

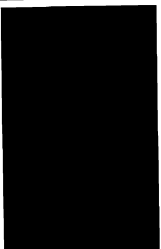



НИИОСП

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
имени Н.М. ГЕРСЕВАНОВА ГОССТРОЯ СССР  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
РУКОВОДЯЩИХ РАБОТНИКОВ  
И СПЕЦИАЛИСТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА  
МИНВУЗА СССР

---

РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО УПЛОТНЕНИЮ  
ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ  
ЗА МАЧИВАНИЕМ  
С УСТРОЙСТВОМ  
ГЛУБОКИХ ПРОРЕЗЕЙ,  
ПРИГРУЗКИ



ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
ИМЕНИ Н.М. ГЕРСЕВАНОВА ГОССТРОЯ СССР  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
РУКОВОДЯЩИХ РАБОТНИКОВ  
И СПЕЦИАЛИСТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА  
МИНВУЗА СССР

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО УПЛОТНЕНИЮ  
ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ  
ЗАМАЧИВАНИЕМ  
С УСТРОЙСТВОМ  
ГЛУБОКИХ ПРОРЕЗЕЙ,  
ПРИГРУЗКИ**

Рекомендации составлены в развитие раздела 4 Руководства по проектированию оснований зданий и сооружений /1/, раздела 3 Руководства по производству и приемке работ при устройстве оснований и фундаментов /2/.

В Рекомендациях изложены основные особенности уплотнения просадочных грунтов замачиванием с устройством глубоких прорезей или пригрузки.

Рекомендации разработаны на основе выполненных экспериментальных исследований эффективности устройства глубоких прорезей и пригрузки при уплотнении просадочных грунтов замачиванием.

Рекомендации разработаны канд. техн. наук И.Г.Рабиновичем, И.К. Попсуенко, С.М.-К.Хубаевым, инж. В.К.Когаем (НИОСП им. Н.М.Герсеванова) при консультациях д-р. техн. наук, проф. В.М.Крутова (ИМИКО при МИСИ им. В.В.Куйбышева) и участии инженеров А.Ф.Заворотнего (Днепропетровский филиал НИОСП), С.В.Таботы (Днепропетровский филиал Укр - востокГИИНИЗа) и предназначены для экспериментального внедрения метода уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием с устройством глубоких прорезей или пригрузки при строительстве зданий и сооружений на площадках со II типом грунтовых условий по просадочности.

Рекомендации одобрены и рекомендованы к изданию секцией Научно-технического совета НИОСП.

Все замечания и предложения по Рекомендациям просьба направлять по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., 6, НИИ оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова.

Ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский институт  
оснований и подземных сооружений  
имени Н.М.Герсеванова, 1985

## В В Е Д Е Н И Е

Для строительства на площадках, сложенных просадочными грунтами, целесообразно во многих случаях устранять их просадочные свойства. При просадке грунтов от собственного веса — в грунтовых условиях II типа по просадочности [1] наиболее простым, доступным и экономичным методом подготовки оснований является уплотнение грунтов предварительным замачиванием. Данный метод широко применяется при строительстве сельскохозяйственных, промышленных и жилых зданий, очистных и других сооружений, в особенности при сравнительно небольших нагрузках на фундаменты.

Однако возможность применения метода часто ограничивается из-за близкого расположения существующих зданий и сооружений, большого в ряде случаев расхода воды — 8–10 м<sup>3</sup> на I кв.м., сравнительно медленного протекания процессов промачивания и просадки грунтовой толщи, создания предпосылок для переувлажнения грунтов и подъема уровня грунтовых вод, недостаточной степени уплотнения верхних слоев и т.п.

Как показали экспериментальные исследования, одними из рациональных приемов по совершенствованию метода уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием являются:

а) устройство в просадочной толще по всему контуру или торцам замачиваемого котлована глубоких прорезей, исключающих или значительного снижающих взаимодействие увлажненного и неувлажненного массивов грунта и обеспечивающих проявление просадки грунтов от собственного веса, в основном, в пределах площади, ограниченной прорезями;

б) устройство по всей площади, контуру или меньшим сторонам замачиваемого котлована пригрузки из местного грунта или другого материала, в результате которой увеличивается напряжения в уплотненном массиве грунта и, следовательно, возрастает степень уплотнения, а также существенно уменьшаются размеры замачиваемой площади.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### Замачивание с устройством глубоких прорезей

1.1. Глубокая прорезь представляет собой относительно узкую полость - щель шириной не менее 40 и не более 200 мм, устраиваемую на глубину просадочной толщи  $H_{\text{п}}$  по контуру (или его части) замачиваемой площади (рис.1). В зависимости от назначения прорезей они заполняются местным измельченным маловлажным лессовидным грунтом или слабофильтрующим материалом - утяжеленным глинистым раствором и т.п.

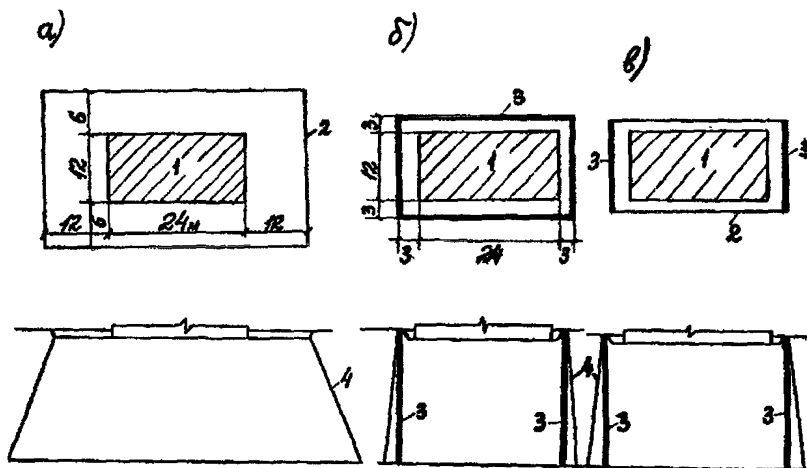


Рис.1. Схемы уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием по обычной методике [1] (а); с устройством глубокой прорези по всему контуру котлована (б); по меньшим сторонам котлована (в); 1-здание; 2-контур котлована; 3-глубокие прорези; 4-боковая граница увлажненной зоны

1.2. Глубокие прорези целесообразно устраивать для повышения эффективности уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием, на сравнительно небольшой площади - шириной  $B < H_{\text{п}}$ . Благодаря глубоким прорезям устраняется или значительно снижается сдер -

живающее просадку в боковых частях замачиваемого котлована взаимодействие увлажненного и неувлажненного грунта. Тем самым достигается снижение в 2-3 раза расхода воды на промачивание просадочной толщи, замачиваемой площади, продолжительности процессов промачивания и просадки, ширины зоны растекания воды в стороны от замачиваемой площади, расширение горизонтального участка кривой просадки поверхности грунта, т.е. участка с равномерной просадкой.

**Примечание.** Глубокие прорезы целесообразно устраивать также в случаях необходимости устранения просадок грунта организованным замачиванием в основаниях существующих зданий для выправления кренов или прогибов.

### Замачивание с устройством пригрузки

1.3. Пригрузка представляет собой дополнительную нагрузку, распределяемую по полосам определенной ширины по контуру (или его части) замачиваемой площади - котлована (рис.2), а в отдельных случаях - по всему котловану. Пригрузка может осуществляться местным глинистым грунтом или другими материалами - песком, гравием, щебнем, гравийно-песчаной смесью в виде временной насыпи, а также путем укладки железобетонных, металлических элементов - блоков, балок и т.п.

1.4. Пригрузку целесообразно устраивать для повышения эффективности уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием на сравнительно небольшой площади - шириной  $b < H_{\text{г}}$ . Благодаря пригрузке повышается давление в уплотняемом массиве грунта, в верхних слоях, соответственно возрастает просадка и скорость ее развития, степень уплотнения грунта, уменьшается глубина, с которой она начинает происходить, снижается толщина грунтовой подушки. Кроме того, пригрузка аналогично глубокой прорези (п.1.2) резко снижает взаимодействие увлажненного и неувлажненного грунта, обеспечивая расширение горизонтального участка просадки поверхности грунта, снижение в 2-3 раза замачиваемой площади и расхода воды.

**Примечание.** Пригрузку целесообразно устраивать также в случаях необходимости устранения просадок грунта организованным замачиванием в основаниях существующих зданий и сооружений для выправления крена или прогиба.

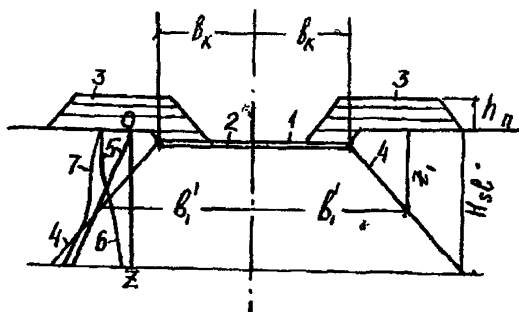


Рис.2. Схема уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием с устройством пригрузки:  
 1-котлован для замачивания; 2-дренажный слой; 3-пригрузка; 4-боковая граница увлажненной зоны; 5-вспора давления (напряжения) от собственного веса грунта; 6-вспора дополнительного давления от пригрузки; 7-вспора суммарного давления;  $b_k$  -полуширина пригрузки;  $b'_i$  -полуширина увлажненной зоны на той или иной глубине  $z$ ;  $H_{ср}$  -глубина просадочной толщи

## 2. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### Замачивание с устройством глубоких прорезей

2.1. В проекте уплотнения просадочных грунтов замачиванием с устройством глубоких прорезей наряду с обычными данными проекта замачивания (см.п.4.152 Руководства [1]) должны быть указаны глубина, длина, материал заполнения прорезей, их плановое расположение по отношению к контуру замачиваемой площади (котлована), проектируемым и существующим зданиям, а также размеры котлована в плане с учетом их уменьшения в результате устройства прорезей.

2.2. Расположение глубокой прорези по контуру замачиваемой площади (котлована) определяется в зависимости от грунтовых условий (с учетом пространственных изменений просадочных свойств грунта), формы и размеров проектируемого здания в плане, конструкции, размеров и нагрузок фундаментов, расстояния до существующих зда -

ний и сооружений. Глубокая прорезь может располагаться вдоль всего контура котлована, его меньших сторон (торцов), по стороне, вблизи которой находятся существующие здания (рис.1). Расстояние прорези от края источника замачивания принимается равным 1,5-2 м.

2.3. Размеры котлована в направлении его сторон с предусматриваемыми глубокими прорезями принимаются на 3-4 м большими соответствующих размеров здания в плане, считая от внешних граней фундаментов наружных стен или колонн крайнего ряда.

2.4. Расстояние от замачиваемой площади в направлении ее сторон с глубокими прорезями до существующих зданий или сооружений можно принимать 1,5 раза меньшим, по сравнению с рекомендуемым в п.4.150 Руководства [1] при обычном замачивании.

2.5. Угол распространения влаги в стороны от котлована (в расчетах необходимого количества воды) принимается в 1,2 раза меньшим, по сравнению с соответствующими рекомендациями п.4.159 Руководства [1].

#### Замачивание с устройством пригрузки

2.6. В проекте уплотнения просадочных грунтов замачиванием с устройством пригрузки, наряду с обычными данными проекта замачивания (см. п.4.152 Руководства [1]), должны быть указаны форма, размеры (высота, ширина, длина), плановое расположение и материал пригрузки, а также приведены эпюры распределения давлений по глубине просадочной толщи, ожидаемые величины просадок массива грунта под пригрузкой и вне ее, размеры котлована в плане с учетом их уменьшения в результате устройства пригрузки.

2.7. Расположение пригрузки по контуру замачиваемой площади (котлована) определяется в зависимости от грунтовых условий (с учетом пространственных изменений просадочных свойств грунта, в том числе ожидаемых величин просадки), формы и размеров проектируемого здания в плане, конструкции, размеров и нагрузок фундаментов, расстояния до существующих зданий и сооружений.

Пригрузка может располагаться вдоль всего контура котлована, его меньших сторон (торцов), по стороне, вблизи которой находятся существующие здания, а в отдельных случаях - по всему котловану. При этом, пригрузка может быть выполнена за контуром котлована и частично в его пределах (рис.2). Последний вариант пригрузки реко-



мендуется принимать, когда здание имеет небольшую ширину (до 12 м).

2.8. Ширину, высоту, плотность (объемный вес) материала пригрузки устанавливаются исходя из условия, чтобы давление в основании насыпи составляло в среднем 0,15-0,2 давления от собственного веса грунта на нижней границе просадочной толщи с учетом снижения размеров замачиваемого котлована в плане в направлении расположения пригрузки до размеров проектируемого здания, а иногда и менее на  $0,1-0,3 H_{\text{г}}$ .

Ширина пригрузки должна составлять, как правило, не менее  $0,3-0,6$  глубины просадочной толщи  $H_{\text{г}}$ .

2.9. Оптимальные размеры - высоту и ширину пригрузки необходимо уточнять на основе результатов расчета суммарных вертикальных напряжений от веса грунта и пригрузки, используя решения задач о распределении напряжений в линейно-деформируемом полупространстве под полосообразной, прямоугольной или трапециевидальной нагрузкой [3] (в зависимости от формы и размеров пригрузки).

2.10. Замачивание грунтов с устройством пригрузки осуществляют в котлованах, отрываемых за счет снятия растительного слоя на глубину 0,4-1 м. Для ускорения фильтрации воды в грунт целесообразно предусматривать отсыпку на дне котлована дренирующего слоя толщиной 6-8 см из песка или гравия, а в необходимых случаях - и устройство дренирующих скважин по рекомендациям п.4.157 Руководства [1].

### 3. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

#### Замачивание с устройством глубоких прорезей

3.1. Глубокие прорезы по контуру (или его части) замачиваемой площади устраиваются после разработки и планировки котлованов путем забивки специального режущего наконечника, или бурения часто расположенных скважин (возможно сочетание обоих способов на различных участках прорези).

**П р и м е ч а н и е.** В экспериментальном порядке для устройства прорези целесообразно использование технологии высоконапорных гидравлических струй и режущих тросов.

3.2. Забивка режущего наконечника (рекомендуемая конструкция на рис.3) может осуществляться с помощью буровых установок УТВ-50 М, ЛБУ-50, УТВ-25 М и т.п.

Технологическая схема производства работ по устройству прорези забивкой наконечника включает следующие основные этапы:

а) бурение лидерных скважин в количестве, определяемом исходя из конструктивных особенностей режущего наконечника, формы, размеров замачиваемой площади, глубиной  $1,05-1,1 H_{г}$  и диаметром, превышающим на 20-30 мм диаметр центральной несущей части наконечника;

б) проходку прорези забивкой наконечника, осуществляемой от - дельными рейсами;

в) засыпку готовой прорези измельченным маловлажным лессовым грунтом (с его периодическим доувлажнением водой) или слабофильтрующим материалом.

3.3. Устройство глубокой прорези путем бурения часто расположенных скважин целесообразно выполнять с помощью буровых станков, приспособленных для шнекового бурения - УТВ-50 М, ЛБУ-50, УРБ-2А-2. Шнековое бурение для устройства прорезей осуществляется сплошным забоем с непрерывным углублением скважины колонной шнеков и подачей выбуренного грунта на "выброс". Для обеспечения максимально возможного разделения скважинами взаимодействующих грунтовых массивов, составляющего 85-95%, скважины располагаются на минимально возможном расстоянии друг от друга; при этом особое внимание необходимо уделять обеспечению вертикальности и взаимной параллельности стволов скважин путем тщательной планировки площадки и соответствующей установки бурового станка. Технологическая схема производства работ по устройству глубоких прорезей бурением скважин включает следующие основные этапы: бурение первой группы скважин отрезки при расстоянии между ними  $(1,1-1,2)$  диаметра скважин; заполнение стволов скважин измельченным лессовым грунтом или слабофильтрующим материалом; бурение второй группы скважин в промежутках между скважинами первой группы; заполнение стволов второй группы скважин.

#### Замачивание с устройством пригрузки

3.4. Уплотнение просадочных грунтов замачиванием с устройством пригрузки осуществляется в следующем порядке: отрывается котлован для замачивания грунтов, возводится пригрузка, укладывается дренарующий слой, устраиваются, при необходимости, дренажные скважины, производится замачивание. После условной стабилизации просадок замачивание прекращается и материал пригрузки удаляется с площадки.

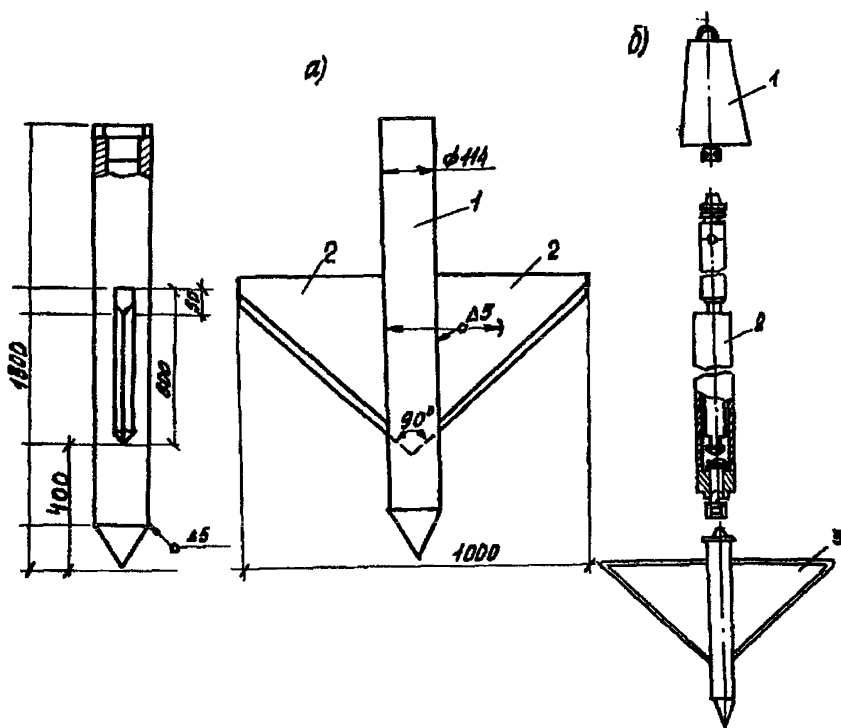


Рис.3. Конструктивная схема рекомендуемого режущего наконечника и комплект навесного оборудования для устройства глубоких прорезей  
 а-конструктивная схема; 1,2 - толстостенная труба, лопасти;  
 б-комплект навесного оборудования; 1,2,3 - ударный молот, забивной патрон, режущий наконечник

Примечания: 1. Работы по устройству пригрузки в виде насыпи должны выполняться в соответствии с действующими нормативными документами и руководствами к ним по производству земляных работ.

2. Углы откоса насыпей принимаются с учетом обеспечения устойчивости откосов при просадке грунтов в котловане.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию оснований зданий и сооружений М., Стройиздат, 1978.

2. Руководство по производству и приемке работ при устройстве оснований и фундаментов. М., Стройиздат, 1977.

3. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс). М., Высшая школа, 1983.

4. А.С. 850799 (СССР). Способ определения просадочных свойств грунта. /Среднеазиатский филиал НИИ оснований и подземных сооружений. Авт.изобрет. В.И.Крутов, И.К.Попсуенко. - Заявл. 19/х-1979 № 2830618/29-33. Опубл. в Б.И. 1982, № 28.

5. А.С. 1052623 (СССР). Способ уплотнения просадочного грунта. /НИИ оснований и подземных сооружений. Авт.изобрет.В.И.Крутов, А.С.Ковалев, А.Ф.Заворотный. - Заявл. 7/1-1982 № 3376688/29-33, Опубл. в Б.И. 1983, № 41.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
1. Общие положения . . . . .	4
2. Особенности проектирования . . . . .	6
3. Особенности производства работ . . . . .	8
Список литературы . . . . .	II

