

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚР ҚҰРЫЛЫСТЫҚ НОРМАЛАРЫ

Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РК

ТАПТАЛҒАН ҚАЗАНДЫҚТАРДАҒЫ ІРГЕТАСТАР. ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ЖОБАЛАУ

ФУНДАМЕНТЫ В ВЫТРАМБОВАННЫХ КОТЛОВАНАХ. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**ҚР ҚН 5.01-06-2002
СН РК 5.01-06-2002**

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Индустрия және сауда
министрлігінің Құрылыс істері жөніндегі комитеті

Комитет по делам строительства Министерства
индустрии и торговли Республики Казахстан

Астана 2003

КІРІСПЕ

- | | |
|--|---|
| 1. ЖАСАҒАН: | ҚазСҚСҒЗИ-ының Оңтүстік Қазақстан ТМК-ы. |
| 2. ҰСЫНҒАН: | Қазақстан Республикасы Индустрия және сауда министрлігінің (ҚР ИжСМ) Құрылыс істері жөніндегі комитетінің Техникалық нормалау және жаңа технологиялар басқармасы. |
| 3. ҚАБЫЛДАНҒАН ЖӘНЕ ІСКЕ ЕНГІЗІЛГЕН МЕРЗІМІ: | ҚР ИжСМ Құрылыс істері жөніндегі комитетінің 2003 жылғы 20 ақпандағы № 22 бұйрығымен 2003 жылдың 1 сәуірінен бастап енгізілді. |
| 4. ОРНЫНА: | Бірінші рет енгізілген. |
| 5. ӨЗІРЛЕГЕН: | "KAZGOR" Жобалау академиясы орыс тіліндегі ҚР ҚНЖЕ 1.01-01-2001-дің талаптарына сәйкес өзірледі. |

Осы нормативтің қолдану мерзімі мемлекеттік тілде қайта басылғанға дейін белгіленеді.

ПРЕДИСЛОВИЕ

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. РАЗРАБОТАНЫ: | Южно-Казахстанским ДГП КазНИИССА |
| 2. ПРЕДСТАВЛЕНЫ: | Управлением технического нормирования и новых технологий в строительстве Комитета по делам строительства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (МИИТ РК). |
| 3. ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ | Приказом Комитета по делам строительства МИИТ РК от 20 января 2003 года № 22 с 1 апреля 2003 года. |
| 4. ВЗАМЕН: | Введен впервые. |
| 5. ПОДГОТОВЛЕНЫ: | Проектной академией "KAZGOR" в соответствии с требованиями СНиП РК 1.01-01-2001 на русском языке. |

Срок действия данного норматива устанавливается до переиздания на государственном языке.

Осы мемлекеттік нормативті ҚР сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі Уәкілетті мемлекеттік органының рұқсатынсыз ресми басылым ретінде толық немесе жекелей қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды.

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства РК.

СОДЕРЖАНИЕ

Область применения.....	3
Нормативные ссылки.....	3
1. Виды ФВК и область их применения.....	3
Виды ФВК.....	3
Область применения.....	4
2. Геометрические параметры ФВК и их назначение.....	5
3. Расчет ФВК и их оснований.....	6
Основные положения.....	6
Расчет деформаций ФВК и их оснований.....	7
Расчет несущей способности удлиненных отдельно стоящих ФВК.....	9
4. Конструирование ФВК.....	11
Приложение 1. <i>Рекомендуемое</i> Схемы фундаментов в вытрамбованных котлованах.....	12
Приложение 2. <i>Рекомендуемое</i> Схемы фундаментов в вытрамбованных котлованах без уширенного основания и с уширенным основанием.....	13
Приложение 3. <i>Рекомендуемое</i> Схема фундамента в вытрамбованном котловане с несущим слоем.....	14
Приложение 4. <i>Рекомендуемое</i> Схемы ленточных прерывистых, сплошных и арочных фундаментов в трамбованных котлованах.....	15
Приложение 5. <i>Рекомендуемое</i> Схема фундамента в вытрамбованном котловане на месте пересечения стен.....	16
Приложение 6. <i>Рекомендуемое</i> Схемы общего, спаренного и отдельных фундаментов в вытрамбованных котлованах у деформационных швов.....	17

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РК

ФУНДАМЕНТЫ В ВЫТРАМБОВАННЫХ КОТЛОВАНАХ. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

FOUNDATIONS IN TAMPED EXCAVATIONS. RULES OF WORK CALCULATION AND DESIGN

Дата введения - 01.04.2003 г.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие нормы распространяются на фундаменты в вытрамбованных котлованах (далее ФВК) и устанавливают порядок их расчета и проектирования.

Нормы не определяют порядок расчета и правила проектирования фундаментов на уплотненных грунтовых массивах, устраиваемых путем вытрамбовывания котлованов и последующего втрамбовывания в них грунтов или жестких материалов (гравия, щебня, гравийно-галечниковой смеси и т.п.).

Нормы не предусматривают порядок расчета и правила проектирования ФВК на подрабатываемых территориях и площадках, сложенных намывными, набухающими, засоленными, пучинистыми, мерзлыми и биогенными грунтами, а также илами.

Рекомендуемые положения в нормативном документе выделены курсивом.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих строительных нормах используются ссылки на следующие строительные нормы и правила:

СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений»;

СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»;

СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции»;

СН РК 5.01-07-2002 «Фундаменты в вытрамбованных котлованах. Правила производства и приемки работ»

1. ВИДЫ ФВК И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Виды ФВК

1.1. ФВК подразделяются в зависимости от следующих факторов:

- а) формы в плане;
- б) пространственной формы;
- в) глубины заложения;
- г) конструктивных особенностей элементов, предназначенных для сопряжения с фундаментными и надземными конструкциями;
- д) способа устройства основания;
- е) размещения в плане и взаимовлияния друг на друга;
- ж) конструкции нижней части;
- з) способа изготовления фундамента;
- и) вида материала.

1.2. По форме в плане ФВК подразделяются на прямоугольные, квадратные, шестигранные и круглые.

1.3. По пространственной форме ФВК подразделяются на пирамидальные, конические и комбинированные (приложение 1).

1.4. По глубине заложения ФВК подразделяются на неглубокого

заложения при $d_p/b_m \leq 1,5$ и удлиненные при $d_p/b_m > 1,5$ (d_p - глубина вытрамбовывания котлована, b_m - ширина котлована на глубине $0,5 d_p$).

1.5. По конструктивным особенностям элементов, предназначенных

для сопряжения с фундаментными и надземными конструкциями ФВК подразделяются на следующие виды:

- а) со стаканом для установки колонны или опоры;
- б) с анкерными болтами или плитами;
- в) с гнездами для опирания фундаментных балок;
- г) с консолями, устраиваемыми после возведения фундамента.

1.6. По способу устройства основания ФВК подразделяются на следующие виды:

а) без уширенного основания, устраиваемые путем вытрамбовывания в грунте котлованов с последующим изготовлением в них монолитных или установкой сборных фундаментов (приложение 2);

б) с уширенным основанием, устраиваемые путем втрамбовывания в дно вытрамбованных котлованов отдельных порций жесткого материала (щебня, гравия, гравийно-галечниковой смеси и т.п.) с последующим изготовлением в них, как правило, монолитных фундаментов (приложение 2);

в) с несущим слоем, состоящим из фундамента с уширенным основанием в центре двух (или более) вспомогательных котлованов, в дно которых втрамбован жесткий материал, а внутренняя часть заполнена уплотненным грунтом и жестким материалом (приложение 3);

1.7. По размещению в плане и взаимовлиянию друг на друга ФВК подразделяются на следующие виды:

- а) отдельно стоящие;
- б) ленточные;
- в) кустовые.

К отдельно стоящим относятся фундаменты, воспринимающие нагрузку без ее перераспределения на соседние фундаменты. Вытрамбовывание котлованов под отдельно стоящие фундаменты производится с максимальным исключением пересечения уплотненных зон грунта под ними.

К ленточным относятся фундаменты, обеспечивающие передачу нагрузки на грунты основания распределено по длине. Они подразделяются на следующие подвиды: прерывистые неглубокого заложения, сплошные неглубокого заложения, арочные удлиненные.

К ленточным прерывистым относятся фундаменты, размещаемые в плане через определенное расстояние, обеспечивающее пересечение уплотненных зон грунта под вытрамбованными котлованами (приложение 4).

К ленточным сплошным относятся фундаменты, устраиваемые в непрерывном котловане с общей уплотненной зоной грунта (приложение 4).

К ленточным арочным относятся фундаменты, состоящие из ФБК (с консолями), располагаемых непрерывно друг за другом (приложение 4).

К кустовым относятся фундаменты, состоящие из нескольких объединенных общим ростверком ФБК с уширенным основанием, передающих нагрузку на грунты основания совместно. При вытрамбовывании котлованов под кустовые фундаменты обеспечивается формирование общей уплотненной зоны грунта.

1.8. По конструкции нижней части ФБК подразделяются на фундаменты с заостренным и плоским нижним концом.

1.9. По способу изготовления ФБК подразделяются на монолитные и сборные. Монолитные изготавливаются путем заполнения вытрамбованных котлованов бетоном, а сборные — путем установки в котлованы сплошных или пустотелых фундаментов. Сборные фундаменты, как правило, устраиваются неглубокого заложения.

1.10. По виду материала ФБК подразделяются на бетонные и железобетонные.

1.11. Кроме фундаментов, указанных в п.п. 1.2-1.10 допускается применять и другие новые виды ФБК, технология устройства и особенности работы которых изучены экспериментально.

Область применения ФБК

1.12. Область применения ФБК определяется конструктивными особенностями зданий и сооружений, характером и величиной нагрузок, грунтовыми условиями площадок строительства и безопасным расстоянием от места вытрамбовывания котлованов до существующих зданий, сооружений и инженерных коммуникаций.

1.13. В зависимости от конструктивных особенностей зданий и сооружений, а также характера и величины нагрузок ФБК следует применять:

а) отдельно стоящие без уширенного основания - для возведения зданий и сооружений с любым конструктивным решением, при вертикальной нагрузке на фундамент от 300 до 1000 кН;

б) отдельно стоящие с уширенным основанием — для возведения зданий и сооружений с любым конструктивным решением, при вертикальной нагрузке на фундамент от 500 до 3500 кН;

в) ленточные прерывистые и отдельно стоящие - для возведения бескаркасных жилых и промышленных зданий, при вертикальной распределенной нагрузке на фундамент до 300 кН/м;

г) ленточные сплошные — для возведения бескаркасных жилых и промышленных зданий, при вертикальной распределенной нагрузке на фундамент до 400 кН/м;

д) ленточные арочные — для возведения бескаркасных гражданских и промышленных зданий, при вертикальной распределенной нагрузке на фундамент до 500-600 кН/м и горизонтальной нагрузке до 350 кН

е) с несущим слоем — для возведения зданий и сооружений каркасного типа, при вертикальной нагрузке на фундамент от 1500 до 4000 кН;

ж) кустовые — для возведения зданий и сооружений каркасного типа, при вертикальной нагрузке на фундамент от 2000 до 5000 кН.

1.14. По грунтовым условиям область применения ФБК распространяется на следующие грунты при их однородном напластовании:

а) лессовые I типа по просадочности и глинистые (в том числе насыпные) при плотности в сухом состоянии $\rho_d \leq 1,7 \text{ т/м}^3$ (со степенью влажности $S_r \leq 0,75$ для ФБК неглубокого заложения и с $S_r \leq 0,65$ для удлиненных ФБК);

б) глины с плотностью в сухом состоянии $\rho_d > 1,7 \text{ т/м}^3$;

в) глины со степенью влажности $S_r > 0,75$;

г) суглинки при $\rho_d \leq 1,7 \text{ т/м}^3$ и степени влажности $S_r > 0,65$;

д) пески пылеватые, мелкие и средней крупности;

е) пески (кроме пылеватых), насыщенные водой;

ж) пески насыпные;

з) гравийные и галечниковые с глинистым заполнителем.

Кроме перечисленных грунтов, ФБК допускается применять и в грунтовых условиях II типа по просадочности, если для проектируемых зданий и сооружений суммарные значения просадки грунта от собственного веса и осадки фундамента от нагрузки не превышают предельных значений совместной деформации основания и здания (сооружения).

Для одноэтажных каркасных производственных и складских зданий допускается применять ФБК также и при значениях просадки грунта от собственного веса до 20 см. При этом вертикальная нагрузка на каждый фундамент здания не должна превышать 400 кН и в проекте фундаментов должны быть предусмотрены соответствующие водозащитные и конструктивные мероприятия.

1.15. Возможность применения ФБК в грунтовых условиях, отличающихся от указанных в п. 1.13, устанавливается на основе опытных работ, проводимых в соответствии с требованиями СН РК 5.01-07-2002 «Фундаменты в вытрамбованных котлованах. Правила производства и приемки работ».

1.16. В стесненных условиях застройки вытрамбовывание котлованов, а, следовательно, и применение ФБК ограничивается безопасным расстоянием до существующих зданий, сооружений и инженерных коммуникаций.

Минимальные, безопасные расстояния от места вытрамбовывания котлованов до эксплуатируемых объектов следует принимать по табл. 1.

Для неэксплуатируемых объектов минимальное, безопасное расстояние принимается равным 5 м.

1.17. При необходимости устройства ФБК вблизи жилых и общественных зданий с постоянным пребыванием людей (на открытых площадках), кроме факторов, указанных в п.1.12, возможность применения ФБК определяется еще и уровнем шума, возникающего при ударах трамбовки. Минимально допустимые расстояния по уровню шума от места вытрамбовывания котлованов до эксплуатируемых объектов устанавливаются по результатам опытных работ, проводимых в соответствии с требованиями СН РК 5.01-07-2002 «Фундаменты в вытрамбованных

котлованах. Правила производства и приемки работ».

В случае обеспечения защиты людей от шума при вытрамбовывании котлованов применение ФВК допускается и при расстояниях менее допустимых по уровню шума.

Таблица 1

Эксплуатируемые объекты	Минимальные, безопасные расстояния, м			
	при массе трамбовки менее 3 т и энергии удара не более 25 кДж	при массе трамбовки от 3 до 6 т и энергии удара более 25 и менее 40 кДж	при массе трамбовки от 6 т до 15 т	
			энергия удара от 40 до 75 кДж	энергия удара от 75 до 150 кДж
Здания и сооружения, несущие конструкции которых не имеют трещин.	6,5	10	15	20
Здания и сооружения несущие конструкции, которых имеют трещины, а также инженерные коммуникации из чугунных, керамических, асбестовых и железобетонных труб.	10	15	20	25

2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФВК И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. К геометрическим параметрам ФВК относятся форма в плане, пространственная форма, размеры в плане (поверху и понизу), уклон боковых граней, угол заострения нижней части, глубина заложения, глубина вытрамбовывания котлована и расстояние между фундаментами.

2.2. Форму ФВК в плане следует назначать с учетом особенностей их размещения в плане здания (сооружения) и в зависимости от характера действующих нагрузок.

ФВК прямоугольной формы в плане применяются в составе ленточных, прерывистых фундаментов и в виде отдельно стоящих при несимметричном приложении нагрузок.

ФВК квадратной и круглой форм в плане применяются в составе кустовых фундаментов и в виде отдельно стоящих, преимущественно при симметричном приложении нагрузок.

ФВК шестигранной формы в плане применяются в составе кустовых и ленточных арочных фундаментов, а также в виде отдельно стоящих.

ФВК круглой и шестигранной форм в плане предпочтительно применять при действии сейсмических нагрузок.

ФВК круглой формы в плане предпочтительно

применять в стесненных условиях застройки при необходимости снижения эффекта динамического воздействия процесса вытрамбовывания котлованов на существующие объекты.

2.3. Размеры ФВК в плане принимаются равными от 0,3 до 1,6 м с шагом 10 см. Оптимальные размеры ФВК устанавливаются на основе опыта их устройства или по результатам опытных работ, проводимых в соответствии с требованиями СН РК 5.01-07-2002 «Фундаменты в вытрамбованных котлованах. Правила производства и приемки работ».

Для ФВК квадратной формы в плане при необходимости обеспечения малой энергоемкости процесса вытрамбовывания котлованов, их сохранности при устройстве и достижения высокой удельной сопротивляемости вертикальной нагрузке, размеры понизу принимаются равными 0,8 м и менее.

2.4. Уклон боковых граней ФВК к вертикали принимается в пределах от 1:15 до 1:3. Оптимальные величины уклона боковых граней ФВК устанавливаются на основе опыта их устройства или по результатам опытных работ, проводимых в соответствии с требованиями СН РК 5.01-07-2002 «Фундаменты в вытрамбованных котлованах. Правила производства и приемки работ».

Для площадок, сложенных лессовыми суглинками (I типа по просадочности) с плотностью в сухом состоянии $\rho_d \leq 1,6 \text{ т/м}^3$ и степенью влажности $S_r \leq 0,4$ уклон боковых граней ФВК принимается в пределах от 1:8 до 1:4.

При отсутствии опыта устройства ФВК и результатов опытных работ уклон боковых граней фундаментов допускается принимать в пределах от 1:10 до 1:3.

2.5. Угол заострения нижней части ФВК принимается равным 30, 45, 60 и 90 градусам.

При необходимости снижения энергоемкости процесса вытрамбовывания котлованов, а также уменьшения эффекта динамического воздействия данного процесса на существующие объекты, угол заострения нижней части ФВК назначается равным 30 или 45 градусам.

2.6. Глубина вытрамбовывания котлована принимается в пределах от 0,6 до 6,0 м с учетом глубины заложения фундамента, определяемого согласно требований СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений».

При определении глубины вытрамбовывания котлована учитывается удаленность от ФВК подземных инженерных коммуникаций. При расположении вблизи ФВК инженерных коммуникаций на расстояниях в свету менее b_m глубина вытрамбовывания котлована должна превышать глубину заложения коммуникаций.

Минимальная глубина вытрамбовывания котлована для фундамента неглубокого заложения без уширенного основания устанавливается по формуле

$$d_{p, \min} = 1,2 h_s (1 - \rho_d / \rho_{d,s}), \quad (1)$$

где h_s — толщина уплотненной зоны грунта под котлованом, м, определяемая в соответствии с требованиями п.п. 3.12 и 3.13;

ρ_d — среднее значение плотности грунта в сухом состоянии до уплотнения в пределах от отметки вытрамбовывания котлована до нижней границы уплотненной зоны, т/м^3 ;

$\rho_{d,s}$ — среднее значение плотности грунта в сухом состоянии в пределах уплотненной зоны, т/м³, определяемое по формуле

$$\rho_{d,s} = 0,5 [\rho_d + S_r \rho_s \rho_w / (S_r \rho_w + w \rho_s)], \quad (2)$$

где ρ_s — плотность частиц грунта, т/м³;

S_r — степень влажности уплотненного грунта, принимаемая равной 0,9;

w — влажность грунта;

ρ_w — плотность воды, равная 1 т/м³.

Минимальная глубина вытрамбовывания котлована для фундамента с уширенным основанием принимается равной $2 b_m$.

3. РАСЧЕТ ФВК И ИХ ОСНОВАНИЙ

Основные положения

3.1. Расчет ФВК и их оснований производится по предельным состояниям:

а) первой группы:

по прочности материала фундаментов и их ростверков (п.3.5);

по несущей способности грунтов оснований (п.3.6);

по устойчивости фундаментов и их оснований (п.3.7);

б) второй группы:

по осадкам оснований (п.3.8);

по крену фундаментов (п.3.8);

3.2. Нагрузки и воздействия, учитываемые в расчетах ФВК и их оснований, коэффициенты надежности по нагрузке, а также возможные сочетания нагрузок принимаются согласно требований СНиП 2.01.07-85 "Нагрузки и воздействия"

3.3. Расчет ФВК и их оснований выполняется с использованием расчетных значений характеристик материалов фундаментов и грунтов, принимаемых согласно требований СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции" и СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений»

3.4. Нормативные значения деформационно-прочностных характеристик уплотненных лессовых грунтов при выполнении предварительных расчетов допускается принимать по табл. 2 и 3.

Таблица 2

Грунт	Плотность грунта $\rho_{d,s}$ г/см ³	Нормативные значения	
		удельного сцепления c , МПа	угла внутреннего трения φ , град
3.4. Нормативные значения деформационно-прочностных характеристик уплотненных лессовых грунтов			
Суглинок со степенью влажности S_r $\leq 0,5$	1,6	55	28
Суглинок со степенью влажности S_r $\leq 0,6$	1,7	75	30
	1,8	100	32
Суглинок со степенью влажности S_r $> 0,8$	1,6	25	24
	1,7	35	25
	1,8	45	26

Примечание. Для промежуточных значений $\rho_{d,s}$ значения c и φ определяются интерполяцией.

Таблица 3

Грунт	Нормативные значения модуля деформации грунта E , МПа	
	при влажности близкой к влажности на границе раскатывания w_p	в водонасыщенном состоянии
Супесь	20	15
Суглинок	25	20
Глина	30	25

Примечание. Значения E используются для грунтов с $\rho_{d,s} \geq 1,7$ т/м³.

При использовании табл. 2 и 3 расчетные значения деформационно-прочностных характеристик уплотненных лессовых грунтов устанавливаются при значениях коэффициента надежности по грунту γ_g равных:

1,0 — в расчетах по деформациям;

1,15 — в расчетах по несущей способности и устойчивости - для угла внутреннего трения грунта;

1,5 — в расчетах по несущей способности и устойчивости - для удельного сцепления грунта.

3.5. Расчет ФВК и их ростверков по прочности материала должен выполняться согласно требований СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции"

3.6. Расчет ФВК по несущей способности грунтов основания включает:

а) расчет фундаментов по несущей способности на действие вертикальных сжимающих нагрузок;

б) расчет фундаментов по несущей способности на действие горизонтальных нагрузок и изгибающих моментов.

ФВК по несущей способности грунтов основания при действии вертикальных сжимающих нагрузок рассчитываются исходя из условия

$$N \leq F_d / \gamma_g, \quad (3)$$

где N — расчетная вертикальная нагрузка, передаваемая на фундамент, кН;

F_d — расчетная несущая способность грунтов основания фундамента, кН, называемая в дальнейшем несущей способностью ФВК при действии вертикальной сжимаемой нагрузки и определяемая в соответствии с требованиями п.п. 3.21 - 3.25 или по результатам полевых испытаний фундаментов;

γ_g — коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным: 1,4 — при определении несущей способности фундамента на основе расчетов; 1,0 — при определении несущей способности фундамента по результатам полевых испытаний.

ФВК по несущей способности грунтов основания при действии горизонтальных нагрузок и изгибающих моментов следует рассчитывать исходя из условия

$$Q' \leq F_h, \quad (4)$$

где Q' — расчетная приведенная горизонтальная нагрузка, передаваемая на фундамент, кН;

F_h — расчетная несущая способность грунтов основания фундамента, кН, называемая в дальнейшем несущей способностью ФВК при действии горизонтальной нагрузки и определяемая в

соответствии с требованиями п. 3.26 или по результатам полевых испытаний фундаментов.

Расчетная приведенная нагрузка Q' , передаваемая на фундамент определяется по формуле

$$Q' = \Sigma Q + \Sigma M/d_p, \quad (5)$$

где ΣQ — сумма горизонтальных сил, действующих на фундамент по рассматриваемой оси, кН;

ΣM — сумма моментов сил, действующих на фундамент по рассматриваемой оси относительно центра тяжести сечения верха фундамента, кН·м;

d_1 — высота фундамента, равная глубине вытрамбовывания котлована, без учета высоты его заостренной нижней части, м.

3.7. Проверка устойчивости ФВК и их оснований должна производиться согласно требований СНиП РК 5.01-01-200. «Основания зданий и сооружений»

Расчет ФВК и их оснований на устойчивость следует выполнять в случаях, если:

а) фундаменты располагаются на откосе или вблизи него;

б) на фундаменты передаются горизонтальные нагрузки, приведенные величины, которых превышают вертикальные ($Q' > N$).

3.8. Расчет ФВК и их оснований по деформациям (по осадкам и крену) следует производить исходя из условий

$$S \leq S_u, \quad (6)$$

$$S + S_{si} \leq S_u, \quad (7)$$

$$i \leq i_u, \quad (8)$$

где S — совместная осадка фундамента и основания;

S_{si} — просадка грунта основания;

i — крен фундамента;

S_u — предельное значение совместной осадки фундамента и основания;

i_u — предельное значение крена фундамента.

Параметры, входящие в условия (6) — (8) определяются согласно требований СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений». При расчете осадки S и крена i дополнительно учитываются требования п.п. 3.10 - 3.20.

3.9. При установлении в задании на проектирование предельных значений горизонтальных перемещений u_u и углов поворота ψ_u фундаментов для ФВК следует производить проверку условий

$$u_p \leq u_u, \quad (9)$$

$$\psi_p \leq \psi_u, \quad (10)$$

где u_p , ψ_p — соответственно горизонтальное перемещение и угол поворота верха фундамента, определяемые по результатам полевых испытаний.

Расчет деформаций ФВК и их оснований

3.10. Расчет деформаций ФВК и их оснований следует выполнять применяя, как правило, расчетную схему в виде линейно-деформируемого полу-

пространства с условным ограничением глубины сжимаемой толщи H_c .

3.11. При расчете деформаций ФВК и их оснований сжимаемая толща под фундаментами условно рассматривается двухслойной, состоящей из уплотненного грунта толщиной h_s или h_s' и неуплотненных грунтов общей толщиной $H = H_c - h_s$ или $H = H_c - h_s'$ (где h_s — толщина уплотненной зоны грунта под фундаментом без уширенного основания, h_s' — то же под фундаментом с уширенным основанием).

3.12. Деформации ФВК и их оснований рассчитываются с учетом размеров уплотненной зоны грунта и уширения из жесткого материала, формирующихся в грунтовой толще при устройстве котлованов.

Форма и размеры уплотненной зоны грунта и уширения из жесткого материала определяются по результатам опытных работ, проводимых в соответствии с требованиями СН РК 5.01-07-2002 «Фундаменты в вытрамбованных котлованах. Правила производства и приемки работ».

При отсутствии результатов опытных работ форму и размеры уплотненной зоны грунта и уширения из жесткого материала ФВК допускается принимать в соответствии с требованиями п.п. 3.13 и 3.14.

3.13. Для ФВК без уширенного основания форма уплотненной зоны грунта в вертикальном сечении принимается в виде эллипса. Размеры уплотненной зоны грунта устанавливаются по табл.4.

Таблица 4

Вид ФВК	Угол заострения нижней части фундамента	Размеры уплотненной зоны грунта	
		толщина h_s	ширина d_s
С плоским нижним концом	-	$1,5 b_m$	$2 b_m$
С заостренным нижним концом	45°	$0,7 b_m$	$1,4 b_m$
	60°	B_m	$1,6 b_m$
	90°	$1,3 b_m$	$1,8 b_m$

Примечание. Размеры h_s и d_s указаны на схеме фундамента, представленной в приложении 2.

3.14. Для удлиненных ФВК с уширенным основанием форма уширения из жесткого материала в вертикальном сечении принимается в виде эллипса или круга по табл.5.

Таблица 5

Грунт	Характеристики грунта		Форма ушире- ния	Отно- шение разме- ров ушире- ния $h_{\text{вх}}$ / $r_{\text{вх}}$
	плотность в сухом состоянии ρ_d , т/м ³	степень влажно- сти S_r		
Песчаный	$\rho_d \geq 1,5$	-	Круг	1,0
Глинистый	$\rho_d \geq 1,6$	$S_r < 0,7$		
Глинистый	$\rho_d \geq 1,7$	$S_r > 0,7$		
Песчаный	$\rho_d < 1,5$	-	Эллипс	1,4
Глинистый	$\rho_d < 1,6$	$S_r < 0,7$		
Глинистый	$1,5 < \rho_d \leq 1,7$	$S_r \geq 0,7$		
Глинистый	$\rho_d \leq 1,5$	$S_r > 0,7$	Эллипс	1,8

Примечания:

1. h_{br} , r_{br} — соответственно высота и радиус уширения.

2. Размеры h_{br} и r_{br} указаны на схеме фундамента, в приложении 2.

3. Данные, представленные в таблице следует использовать в расчетах для ФВК с заостренным нижним концом.

Радиус уширения из жесткого материала в основании ФВК определяется по формуле

$$r_{br} = k_{br} \sqrt[3]{V_{cr}}, \quad (11)$$

где k_{br} - коэффициент формы уширения, принимаемый по табл.6;

V_{cr} - объем жесткого материала втрамбованного в дно котлована, m^3 .

Таблица 6

Форма уширения	Отношение размеров уширения h_{br} / r_{br}	Значение коэффициента k_{br}
Круг	1,0	0,62
Эллипс	1,4	0,55
Эллипс	1,8	0,51

Среднее значение плотности грунта в сухом состоянии в пределах уплотненной зоны $\rho_{d,s}$, T/m^3	Значения коэффициента η_p при плотности грунта в сухом состоянии до уплотнения ρ_d , T/m^3							
	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60
1,60	1,57	1,66	1,76	1,90	2,10	2,40	3,02	-
1,65	1,52	1,60	1,68	1,78	1,92	2,11	2,42	3,24
1,70	1,48	1,54	1,61	1,69	1,80	1,94	2,13	2,57
1,75	1,44	1,49	1,55	1,62	1,71	1,82	1,96	2,07
1,80	1,41	1,45	1,51	1,57	1,64	1,73	1,83	1,98
1,85	1,38	1,42	1,47	1,52	1,58	1,65	1,74	1,85

Примечание. Для промежуточных значений ρ_d и $\rho_{d,s}$ значения η_p определяются интерполяцией.

3.15. При расчете деформаций ФВК (неглубокого заложения, без уширенного основания) и их оснований крайние давления под подошвой фундаментов P_{max} и P_{min} должны удовлетворять условиям

$$P_{max} \leq 1,2 R, \quad (14)$$

$$P_{min} > P_0, \quad (15)$$

где R - расчетное сопротивление грунта основания фундамента, $кПа$, определяемое в соответствии с требованиями п. 3.16;

P_0 - давление равное 100 $кПа$.

Крайние давления под подошвой фундаментов определяются по формуле

$$P_{max, min} = (N + G) / A_m \pm (\Sigma M - 0,5 P_h b_m d_p^2) / W, \quad (16)$$

где N - то же, что в формуле (3);

G - вес фундамента, $кН$;

A_m - площадь поперечного сечения фундамента на глубине $0,5 d_p$, m^2 ;

ΣM - сумма моментов сил относительно подошвы фундамента, $кН м$;

P_h - реактивный отпор грунта по боковой поверхности фундамента, $кПа$;

b_m - ширина фундамента, равная ширине котлована на глубине $0,5 d_p$, $м$;

d_p - высота фундамента, равная глубине втрамбовывания котлована, $м$;

Примечание. Значения коэффициента k_{br} используются в расчетах при размещении центра уширения на расстоянии $0,5 h_1$ от заостренного нижнего конца ФВК (где h_1 - высота заостренной части фундамента).

Если радиус уширения r_{br} , рассчитанный по формуле (11) будет более $0,5b$, то в расчетах следует принимать $r_{br} \leq 0,5 b$ (где b - ширина трамбовки понизу). Высота уширения h_{br} при известном радиусе r_{br} устанавливается исходя из их соотношений, указанных в табл.5.

Радиус уплотненной зоны грунта определяется по формуле

$$r_s = r_{br} \eta_p, \quad (12)$$

где η_p - коэффициент, принимаемый по табл.7.

Толщина уплотненной зоны грунта (расстояние от низа уширения из жесткого материала до нижней границы уплотненной зоны) определяется по формуле

$$h'_s = r_s - r_{br}, \quad (13)$$

Таблица 7

W - момент сопротивления поперечного сечения фундамента на глубине $0,5 d_p$, m^3 .

Реактивный отпор грунта для монолитных ФВК определяется по формуле

$$P_h = k_h (a + v P_m), \quad (17)$$

где k_h - коэффициент формы фундамента, принимаемый равным: 1,05 - для фундамента с консолями (квадратной формы в плане); 1,0 - для фундаментов прямоугольной и квадратной форм в плане; 0,75 - для фундамента шестигранной формы в плане; 0,65 - для фундамента круглой формы в плане.

a , v - коэффициенты соответственно равные 60 $кПа$ и 0,4;

P_m - среднее давление, равное $0,5 (P_{max} + P_{min})$, $кПа$.

Реактивный отпор грунта для сборных ФВК определяется по результатам их полевых испытаний.

3.16. Расчетное сопротивление грунта основания ФВК R следует принимать как наименьше из двух значений сопротивлений:

а) расчетного сопротивления уплотненного грунта R_s , определяемого согласно требований СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений» при соответствующих характеристиках грунта; б) расчетного сопротивления уплотненного грунта R'_s , учитывающего сопротивляемость грунта, подстилающего уплотненную зону под фундаментом.

В случае, когда в качестве подстилающего слоя служит просадочный грунт расчетное сопротивление R'_s , исходя из условия недопущения его просадки, следует определять по формуле

$$R'_s = (k_{sl} P_{sl} - \sigma_{zg} + \alpha \sigma_{zg,0}) / \alpha, \quad (18)$$

где P_{sl} — начальное просадочное давление грунта подстилающего слоя, кПа;

k_{sl} — коэффициент, принимаемый равным 1,5 и 1,2 соответственно при определении P_{sl} по результатам компрессионных и штамповых испытаний;

σ_{zg} — вертикальное напряжение от собственного веса грунта на кровле подстилающего слоя, кПа;

$\sigma_{zg,0}$ — вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента, кПа;

α — коэффициент, принимаемый согласно требований СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений»;

При залегании непосредственно под уплотненной зоной фундамента не просадочного грунта расчетное сопротивление R'_s также определяется по формуле (18) при замене произведения $k_{sl} P_{sl}$ на R_z (где R_z — расчетное сопротивление грунта подстилающего слоя, определяемое согласно требований СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений»);

3.17. Расчетные сопротивления уплотненного грунта R_s и R'_s не должны превышать максимальных значений расчетного сопротивления, указанных в табл.8. При не соблюдении этого требования расчетное сопротивление грунта основания R в расчетах по условию (14) следует назначать по табл.8.

Таблица 8

Ширина фундамента b_m	Максимальные значения расчетного сопротивления грунта, кПа
$b_m \leq 0,8$ м	500
$b_m \geq 1,4$ м	600

Примечание. Для промежуточных значений b_m значения расчетного сопротивления определяются интерполяцией.

3.18. Расчет деформаций ленточных прерывистых ФВК должен выполняться с учетом влияния соседних фундаментов согласно требований СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений».

3.19. При расчете деформаций ФВК и их оснований, сложенных просадочными грунтами расчетным состоянием грунтов по влажности является состояние их полного водонасыщения ($S_r \geq 0,8$). При этом модуль деформации просадочного грунта подстилающего слоя в водонасыщенном состоянии принимается для интервала давления от 0 до P_{sl} .

3.20. Расчет деформаций ФВК с уширенным основанием следует выполнять как для условного фундамента. При этом площадь подошвы условного фундамента принимается равной площади поперечного сечения уширения из жесткого материала, определяемой по формуле (21), а высота — расстоянию d_R от поверхности вытрамбовывания котлована до уровня низа уширения.

Расчет несущей способности удлиненных отдельно стоящих ФВК

3.21. Несущая способность ФВК с уширенным основанием при действии вертикальной сжимающей нагрузки определяется как наименьшее из трех значений несущей способности:

а) несущей способности фундамента F_{d1} , устанавливаемой в соответствии с требованиями п. 3.22 исходя из сопротивляемости жесткого материала уширения;

б) несущей способности фундамента F_{d2} , устанавливаемой в соответствии с требованиями п. 3.23 исходя из сопротивляемости уплотненного грунта;

в) несущей способности фундамента F_{d3} , устанавливаемой в соответствии с требованиями п. 3.24 с учетом сопротивляемости грунта, подстилающего уплотненную зону.

3.22. Несущая способность фундамента F_{d1} определяется по формуле

$$F_{d1} = \gamma_c R_{cr} A, \quad (19)$$

где γ_c — коэффициент условий работы фундамента, принимаемый равным 1,0;

R_{cr} — расчетное сопротивление материала уширения, принимаемое равным: 10 МПа — для щебня, гравия; 5 МПа — для крупного песка;

A — площадь опирания (подошвы) фундамента, м².

3.23. Несущая способность фундамента F_{d2} определяется по формуле

$$F_{d2} = \gamma_c [\gamma_{cr} R_{su} A_{br} + d_p u_m (f_i \gamma_{c1} + i_b E \gamma_{c2} \xi_r)], \quad (20)$$

где γ_c — то же, что в формуле (19);

γ_{cr} — коэффициент условий работы уплотненного грунта, принимаемый равным 1,0;

R_{su} — расчетное сопротивление уплотненного грунта, кПа,

принимаемое для глинистых грунтов по табл. 9;

A_{br} — площадь поперечного сечения уширения из жесткого материала, определяемое по формуле (21), м²;

d_p — высота фундамента, равная глубине вытрамбовывания котлована, м;

u_m — периметр поперечного сечения фундамента на глубине 0,5 d_p , м;

f_i — расчетное сопротивление уплотненного грунта по боковой поверхности фундамента, кПа, принимаемое для глинистых грунтов по табл.10;

γ_{c1} — коэффициент условий работы уплотненного грунта по боковой поверхности фундамента, принимаемое равным 0,8;

i_b — уклон боковых граней фундамента в долях единицы;

E — модуль деформации неуплотненного грунта, залегающего в верхней части боковой поверхности фундамента, кПа, определяемый по результатам компрессионных испытаний образцов грунта в водонасыщенном состоянии;

γ_{c2} — коэффициент условий работы, принимаемый равным 0,5;

ξ_r — реологический коэффициент, принимаемый равным 0,8.

Таблица 9

Расстояние от поверхности вытрамбовывания котлована до уровня низа уширения d_R , м	Расчетное сопротивление уплотненного грунта под уширением R_{su} , кПа, при показателе текучести I_L равном						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
2	6500	2900	2000	1400	900	700	500
3	7500	4000	3000	2000	1200	1100	600
4	8300	5100	3800	2500	1600	1250	700
5	8800	6200	4000	2800	2000	1300	800
6	9250	6550	4150	3050	2100	1350	825

Примечания:

1. Для промежуточных значений d_R и I_L значения R_s определяются интерполяцией.
2. Показатель текучести I_L устанавливается при влажности уплотненного грунта w_s , принимаемой по табл.11.

Таблица 10

Расстояние от поверхности вытрамбовывания котлована до середины i -го слоя d_i , м	Расчетное сопротивление уплотненного грунта по боковой поверхности фундамента f_{li} , кПа, при показателе текучести I_L равном						
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
1	35	23	15	12	8	4	2
2	42	30	21	17	12	5	4
3	48	34	25	20	14	7	5
4	52	38	27	22	16	8	5
5	56	40	29	24	17	8	6
6	58	42	31	25	18	8	6

Примечания:

1. Для промежуточных значений d_i и I_L значения f_{li} определяются интерполяцией.
2. Показатель текучести I_L устанавливается при влажности уплотненного грунта w_s , принимаемой по табл.11.

Таблица 11

Влажность грунта природного состояния w	Влажность уплотненного грунта w_s
$w \leq w_p$	$w_s = 1,1 w_p$
$w > w_p$	$w_s = w$, но не менее 1,1 w_p

Примечание. При доувлажнении грунтов до и в процессе вытрамбовывания котлованов влажность w_s следует принимать равной 1,2 w .

Площадь поперечного сечения уширения из жесткого материала определяется на уровне его наибольших размеров по формуле

$$A_{br} = \pi r_{br}^2, \quad (21)$$

где r_{br} - то же, что в формуле (11).

Модуль деформации E неуплотненного просадочного грунта, залегающего в верхней части боковой поверхности фундамента принимается для интервала давления, указанного в п. 3.19.

3.24. Несущая способность фундамента F_{d3} определяется по формуле

$$F_{d3} = \gamma_c [\gamma_{CR} R_z A_s + d_p u_m (f_{li} \gamma_{c1} + i_b E \gamma_{c2} \xi_r)], \quad (22)$$

где γ_c , d_p , u_m ,

f_{li} , γ_{c1} , i_b , E , γ_{c2} , ξ_r - то же, что в формуле (20);

γ_{CR} - коэффициент условий работы грунта, подстилающего уплотненную зону, определяемый по табл.12;

R_z - расчетное сопротивление грунта, подстилающего уплотненную зону, кПа;

A_s - площадь поперечного сечения уплотненной зоны, m^2 .

Таблица 12

Глубина вытрамбовывания котлована d_p , м	Коэффициент условий работы γ_{CR}
2,0	1,0
2,5	1,2
3,0	1,4
$\geq 3,5$	1,6

Примечание. Для промежуточных значений d_p значения γ_{CR} определяются интерполяцией.

Расчетное сопротивление R_z для непросадочного грунта определяется согласно требований СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений», а для просадочного грунта - по формуле

$$R_z = k_{sl} P_{sl}, \quad (23)$$

где k_{sl} , P_{sl} - то же, что в формуле (18).

Площадь поперечного сечения уплотненной зоны следует определять на уровне ее наибольших размеров по формуле

$$A_s = \pi r_s^2, \quad (24)$$

где r_s - то же, что в формуле (12).

3.25. Несущая способность ФВК без уширенного основания при действии вертикальной сжимающей нагрузки определяется как наименьшее из двух значений несущей способности F_{d2} и F_{d3} , указанных в п. 3.21.

Несущая способность фундамента без уширенного основания F_{d2} определяется по формуле (20) с соблюдением следующих требований:

а) площадь поперечного сечения уширения A_{br} заменяется на площадь опирания фундамента A ;

б) расчетное сопротивление уплотненного грунта R_{su} принимается по табл.9 в зависимости от глубины вытрамбовывания котлована d_p .

Несущую способность фундамента без уширенного основания F_{d3} определяется по формуле (22), в которой площадь поперечного сечения уплотненной зоны A_s рассчитывается по формуле

$$A_s = \pi d_s^2 / 4, \quad (25)$$

где d_s — ширина уплотненной зоны, м, принимаемая в соответствии с требованиями п.п. 3.12 и 3.13.

3.26. Несущая способность ФВК с уширенным основанием при действии горизонтальной нагрузки и изгибающего момента определяется по формуле

$$F_h = \gamma_c P_h b_m d_1, \quad (26)$$

где γ_c — коэффициент условий работы фундамента, принимаемый равным 0,8;
 P_h, b_m — то же, что в формуле (16);
 d_1 — то же, что в формуле (5)

4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ФВК

4.1. При разработке проекта ФВК необходимо учитывать следующие основные данные:

- а) конструктивную схему здания (сооружения);
- б) характер, значения и направление действия нагрузок на фундаменты;
- в) физические и деформационно-прочностные характеристики грунтов площадки, их взаиморасположение и толщину;
- г) уровень подземных вод;
- д) степень агрессивности подземных вод и коррозионную активность грунтов площадки;
- е) форму и размеры фундаментов;
- ж) расстояния между котлованами и их рядами;
- з) геометрические и энергетические параметры трамбовки;
- и) режим приложения ударной нагрузки при вытрамбовывании котлованов и втрамбовывании в их дно жесткого материала;
- к) оптимальную влажность грунта;
- л) объем воды для доувлажнения грунта (при необходимости повышения влажности до оптимальной);
- м) форму и размеры уплотненной зоны грунта вокруг вытрамбовываемых котлованов;
- н) форму и размеры уширения из жесткого материала, вид и объем материала втрамбовываемого в дно котлованов, количество и объем порций жесткого материала;
- о) физические и деформационно-прочностные характеристики уплотненного грунта под подошвой фундаментов;
- п) основные технико-экономические показатели;
- р) особенности технологии производства работ, техники безопасности, контроля качества и приемки работ.

Для особо ответственных зданий, возводимых на площадках с грунтовыми условиями, в которых отсутствует опыт устройства ФВК, при разработке проекта также должны быть учтены мероприятия по организации и проведению систематических геодезических наблюдений за осадками фундаментов.

4.2. ФВК для каркасных зданий и сооружений следует размещать в соответствии с планом колонн или опор.

4.3. ФВК для бескаркасных зданий следует размещать по осям стен с обязательным расположением их в местах пересечения стен. При этом расстояния между фундаментами необходимо назначать с учетом следующих факторов:

- а) нагрузок на фундаменты;

б) особенностей расположения стен;

в) длины фундаментных балок и бетонных блоков стен подвала;

г) длины, прочности и деформативности цокольных панелей и панелей технического подполья;

д) минимально допустимых расстояний между ФВК.

При пересечении стен на расстоянии не более 1,5 м (например, в местах устройства лоджий в жилых зданиях) допускается предусматривать один общий фундамент (приложение 5).

Минимально допустимые расстояния между фундаментами a_{min} устанавливаются на основе опыта устройства ФВК или по результатам опытных работ, проводимых в соответствии с требованиями СН РК 5.01-07-2002 «Фундаменты в вытрамбованных котлованах. Правила производства и приемки работ».

При отсутствии опыта устройства ФВК и результатов опытных работ расстояние a_{min} допускается принимать равным:

- $3 b_m$ (в осях) — для фундаментов с уширенным основанием;
- $2 b_m$ (в свету поверху) — для отдельно стоящих фундаментов без уширенного основания;
- $0,8 b_m$ (в свету поверху) — для ФВК в составе ленточных, прерывистых фундаментов при вытрамбовывании их котлованов и бетонировании в один этап (последовательно друг за другом);
- $0,5 b_m$ (в свету поверху) — для ФВК в составе ленточных, прерывистых фундаментов при вытрамбовывании их котлованов и бетонировании в два этапа (через фундамент).

Минимально допустимое расстояние между котлованами a_{min} при устройстве ФВК с несущим слоем принимается равным $1,5 b_m$ (в осях).

4.4. В зданиях (сооружениях) у деформационных швов предусматриваются общие, спаренные или раздельные ФВК (приложение 6).

4.5. Сопряжение колонн (опор) зданий (сооружений) с отдельно стоящими и кустовыми ФВК должно осуществляться при помощи стаканов, анкерных болтов или анкерных плит. Опирающие фундаментные балки производятся непосредственно на поверхность фундамента, в специальные гнезда или на уступы, устраиваемые в его верхней части.

4.6. Конструкция подземной части зданий при применении ленточных прерывистых ФВК должна включать:

а) для кирпичных и крупноблочных зданий — сборные бетонные блоки, укладываемые на поверхность фундаментов или сборные бетонные блоки и железобетонные переемы (фундаментные балки), устанавливаемые в гнезда или на уступы фундаментов;

б) для крупнопанельных зданий — цокольные стеновые панели или панели технического подполья, устанавливаемые на поверхность фундаментов;

в) при высоком размещении ростверка — железобетонный ростверк и стойки, заделываемые в стаканы фундаментов.

4.7. При применении ленточных сплошных и арочных ФВК стены зданий возводятся непосредственно на фундаменты, монолитный ростверк или сборные бетонные блоки.

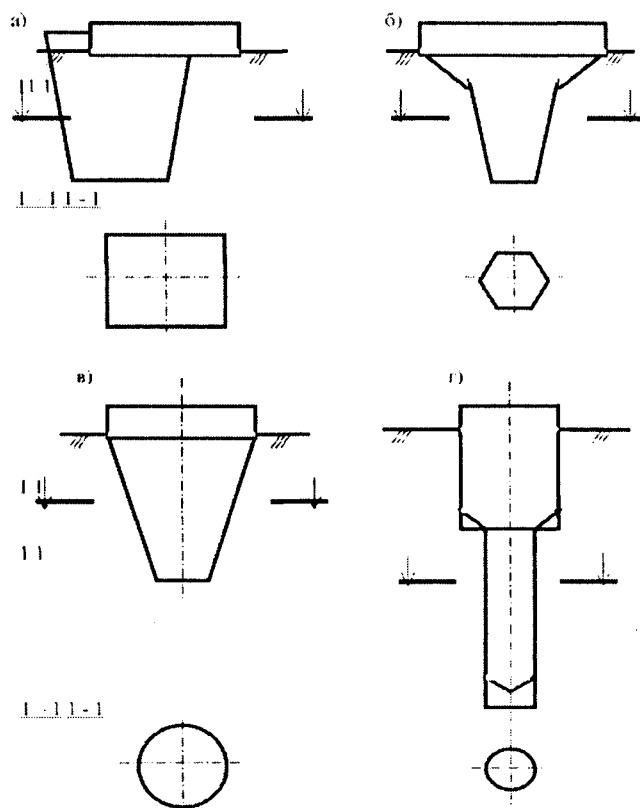
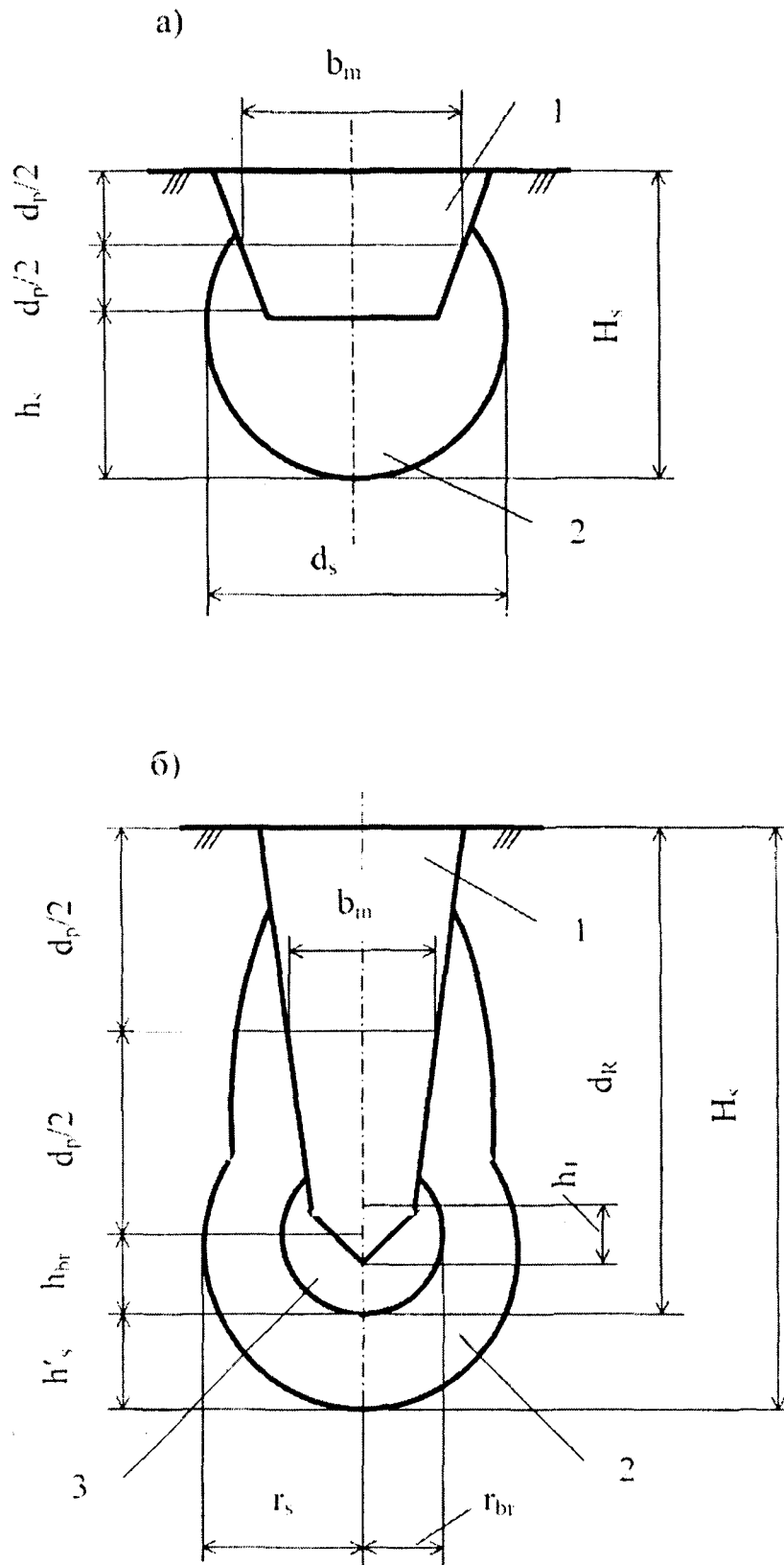


Рис.1. Схемы фундаментов в вытрамбованных котлованах.
а) пирамидальной формы; б) пирамидальной с уширением (комбинированной формы); в) конической формы; г) цилиндрической с уширением (комбинированной формы).



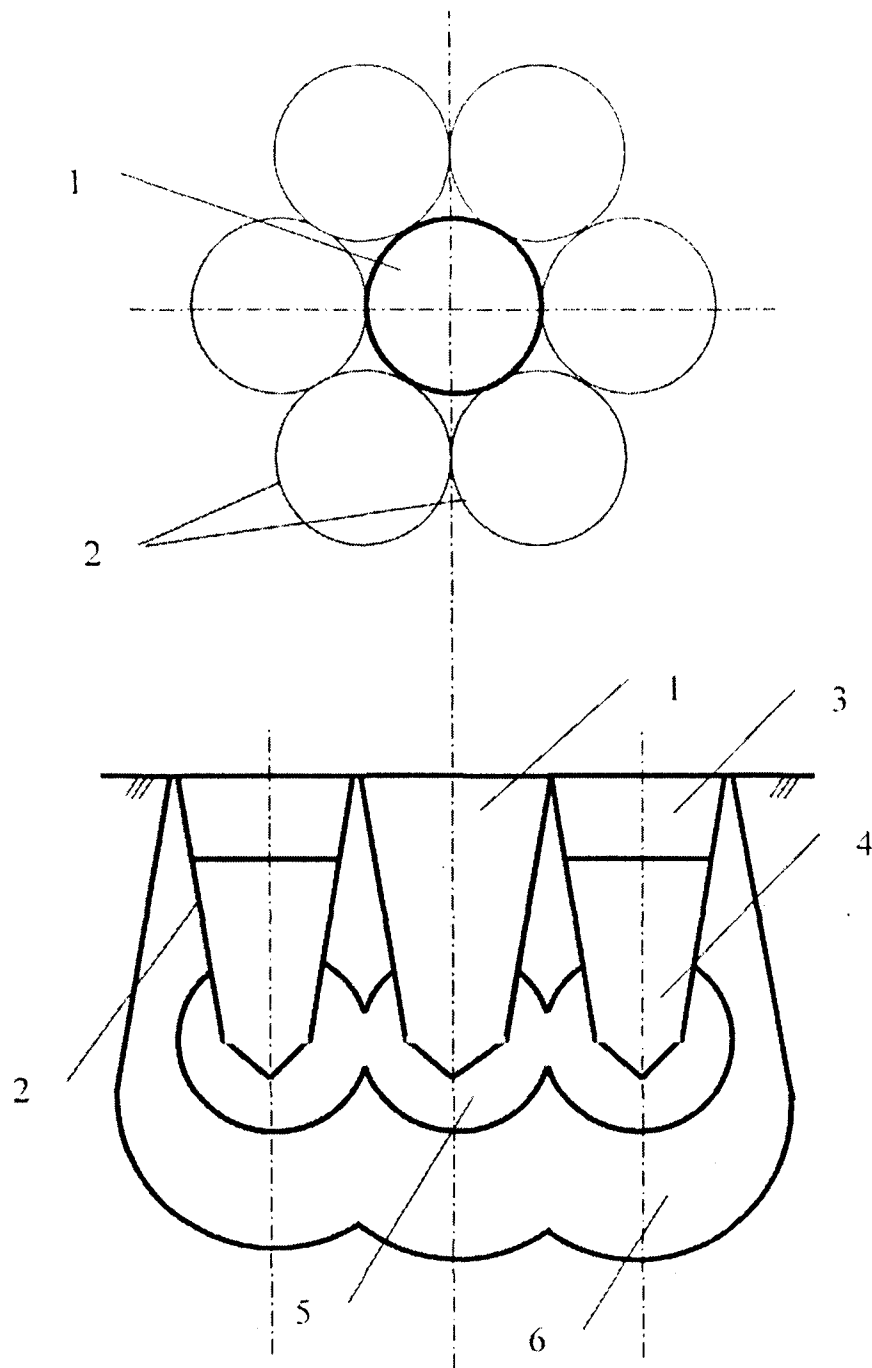


Рис. 1. Схема фундамента в вытрамбованном котловане с несущим слоем.
1 — фундамент; 2 — вспомогательный котлован; 3 — уплотненный грунт;
4 — уплотненный жесткий материал; 5 — уширение из жесткого материала;
6 — уплотненная зона грунта.

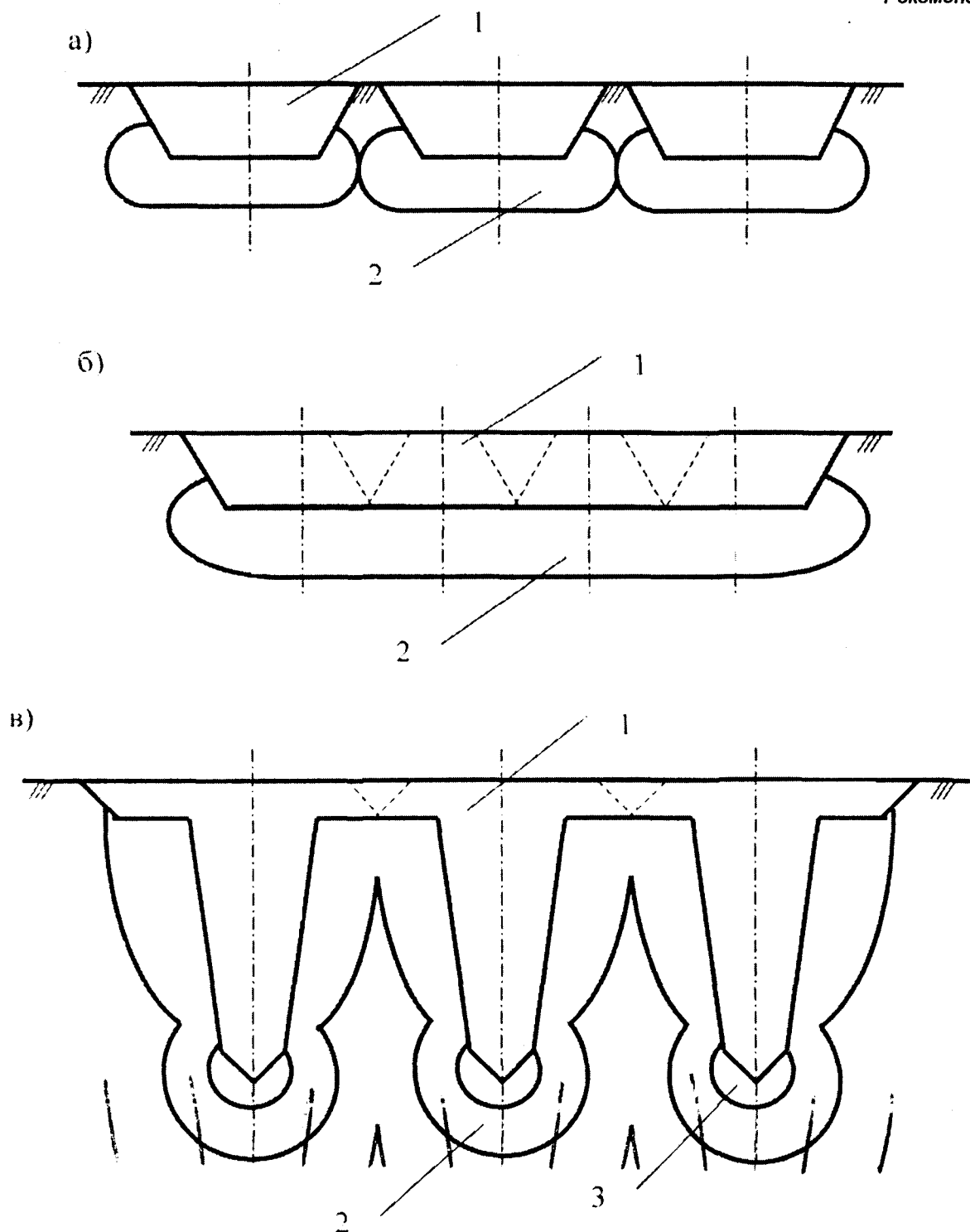


Рис.1. Схемы ленточных прерывистых (а), сплошных (б) и арочных (в) фундаментов в вытрамбованных котлованах.

1 — фундамент; 2 — уплотненная зона грунта; 3 — уширение из жесткого материала.

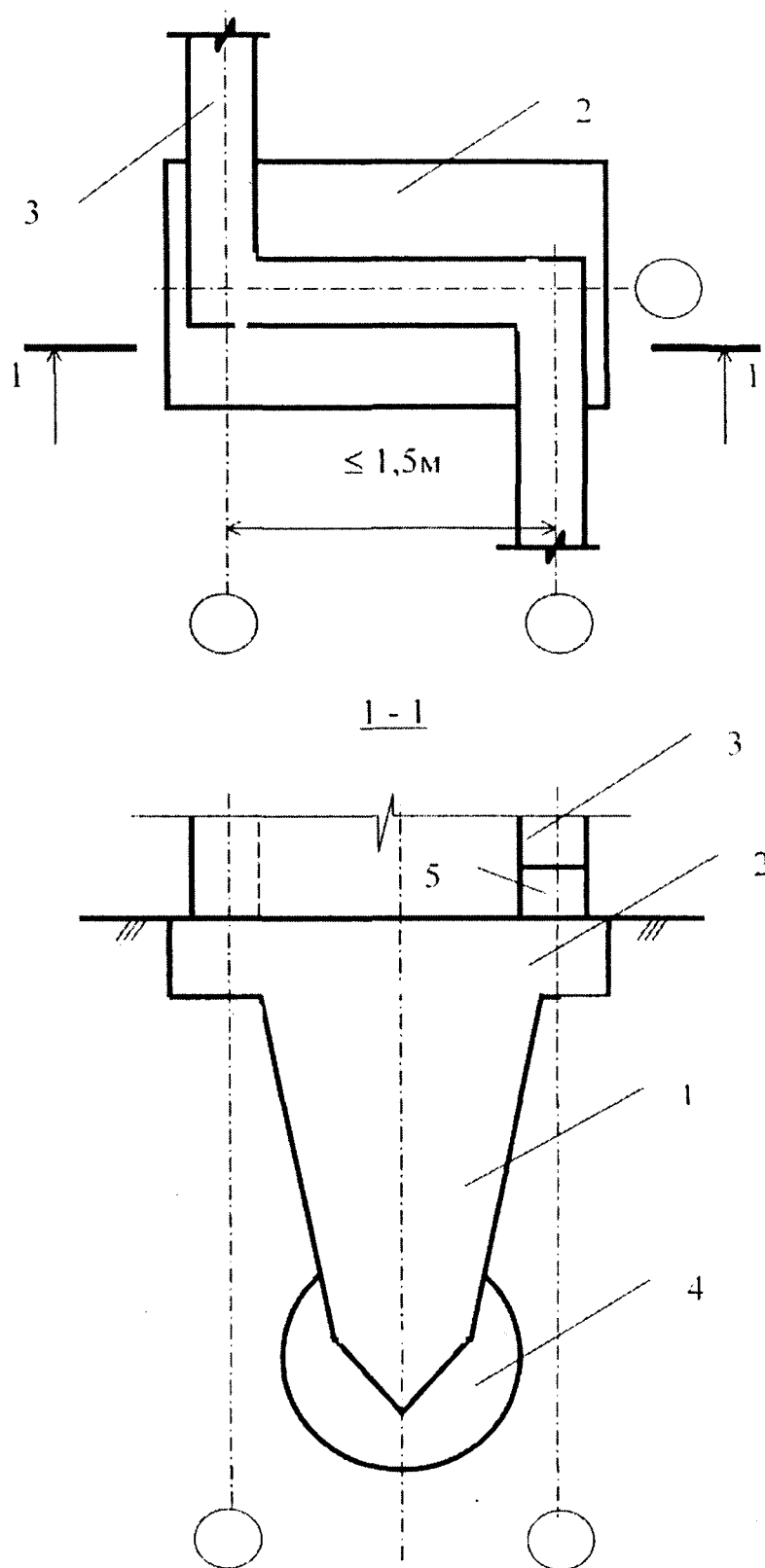


Рис. 1. Схема фундамента в вытрамбованном котловане на месте пересечения стен.

1 — фундамент; 2 — ростверк; 3 — стена; 4 — уширение из жесткого материала; 5 — фундаментная балка.

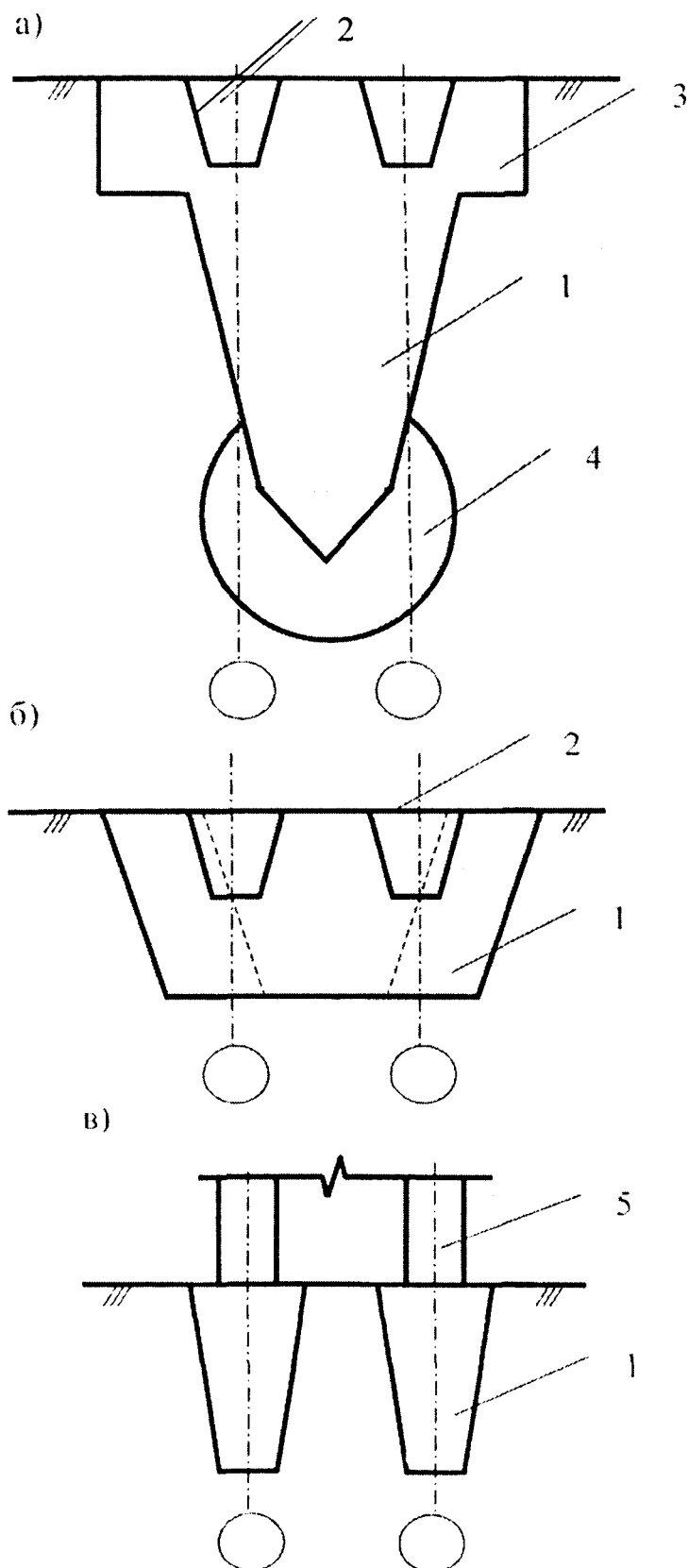


Рис. 1. Схемы общего (а), спаренного (б) и отдельных (в) фундаментов в вытрамбованных котлованах у деформационных швов.
1 — фундамент; 2 — стакан; 3 — ростверк; 4 — уширение из жесткого материала; 5 — стена.