПЫТНОЕ УПЛОТНЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ

4.1. В результате опытного уплотнения должен быть определен технологический режим уплотнения, устанавливающий минимальное время, необходимое для достижения наибольшей плотности песчаного грунта.

4.2. В состав работ по опытному уплотнению входят:

- а) выбор и подготовка опытного участка (снятие плодородного слоя почвы, планировка);
- б) разбивка сетки рыления и уплотнения;
- в) опытное уплотнение;
- г) зондирование водонасыщенного песчаного грунта до и после уплотнения;
- д) водопонижение для проходки шурфа и отбора образцов грунта;
- е) проходка шурфа;
- ж) отбор из шурфа образцов грунта;
- з) камеральная обработка результатов зондирования и лабораторных определений плотности грунта по образцам.

4.3. Опытный участок следует располагать в пределах подлежащего уплотнению песчаного основания на площадке, имеющей наиболее характерные гранулометрический состав и плотность сложения песчаного грунта. Размер опытного участка не менее чем 10×10 м.

4.4. Уплотнение песчаного грунта без "рыхления" следует производить в семи точках, а с "рыхлением" в шести (рис.4). После уплотнения необходимо зафиксировать кольшками фактические места погружения уплотнителя для проведения зондирования.

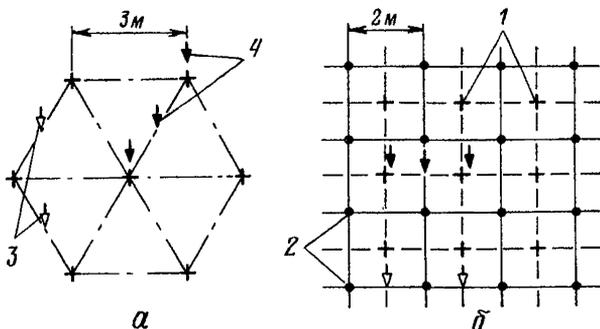


Рис.4. Схемы выполнения работ на участке опытного уплотнения песка: а - без "рыхления"; б - с предварительным рыхлением; 1 - точки уплотнения; 2 - точки рыхления; 3 - зондирование до уплотнения; 4 - зондирование после уплотнения

4.5. Оценка уплотнения песчаных грунтов должна производиться по показателям удельного веса сухого грунта γ_c^* и относительной плотности γ_{rel} , учитывающей как зерновой состав, так и форму частиц песчаного грунта. Показатели достигнутой плотности грунта по результатам зондирования должны быть сопоставлены с данными плотности сложения грунта образцов, отобранных из шурфов.

Значения показателей плотности по результатам зондирования и по отобранным образцам грунта должны быть определены в результате статистической обработки.

4.6. Зондирование и отбор образцов уплотненных песчаных грунтов следует производить не ранее чем через 2 недели в местах, указанных на рис.4 (в соответствии с ГОСТ 19912 "Грунты. Метод полевого испытания динамическим зондированием" и ГОСТ 20069 - 74 "Грунты. Метод полевого испытания статическим зон-

дированием"), при этом глубина зондирования должна быть ниже проектной отметки уплотнения на 1 м.

4.7. Шурф размерами в плане 2х1,5 м, глубиной не менее 3 м должен быть расположен на опытном участке таким образом, чтобы имелась возможность отбора образцов грунта из него в точке погружения уплотнителя и между двумя соседними точками погружения.

4.8. При проходке шурфа через каждые 50 см следует производить отбор шести образцов грунта.

4.9. По отобраным образцам определяют гранулометрический состав, удельный вес сухого грунта γ_c и относительную плотность грунта γ_d . Среднее значение γ_d уплотняемого на проектную глубину грунта не должно быть менее 0,66.

Данные по отбору образцов грунта заносят в журнал, форма которого приведена в приложении 4.

4.10. На выполненные работы по опытному уплотнению песчаного грунта должен быть оформлен акт, в котором следует указать технологический режим уплотнения, графики зондирования и данные по п.4.9. На основе акта в проект производства работ при необходимости должны быть внесены соответствующие изменения.

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УПЛОТНЕНИЯ И ПРИЕМКА РАБОТ

5.1. Контроль качества уплотнения песчаных грунтов следует проводить согласно требованиям настоящей инструкции и главы СНиП III-8 "Земляные сооружения".

5.2. В качестве основного метода контроля уплотнения песчаного грунта следует применять: для крупных и средней крупности песков - динамическое зондирование, для мелких песков - статическое зондирование, результаты которых должны сопоставляться с данными опытного уплотнения. Глубина зондирования должна быть больше проектной глубины уплотнения на 1 м.

5.3. Допустимое отклонение уменьшения плотности грунта от проектной не должно превышать $0,05 \text{ г/см}^3$ ($0,49 \text{ кН/м}^3$), при этом количество определений, давших большие значения, не должно превышать 10% от их общего числа.

5.4. Приемку уплотненного основания следует производить

согласно требованиям главы СНиП "Земляные сооружения" по приемке оснований сооружений.

5.5. Акт освидетельствования скрытых работ составляют представители организации, выполнявшей уплотнение, подрядчика, заказчика и авторского надзора в соответствии с требованиями СНиП III-I - 76.

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ГЛУБИННОМ УПЛОТНЕНИИ

6.1. При глубинном уплотнении песчаных оснований виброустановками ВУУП-6 должны выполняться правила техники безопасности, предусмотренные главой СНиП III-4 "Техника безопасности в строительстве", "Положением о режиме труда работников виброопасных профессий, организаций и предприятий Минмонтажспецстроя СССР" (ВСН 318 - 73), а также требованиями данного раздела.

6.2. При внезапной остановке вибропогрузателя по техническим причинам запрещается извлекать уплотнитель из грунта без вибрации. После устранения неисправности вибропогрузателя включают вибратор и вибрируют песок в течение 1 мин, после чего необходимо погрузить уплотнитель на 0,5 м, а затем со скоростью не более 3 м/мин извлечь из грунта.

6.3. В случае переноса виброустановки последняя должна быть поднята не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути препятствий.

6.4. При перерывах в работе и после окончания работ по уплотнению песчаных оснований виброустановку следует опускать на настил или на сухой грунт, оберегая вибропогрузатель от попадания в него песка.

6.5. Ответственный за техническую исправность виброустановки обязан не реже двух раз в смену производить тщательный осмотр: состояния болтовых соединений вибропогрузателя и уплотнителя; привода электродвигателя; шарниров подвески; концевых гаек валов; соединения электрического кабеля; сварных швов виброустановки.

6.6. Шурф на площадке опытного уплотнения песчаных грунтов роют с креплением стенок, не допуская при этом нарушения структуры грунта в местах отбора образцов.

П р и л о ж е н и е I

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГЛУБИННОГО ВИБРОУПЛОТНЕНИЯ
ПЕСЧАНЫХ ОСНОВАНИЙ

Виброустановка ВНИИГС ВУУП-6 состоит из уплотнителя и вибропогружателя В-40I (рис.5).

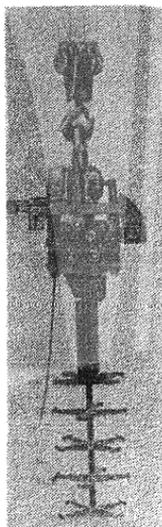


Рис. 5. Виброустановка ВУУП-6

Техническая характеристика виброустановки ВУУП-6

Мощность уплотняемого слоя, м	6
Продолжительность цикла уплотнения, мин	15
Производительность, м ³ /ч	170 - 210
Тип вибропогружателя	В-40I
Мощность электродвигателя, кВт	55
Частота вращения электродвигателя, об/мин	1470
Масса уплотнителя, кг	920
Высота уплотнителя, м	7
Диаметр уплотнителя, мм	1000

Частота вынужденных колебаний, кол./мин.....	1500 (25 Гц)
Амплитуда колебаний, мм	5 - 6
Общая высота виброустановки, м	8,8
Масса виброустановки, кг	3400
Грузоподъемность механизма, обслуживающего виброустановку, т	Не менее 6
Стоимость уплотнения 1 м ³ грунта (в ценах 1975 г.), коп.	25
Стоимость уплотнения 1 м ³ грунта при искусственном водонасыщении (уточняется проектом производства работ), коп.	30 - 35

Примечание. Рабочие чертежи виброустановки ВУУП-6 имеются во ВНИИГС (193148, Ленинград, ул. Карловская, 4).

Уплотнитель (рис.6) представляет собой сварную металлическую пространственную конструкцию, детали которой не требуют станочной обработки, и он может быть изготовлен силами строительной организации. Конструкция уплотнителя виброустановки ВУУП-6 для искусственного водонасыщения грунта представлена на рис.7.

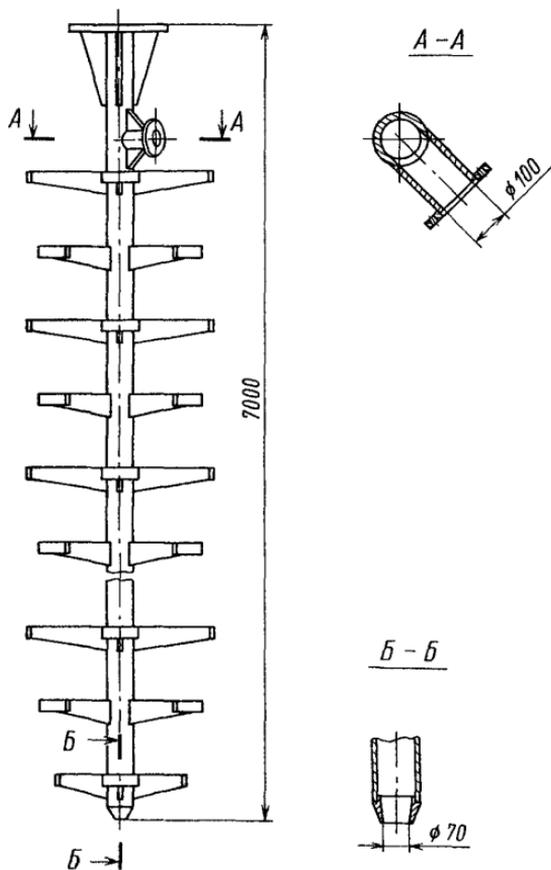


Рис. 7. Уплотнитель виброустановки ВУУП-6 для искусственного водонасыщения грунта

П р и л о ж е н и е 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ И РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕСЧАНОГО ГРУНТА

Для предварительной оценки уплотнения песчаного основания виброустановкой ВУУП-6 расчетная величина удельного веса сухого грунта γ_c в пределах всей глубины уплотненного грун-

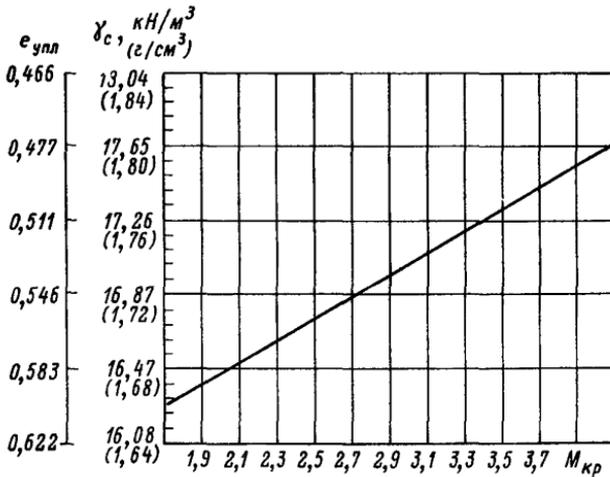


Рис.8. График для определения удельного веса сухого грунта различной крупности после уплотнения виброустановкой ВУУП-6

тового массива может быть определена из графика зависимости значения γ_c от модуля крупности M_k уплотняемого песка (рис. 8). Значения M_k принимаются по данным инженерно-геологических изысканий.

Модуль крупности песка определяют по данным гранулометрического состава уплотняемого песка и вычисляют по формуле:

$$M_k = \frac{m_{1,0} + m_{0,5} + m_{0,25} + m_{0,1} + m_{<0,1}}{100}$$

- где $m_{1,0}$ - сумма масс частиц крупнее 1 мм (сумма остатков на сите 1 мм), %;
- $m_{0,5}$ - сумма масс частиц крупнее 0,5 мм (сумма остатков на ситах 1,0 и 0,5 мм), %;
- $m_{0,25}$ - сумма масс частиц крупнее 0,25 мм (сумма остатков на ситах 1,0; 0,5 и 0,25 мм), %;
- $m_{0,1}$ - сумма масс частиц крупнее 0,1 мм (сумма остатков на ситах 1,0; 0,5; 0,25 и 0,1 мм), %;
- $m_{<0,1}$ - сумма масс всех частиц, включая отсеиваемые частицы менее 0,1 мм, %.

Степень уплотнения песчаного основания характеризует показатель относительной плотности, определяемый по формуле

$$\gamma_n = \frac{e_p - e_{упл}}{e_p - e_n},$$

где e_p и e_n - коэффициенты пористости песчаного грунта в соответственно максимально рыхлом и максимально плотном сложении, значения которых определяют на образцах песка, подлежащего уплотнению (по данным инженерно-геологических изысканий);

$e_{упл}$ - коэффициент пористости песчаного грунта после уплотнения виброустановкой ВУУП-6, определяемый по графику на рис.8.

Для расчета принимают средние арифметические значения e_p и e_n по результатам не менее чем шести определений.

Значение модулей деформации E и углов внутреннего трения γ_n после глубинного уплотнения песчаного грунта виброустановкой ВУУП-6 следует принимать по табл.1 приложения 22 главы СНиП II-15 "Основания зданий и сооружений" при коэффициенте пористости, равном $e_{упл}$. Удельное сцепление c_n уплотненных песков принимается равным нулю.

Наименование строительной организации _____
 Объект _____

Ж У Р Н А Л
 работ по глубинному уплотнению водонасыщенного
 песчаного основания

1. Глубина уплотнения _____ 4. Оборудование для уплотнения песчаного грунта _____
 2. Вид песчаного грунта _____ 5. Оборудование для водонасыщения песка _____
 3. Уровень грунтовых вод _____ 6. Размер сетки уплотнения _____

Дата, смена	Планировочная отметка, м	№ точек		Количество воды, подаваемой для насыщения грунта, м ³	Глубина погружения уплотнителя, м		Продолжительность цикла, мин		Объем уплотненно-го за смену грунта, м ³	Исполнитель (ф.и.о.)
		"рыхления"	уплотнения		при "рыхлении"	при уплотнении	при "рыхлении"	при уплотнении		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II

Примечания. 1. Графы 3, 6, и 8 заполняют при уплотнении песчаного грунта с предварительным рыхлением.
 2. Пункт 5 и графа 5 заполняются при уплотнении песчаного грунта с искусственным водонасыщением.

Прораб /подпись/

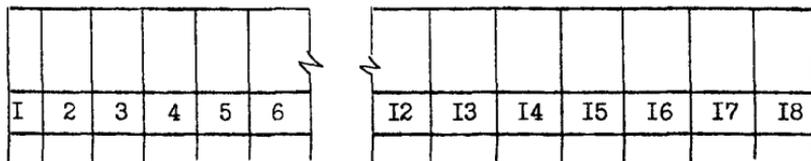
Мастер /подпись/

Наименование строительной организации _____
 Объект _____

Ж У Р Н А Л
 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ
 ИЗ ШУРФА, ОТКРЫТОГО НА УЧАСТКЕ ОПЫТНОГО
 ГЛУБИННОГО УПЛОТНЕНИЯ

1. Глубина уплотнения, м _____
2. Глубина рыхления, м _____
3. Уровень грунтовых вод, м _____
4. Оборудование для уплотнения _____
5. Продолжительность цикла уплотнения, мин _____
6. Продолжительность цикла "рыхления", мин _____

Приложение. Схема уплотнения (рыхления) с указанием мест отбора образцов грунта и зондирования.



С о д е р ж а н и е г р а ф

1. Лабораторный номер образца.
2. Место отбора образца.
3. Глубина отбора образца, м.
4. Гранулометрический состав песка (ГОСТ 12536-79).
5. Модуль крупности песка M_k .
6. Удельный вес частиц грунта, $H/см^3$ (удельный вес грунта, $г/см^3$), ГОСТ 5189 - 75.
7. Влажность грунта, % (ГОСТ 5180 - 75).
8. Удельный вес сухого грунта, $H/м^3$ (объемная масса скелета грунта, $г/см^3$), ГОСТ 5182 - 78.
9. Удельный вес грунта, $H/м^3$ (объемная масса грунта, $г/см^3$).

10. Удельный вес грунта в максимально рыхлом сложении, H/M^3 .
11. Удельный вес грунта в максимально плотном сложении, H/M^3 .
12. Пористость грунта, %.
13. Пористость грунта в максимально рыхлом сложении, %.
14. Пористость грунта в максимально плотном сложении, %.
15. Коэффициент пористости грунта.
16. Коэффициент пористости грунта в максимально рыхлом сложении.
17. Коэффициент пористости грунта в максимально плотном сложении.
18. Относительная плотность грунта.