

*Э. Ку*

**СНиП  
II-7-81**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
НОРМЫ И ПРАВИЛА**

**Часть II**

**НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**Глава 7**

**Строительство  
в сейсмических  
районах**

**Москва 1982**

**СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах/Госстрой СССР.— М.: Стройиздат, 1982.—48 с.**

Разработана ЦНИИСК им. Кучеренко, НИИОСП им. Герсевича, НИИСК, Казахским Промстройинипроектом, ЦНИИПромзданий Госстроя СССР, ТбилизНИИЭП Госгражданстроя, Институтом физики Земли Академии наук СССР, Институтом строительной механики и сейсмостойкости Академии наук Грузинской ССР, Институтом механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Узбекской ССР, ЦНИИС Минтрансстроя, ВНИИГ им. Веденеева Минэнерго СССР, Красноярским Промстройинипроектом Минтяжстроя СССР, ЦНИИЭПсельстроем Минсельстроя СССР при участии Гидропроекта им. Жука и ГрузНИИЭГС Минэнерго СССР.

Новая карта сейсмического районирования территории СССР составлена научными учреждениями Академии наук СССР и академиями наук союзных республик (ведущий — Институт физики Земли АН СССР) и одобрена Межведомственным советом по сейсмологии и сейсмостойкому строительству при Президиуме АН СССР.

С введением в действие главы СНиП II-7-81 с 1 января 1982 г. утрачивают силу: глава СНиП II-A.12-69\* «Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования»;

постановление Госстроя СССР от 3 июля 1976 г. № 81 «О дополнении приложения 2 главы СНиП II-A.12-69»;

постановление Госстроя СССР от 24 августа 1976 г. № 140 «О дополнении и изменении приложения 2 главы СНиП II-A.12-69»;

постановление Госстроя СССР от 28 июля 1980 г. № 116 «О дополнении и изменении приложения 2 главы СНиП II-A.12-69».

Редакторы: инж. Ф. М. Шлемин, канд. техн. наук Ф. В. Бобров (Госстрой СССР), д-р техн. наук С. В. Поляков, инж. В. И. Ойзерман (ЦНИИСК им. Кучеренко), д-р физ.-мат. наук В. И. Бунз (ИФЗ АН СССР), д-р техн. наук О. А. Савиннов, канд. техн. наук Н. Д. Красников (ВНИИГ), канд. техн. наук Я. И. Натариус (Гидропроект), канд. техн. наук Г. С. Шестоперов (ЦНИИС).

# ГОССТРОЙ СССР

Глава СНиП II-7-81

## Нормы проектирования

### Строительство в сейсмических районах

Редакция инструктивно-нормативной литературы

Зав. редакцией Г. А. Жигачева

Редактор О. Г. Дриньяк

Мл. редактор Л. М. Климова

Технический редактор Н. В. Высотина

Корректор О. В. Стигнесса

Н/К

Сдано в набор 11.03.82	Подписано в печать 05.05.82
Формат 84×108 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	Бумага тип. № 2
Печать высокая.	Усл. печ. л. 5,04
Уч.-изд. л. 6,53	Тираж 90 000 экз.
	Изд. № XII-9800
	Усл. кр.-отт. 5,67
	Заказ 90
	Цена 35 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Калаяевская, 23а  
Московская типография № 13 ПО «Периодика» ВО «Союзполиграфпром»  
Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
107005, Москва, Б-5, Денисовский пер., дом 30.

Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы и правила	СНиП II-7-81
	Строительство в сейсмических районах	Взамен главы СНиП II-A.12-69*

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Нормы настоящей главы должны соблюдаться при проектировании зданий и сооружений, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов.

1.2. При проектировании зданий и сооружений для строительства в указанных сейсмических районах надлежит:

применять материалы, конструкции и конструктивные схемы, обеспечивающие наименьшие значения сейсмических нагрузок;

принимать, как правило, симметричные конструктивные схемы, равномерное распределение жесткостей конструкций и масс (от конструкций и нагрузок на перекрытия);

в зданиях и сооружениях из сборных элементов располагать стыки вне зоны максимальных усилий, обеспечивать монолитность и однородность конструкций с применением укрупненных сборных элементов;

предусматривать условия, облегчающие развитие в элементах конструкций и их соединениях пластических деформаций, обеспечивающие при этом общую устойчивость сооружения.

1.3. При проектировании зданий и сооружений для строительства в сейсмических районах следует учитывать:

а) интенсивность сейсмического воздействия в баллах (сейсмичность);

б) повторяемость сейсмического воздействия.

Интенсивность и повторяемость следует принимать по картам сейсмического районирования территории СССР (прил. 1 и 2).

Указанная в прил. 1 и 2 сейсмичность относится к участкам со средними по сейсмическим свойствам грунтами (II категории согласно табл. 1).

1.4. Определение сейсмичности площадки строительства следует производить на основании сейсмического микрорайонирования.

В районах, для которых отсутствуют карты сейсмического микрорайонирования, допускается определять сейсмичность площадки строительства согласно табл. 1.

1.5. Площадки строительства с крутизной склонов более  $15^\circ$ , близостью плоскостей сбросов, сильной нарушенностью пород физико-геологическими процессами, просадочностью грунтов, осыпями, обвалами, пльвунами, оползнями, карстом, горными выработками, селями являются неблагоприятными площадками в сейсмическом отношении.

При необходимости строительства зданий и сооружений на таких площадках следует принимать дополнительные меры к укреплению их оснований и усилению конструкций зданий и сооружений.

1.6. На площадках, сейсмичность которых превышает 9 баллов, возводить здания и сооружения не допускается. Строительство на таких площадках может быть допущено только по согласованию с Госстроем СССР.

Внесены ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР	Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 15 июня 1981 г. № 94	Срок введения в действие 1 января 1982 г.
--	---	---

Таблица 1

Категория грунта по сейсмическим свойствам	Грунты	Сейсмичность площадок строительства при сейсмичности района, баллы		
		7	8	9
I	Скальные грунты всех видов (в том числе вечноммерзлые и вечноммерзлые оттаявшие) неветрелые и слабоветрелые; крупнообломочные грунты плотные мало-влажные из магматических пород, содержащие до 30% песчано-глинистого заполнителя; выветрелые и сильно-выветрелые скальные и нескальные твердоммерзлые (вечноммерзлые) грунты при температуре минус 2° С и ниже при строительстве и эксплуатации по принципу I (сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии)	6	7	8
II	Скальные грунты выветрелые и сильно-выветрелые, в том числе вечноммерзлые, кроме отнесенных к I категории; крупнообломочные грунты, за исключением отнесенных к I категории; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; глинистые грунты с показателем консистенции $I_L \leq 0,5$ при коэффициенте пористости $e < 0,9$ — для глин и суглинков, и $e < 0,7$ — для супесей; вечноммерзлые нескальные грунты пластичноммерзлые или сыпучеммерзлые, а также твердоммерзлые при температуре выше минус 2° С при строительстве и эксплуатации по принципу I.	7	8	9
III	Пески рыхлые независимо от влажности и крупности; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней	8	9	>9

Продолжение табл. 1

Категория грунта по сейсмическим свойствам	Грунты	Сейсмичность площадок строительства при сейсмичности района, баллы		
		7	8	9
	плотности водонасыщенные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные; глинистые грунты с показателем консистенции $I_L > 0,5$ ; глинистые грунты с показателем консистенции $I_L \leq 0,5$ при коэффициенте пористости $e \geq 0,9$ — для глин и суглинков, и $e \geq 0,7$ — для супесей; вечноммерзлые нескальные грунты при строительстве и эксплуатации по принципу II (допущение оттаивания грунтов основания)			

Примечания: 1. В случае неоднородного состава грунты площадки строительства относятся к более неблагоприятной категории грунта по сейсмическим свойствам, если в пределах 10-метрового слоя грунта (считая от планировочной отметки) слой, относящийся к этой категории, имеет суммарную толщину более 5 м.

2. При прогнозировании подъема уровня грунтовых вод и обводнения грунтов (в том числе просадочных) в процессе эксплуатации сооружения категорию грунта следует определять в зависимости от свойств грунта (влажности, консистенции) в замоченном состоянии.

3. При строительстве на вечноммерзлых нескальных грунтах по принципу II, если зона оттаивания распространяется до подстилающего талого грунта, грунты основания следует рассматривать как не вечноммерзлые (по фактическому состоянию их после оттаивания).

4. Для особо ответственных зданий и сооружений, строящихся в районах сейсмичностью 6 баллов на площадках строительства с грунтами III категории по сейсмическим свойствам, расчетную сейсмичность следует принимать равной 7 баллам.

5. При определении сейсмичности площадок строительства транспортных и гидротехнических сооружений следует учитывать дополнительные требования, изложенные в разделах 4 и 5.

6. При отсутствии данных о консистенции или влажности глинистые и песчаные грунты при положении уровня грунтовых вод выше 5 м относятся к III категории по сейсмическим свойствам.

## 2. РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

2.1. Расчет конструкций и оснований зданий и сооружений, проектируемых для строительства в сейсмических районах, должен выполняться на основные и особые сочетания нагрузок с учетом сейсмических воздействий.

При расчете зданий и сооружений (кроме транспортных и гидротехнических) на особое сочетание нагрузок значения расчетных нагрузок следует умножать на коэффициенты сочетаний, принимаемые по табл. 2.

Таблица 2

Виды нагрузок	Значение коэффициента сочетаний $\eta_c$
Постоянные	0,9
Временные длительные	0,8
Кратковременные (на перекрытия и покрытия)	0,5

Горизонтальные нагрузки от масс на гибких подвесках, температурные климатические воздействия, ветровые нагрузки, динамические воздействия от оборудования и транспорта, тормозные и боковые усилия от движения кранов при этом не учитываются.

При определении расчетной вертикальной сейсмической нагрузки следует учитывать вес моста крана, вес тележки, а также вес груза, равного грузоподъемности крана, с коэффициентом 0,3.

Расчетную горизонтальную сейсмическую нагрузку от веса мостов кранов следует учитывать в направлении, перпендикулярном к оси подкрановых балок. Снижение крановых нагрузок, предусмотренное главой СНиП по нагрузкам и воздействиям, при этом не учитывается.

2.2. Расчеты зданий и сооружений на особые сочетания нагрузок с учетом сейсмических воздействий следует выполнять:

а) на нагрузки, определяемые в соответствии с указаниями п. 2.5;

б) с использованием инструментальных записей ускорений основания при землетрясении, наиболее опасных для данного здания или сооружения, а также синтезированных акселерограмм. При этом максимальные амплитуды ускорений основания следует принимать не менее 100, 200 или 400 см/с<sup>2</sup> при сейсмичности площадок строительства 7, 8 и 9 баллов соответственно.

При расчете по п. «б» следует учитывать возможность развития неупругих деформаций конструкций.

Расчет по п. «а» следует выполнять для всех зданий и сооружений.

Расчет по п. «б» следует выполнять при проектировании особо ответственных сооружений и высоких (более 16 этажей) зданий.

2.3. Сейсмические воздействия могут иметь любое направление в пространстве.

Для зданий и сооружений простой геометрической формы расчетные сейсмические нагрузки следует принимать действующими горизонтально в направлении их продольной и поперечной осей. Действие сейсмических нагрузок в указанных направлениях следует учитывать раздельно.

При расчете сооружений сложной геометрической формы следует учитывать наиболее опасные для данной конструкции или ее элементов направления действия сейсмических нагрузок.

2.4. Вертикальную сейсмическую нагрузку необходимо учитывать при расчете:

горизонтальных и наклонных консольных конструкций;

пролетных строений мостов; рам, арок, ферм, пространственных покрытий зданий и сооружений пролетом 24 и более метров;

сооружений на устойчивость против опрокидывания или против скольжения;

каменных конструкций (по п. 3.37).

2.5. Расчетная сейсмическая нагрузка  $S_{ik}$  в выбранном направлении, приложенная к точке  $k$  и соответствующая  $i$ -му тону собственных колебаний зданий или сооружений, определяется по формуле

$$S_{ik} = K_1 K_2 S_{0ik}, \quad (1)$$

где  $K_1$  — коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений, принимаемый по табл. 3;

$K_2$  — коэффициент, учитывающий конструктивные решения зданий и сооружений, принимаемый по табл. 4 или указаниям разд. 5;

$S_{0ik}$  — значение сейсмической нагрузки для  $i$ -го тона собственных колебаний здания или сооружения, определяемое в предположении упругого деформирования конструкций по формуле

$$S_{0ik} = Q_k A_{pi} K_{\eta} \eta_{ik}, \quad (2)$$

где  $Q_k$  — вес здания или сооружения, отнесенный к точке  $k$ , определяемый с учетом расчетных нагрузок на конструкции согласно п. 2.1 (рис. 1);

$A$  — коэффициент, значения которого следует принимать равным 0,1; 0,2; 0,4 соответственно, для расчетной сейсмичности 7, 8, 9 баллов;

$\beta_i$  — коэффициент динамичности, соответствующий  $i$ -му тону собственных колебаний зданий или сооружений, принимаемый согласно п. 2.6;

$K_d$  — коэффициент, принимаемый по табл. 6 или по указаниям разд. 5;

$\eta_{ik}$  — коэффициент, зависящий от формы деформации сооружения при его собственных колебаниях по  $i$ -му тону и от места расположения нагрузки, определяемый по п. 2.7.

Примечание. Расчетная сейсмичность зданий и сооружений, а также значения коэффициента  $K_d$ , принимаются по согласованию с утверждающей проект организацией в соответствии с табл. 3 и 5.

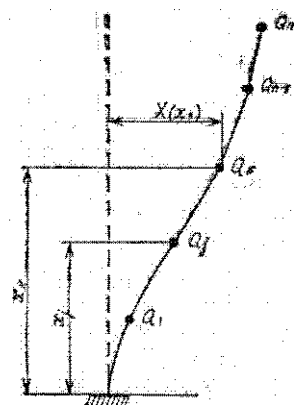


Рис. 1

2.6. Коэффициент динамичности  $\beta_i$  определяется по формулам (3), (4), (5) или по графикам рис. 2 в зависимости от периодов собственных колебаний  $T_i$  здания или сооружения по  $i$ -му тону и категорий грунтов по сейсмическим свойствам:

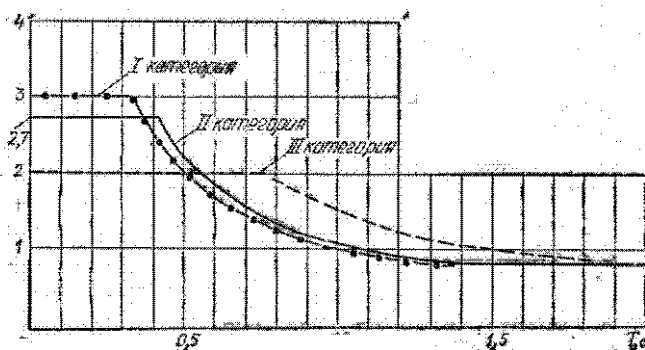


Рис. 2

для грунтов I категории

$$\beta_i = \frac{1}{T_i}, \text{ но не более } 3; \quad (3)$$

для грунтов II категории

$$\beta_i = \frac{1,1}{T_i}, \text{ но не более } 2,7; \quad (4)$$

для грунтов III категории

$$\beta_i = \frac{1,5}{T_i}, \text{ но не более } 2. \quad (5)$$

Во всех случаях значения  $\beta_i$  должны приниматься не менее 0,8.

Примечание. При расчете транспортных и гидротехнических сооружений выбор зависимостей  $\beta_i(T_i)$ , предусмотренных настоящим пунктом, следует производить согласно указаниям разделов 4 и 5.

2.7. Для зданий и сооружений, рассчитываемых по консольной схеме, значение  $\eta_{ik}$  следует определять по формуле

$$\eta_{ik} = \frac{X_i(x_k) \sum_{j=1}^n Q_j X_i(x_j)}{\sum_{j=1}^n Q_j X_i^2(x_j)}, \quad (6)$$

где  $X_i(x_k)$  и  $X_i(x_j)$  — смещения здания или сооружения при собственных колебаниях по  $i$ -му тону в рассматриваемой точке  $k$  и во всех точках  $j$ , где в соответствии с расчетной схемой его вес принят сосредоточенным;  $Q_j$  — вес здания или сооружения, отнесенный к точке  $j$ , определяемый с учетом расчетных нагрузок на конструкцию согласно п. 2.1.

2.8. Для зданий высотой до 5 этажей включительно с незначительно изменяющимися по высоте массами и жесткостями этажей при  $T_1$  менее 0,4 с коэффициент  $\eta_k$  допускается определять по упрощенной формуле

$$\eta_k = \frac{x_k \sum_{j=1}^n Q_j x_j}{\sum_{j=1}^n Q_j x_j^2}, \quad (7)$$

где  $x_k$  и  $x_j$  — расстояния от точек  $k$  и  $j$  до верхнего среза фундаментов.

2.9. Усилия в конструкциях зданий и сооружений, проектируемых для строительства в сейсмических районах, а также в их элементах следует определять с учетом не менее трех форм собственных колебаний, если периоды первого (нижнего) тона собственных колебаний  $T_1$  более 0,4 с, а с учетом только первой формы, если  $T_1$  равно или менее 0,4 с.

Количество форм колебаний и коэффициенты  $\eta_{ik}$  для гидротехнических сооружений следует принимать согласно указаниям раздела 5.

2.10. Расчетные значения поперечной и продольной сил, изгибающего и опрокидывающего моментов, нормальных и касательных напряжений в конструкциях от сейсмической нагрузки при условии статического действия ее на сооружение следует определять по формуле:

$$N_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^2}, \quad (8)$$

где  $N_i$  — значения усилий или напряжений в рассматриваемом сечении, вызываемых сейсмическими нагрузками, соответствующими  $i$ -й форме колебаний;  $n$  — число учитываемых в расчете форм колебаний.

**2.11.** Вертикальную сейсмическую нагрузку в случаях, предусмотренных п. 2.4 (кроме каменных конструкций), следует определять по формулам (1) и (2), при этом коэффициенты  $K_0$  и  $K_2$  принимаются равными единице.

Консольные конструкции, вес которых по сравнению с весом здания незначителен (балконы, козырьки, консоли для навесных стен и т. п. и их крепления), следует рассчитывать на вертикальную сейсмическую нагрузку при значении  $\beta\eta = 5$ .

**2.12.** Конструкции, возвышающиеся над зданием или сооружением и имеющие по сравнению с ним незначительные сечения и вес (парапеты, фронтоны и т. п.), а также крепления памятников, тяжелого оборудования, устанавливаемого на первом этаже, следует рассчитывать с учетом горизонтальной сейсмической нагрузки, вычисленной по формулам (1) и (2) при  $\beta\eta = 5$ .

**2.13.** Стены, панели, перегородки, соединения между отдельными конструкциями, а также крепления технологического оборудования следует рассчитывать на горизонтальную сейсмическую нагрузку по формулам (1) и (2) при  $\beta\eta$ , соответствующем рассматриваемой отметке сооружения, но не менее 2. Силы трения учитываются только при расчете горизонтальных стыковых соединений в крупнопанельных зданиях.

**2.14.** При расчете конструкций на прочность и устойчивость помимо коэффициентов условий работы, принимаемых в соответствии с другими главами II части СНиП, должен вводиться дополнительно коэффициент условий работы  $m_{ар}$ , определяемый по табл. 7.

**2.15.** При расчете зданий и сооружений (кроме гидротехнических сооружений) длиной или шириной более 30 м помимо сейсмической нагрузки, определяемой согласно п. 2.5, необходимо учитывать крутящий момент относительно вертикальной оси здания или сооружения, проходящей через его центр жесткости. Значение расчетного эксцентриситета между центрами жесткостей и масс здания или сооружения в рассматриваемом уровне следует принимать не менее 0,02  $B$ , где  $B$  — размер зданий или сооружений в плане в направлении, перпендикулярном действию силы  $S_{гk}$ .

**2.16.** При расчете подпорных стен необходимо учитывать сейсмическое давление грунта.

**2.17.** Расчет зданий и сооружений с учетом сейсмического воздействия, как правило, про-

изводится по предельным состояниям первой группы. В случаях, обоснованных технологическими требованиями, допускается производить расчет по второй группе предельных состояний.

Таблица 3

Допускаемые повреждения зданий и сооружений	Значение коэффициента $K_1$
1. Сооружения, в которых остаточные деформации и локальные повреждения (осадки, трещины и др.) не допускаются *	1
2. Здания и сооружения, в конструкциях которых могут быть допущены остаточные деформации, трещины, повреждения отдельных элементов и т. п., затрудняющие нормальную эксплуатацию, при обеспечении безопасности людей и сохранности оборудования (жилые, общественные, производственные, сельскохозяйственные здания и сооружения; гидротехнические и транспортные сооружения; системы энерго- и водоснабжения, пожарные депо, системы пожаротушения, некоторые сооружения связи и т. п.)	0,25
3. Здания и сооружения, в конструкциях которых могут быть допущены значительные остаточные деформации, трещины, повреждения отдельных элементов, их смещения и т. п., временно приостанавливающие нормальную эксплуатацию, при обеспечении безопасности людей (одноэтажные производственные и сельскохозяйственные здания, не содержащие ценного оборудования)	0,12
* Перечень сооружений по п. 1 согласовывается Госстроем СССР	

Таблица 4

Конструктивные решения зданий	Значение коэффициента $K_1$
1. Здания каркасные, крупноблочные, со стенами комплексной конструкции с числом $n$ этажей свыше 5	$K_2 = 1 + 0,1(n - 5)$
2. Здания крупнопанельные или со стенами из монолитного железобетона с числом этажей до 5	0,9
3. То же, с числом этажей свыше 5	$K_2 = 0,9 + 0,075(n - 5)$
4. Здания с одним или несколькими каркасными нижними этажами и вышележащими этажами с несущими стенами, диафрагмами или каркасом с заполнением, если заполнение в нижних этажах отсутствует или незначительно влияет на их жесткость	1,5
5. Здания с несущими стенами из кирпичной или каменной	1,3

Продолжение табл. 4

Конструктивные решения зданий	Значение коэффициента $K_1$
кладки, выполняемой вручную без добавок, повышающих сцепление	
6. Каркасные одноэтажные здания, высота которых до низа балок или ферм не более 8 м и с пролетами не более 18 м	0,8
7. Сельскохозяйственные здания на сваях-колоннах, возводимые на грунтах III категории (согласно табл. 1)	0,5
8. Здания и сооружения, не указанные в позициях 1—7	1
Примечания: 1. Значения $K_1$ не должны превышать 1,5. 2. По согласованию с Госстроем СССР значения $K_1$ допускается уточнять по результатам экспериментальных исследований.	

Таблица 5

Характеристика зданий и сооружений	Расчетная сейсмичность при сейсмичности площадки строительства, баллы		
	7	8	9
1. Жилые, общественные и производственные здания и сооружения, за исключением указанных в пп. 2—5	7	8	9
2. Особо ответственные здания и сооружения*	8	9	9**
3. Здания и сооружения, повреждение которых связано с особенно тяжелыми последствиями (большие и средние вокзалы, крытые стадионы и т. п.)	7**	8**	9***
4. Здания и сооружения, функционирование которых необходимо при ликвидации последствий землетрясений (системы энерго- и водоснабжения, пожарные депо, системы пожаротушения, некоторые сооружения связи и т. п.)	7***	8***	9***
5. Здания и сооружения, разрушение которых не связано с гибелью людей, порчей ценного оборудования и не вызывает прекращения непрерывных производственных процессов (склады, крановые или ремонтные эстакады, небольшие мастерские и др.), а также временные здания и сооружения	Без учета сейсмических воздействий		
* Перечень зданий и сооружений по п. 2 утверждается министерствами или ведомствами по согласованию с Госстроем СССР.			
** Здания и сооружения рассчитываются на нагрузку, соответствующую расчетной сейсмичности, умноженную на дополнительный коэффициент 1,5.			
*** То же, с коэффициентом 1,2.			

Таблица 6

Характеристики конструкций	Значение коэффициента $K_\psi$
1. Высокие сооружения небольших размеров в плане (башни, мачты, дымовые трубы, отдельно стоящие шахты лифтов и т. п. сооружения)	1,5
2. Каркасные здания, стеновое заполнение которых не оказывает влияния на его деформативность при отношении высоты стоек $h$ к поперечному размеру $b$ в направлении действия расчетной сейсмической нагрузки, равном или более 25	1,5
3. То же, что в п. 2, но при отношении $h/b$ , равном или менее 15	1
4. Здания и сооружения, не указанные в пп. 1—3	1
Примечания: 1. При промежуточных значениях $h/b$ значение $K_\psi$ принимается по интерполяции. 2. При разных высотах этажей значения $K_\psi$ принимаются по средним значениям $h/b$ .	

Таблица 7

Конструкции	Значение коэффициента $m_{кр}$
<b>При расчетах на прочность</b>	
1. Стальные и деревянные	1,4
2. Железобетонные со стержневой и проволочной арматурой (кроме проверки прочности наклонных сечений):	
а) из тяжелого бетона с арматурой классов А-I, А-II, А-III, Вр-I	1,2
б) то же, с арматурой других классов	1,1
в) из бетона на пористых заполнителях	1,1
г) из ячеистого бетона с арматурой всех классов	1
3. Железобетонные, проверяемые по прочности наклонных сечений:	
а) колонны многоэтажных зданий	0,9
б) прочие элементы	1
4. Каменные, армокаменные и бетонные:	
а) при расчете на внецентренное сжатие	1,2
б) при расчете на сдвиг и растяжение	1
5. Сварные соединения	1
6. Болтовые (в том числе соединяемые на высокопрочных болтах) и заклепочные соединения	1,1
<b>При расчетах на устойчивость</b>	
7. Стальные элементы гибкостью свыше 100	1
8. То же, гибкостью до 20	1,2
9. То же, гибкостью от 20 до 100	От 1,2 до 1 (по интерполяции)
Примечания: 1. Для указанных в пп. 1—4 конструкций зданий и сооружений (кроме транспортных и гидротехнических), возводимых в районах с повторяемостью 1, 2, 3, значение $m_{кр}$ следует умножать на 0,85; 1 или 1,15 соответственно. 2. При расчете стальных и железобетонных несущих конструкций, подлежащих эксплуатации в неотапливаемых помещениях или на открытом воздухе при расчетной температуре ниже минус 40 °С, следует принимать $m_{кр}=1$ в случаях проверки прочности наклонных сечений колонн $m_{кр}=0,9$ .	



### 3. ЖИЛЫЕ, ОБЩЕСТВЕННЫЕ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Здания и сооружения следует разделять антисейсмическими швами в случаях, если:

здание или сооружение имеет сложную форму в плане;

смежные участки здания или сооружения имеют перепады высот 5 м и более. В одноэтажных зданиях высотой до 10 м при расчетной сейсмичности 7 баллов антисейсмические швы допускается не устраивать.

3.2. Антисейсмические швы должны разделять здания и сооружения по всей высоте. Допускается не устраивать швов в фундаменте, за исключением случаев, когда антисейсмический шов совпадает с осадочным.

3.3. Расстояния между антисейсмическими швами и высота зданий не должны превышать указанных в табл. 8.

3.4. Лестничные клетки следует предусматривать закрытыми, имеющими в наружных стенах оконные проемы. Расположение и количество лестничных клеток следует определять по результатам расчета, выполняемого в соответствии с главой СНиП по противопожарным нормам проектирования зданий и сооружений, но принимать не менее одной между антисейсмическими швами.

3.5. Антисейсмические швы следует выполнять путем возведения парных стен или рам, а также возведения рамы и стены.

Ширину антисейсмического шва следует назначать по расчету на нагрузки, определяемые по п. 2.5.

При высоте здания или сооружения до 5 м ширина такого шва должна быть не менее 30 мм. Ширину антисейсмического шва здания или сооружения большей высоты следует увеличивать на 20 мм на каждые 5 м высоты.

Таблица 8

Несущие конструкции зданий	Размер по длине (ширине), м			Высота, м (количество этажей)		
	Расчетная сейсмичность, баллы					
	7	8	9	7	8	9
1. Металлический или железобетонный каркас или стены железобетонные монолитные	По требованиям для несейсмических районов, но не более 150 м			По требованиям для несейсмических районов		
2. Стены крупнопанельные	80	80	60	45(14)	39(12)	30(9)
3. Стены комплексной конструкции, в которых:						
а) железобетонные включения и железобетонные пояса образуют четкую каркасную систему:						
при ручной кладке I категории	80	80	60	30(9)	23(7)	17(5)
то же, II категории	80	80	60	23(7)	20(6)	14(4)
б) вертикальные железобетонные включения, усиливающие стены или простенки, не образуют четкий каркас						
при ручной кладке I категории	80	80	60	20(6)	17(5)	14(4)
то же, II категории	80	80	60	17(5)	14(4)	11(3)
4. Стены из вибрированных кирпичных панелей или блоков; стены из бетонных блоков	80	80	60	23(7)	20(6)	14(4)
5. Стены из кирпичной или каменной кладки, кроме указанных в поз. 3 и 4:						
при кладке I категории	80	80	60	17(5)	14(4)	11(3)
то же, II категории	80	80	60	14(4)	11(3)	8(2)

Примечания: 1. За высоту здания принимается разность отметок низшего уровня отмостки или спланированной поверхности земли, примыкающих к зданию, и верха наружных стен.  
2. Высота зданий больниц и школ при сейсмичности площадки строительства 8 и 9 баллов ограничивается тремя надземными этажами.  
3. Строительство зданий высотой выше 5 этажей допускается только при соблюдении Указаний по размещению объектов строительства и ограничению этажности зданий в сейсмических районах.

Заполнение антисейсмических швов не должно препятствовать взаимным горизонтальным перемещениям отсеков здания или сооружения.

3.6. В городах и поселках строительство жилых домов со стенами из сырцового кирпича, самана и грунтоблоков запрещается. В сельских населенных пунктах, размещаемых в районах сейсмичностью до 8 баллов, строительство одноэтажных зданий из этих материалов допускается при условии усиления стен деревянным антисептированным каркасом с диагональными связями.

3.7. Жесткость стен каркасных деревянных домов должна обеспечиваться раскосами. Брусчатые и бревенчатые стены следует собирать на нагелях. Деревянные щитовые дома следует проектировать высотой в один этаж.

3.8. При проектировании зданий и сооружений следует предусматривать и проверять расчетом крепление высокого и тяжелого оборудования к несущим конструкциям зданий и сооружений, а также учитывать сейсмические усилия, возникающие при этом в несущих конструкциях.

3.9. Сборные железобетонные перекрытия и покрытия зданий должны быть замкнуто-жесткими в горизонтальной плоскости и соединенными с вертикальными несущими конструкциями.

3.10. Жесткость сборных железобетонных перекрытий и покрытий следует обеспечивать путем:

соединения панелей (плит) перекрытий и покрытий и заливки швов между панелями (плитами) цементным раствором;

устройства связей между панелями (плитами) и элементами каркаса или стенами, воспринимающих усилия растяжения и сдвига, возникающие в швах.

Боковые грани панелей (плит) перекрытий и покрытий должны иметь шпоночную или рифленую поверхность. Для соединения с антисейсмическим поясом или для связи с элементами каркаса в панелях (плитах) следует предусматривать выпуски арматуры или закладные детали.

3.11. В кирпичных и каменных зданиях длина части панелей перекрытий (покрытий), опирающихся на несущие стены, выполненные вручную, должна быть не менее 120 мм, а на вибрированные кирпичные панели и блоки — не менее 90 мм.

Балки деревянных перекрытий следует заанкеривать в антисейсмическом поясе и устраивать по ним диагональный настил.

3.12. Несущие элементы типа перегородок и заполнений каркаса следует выполнять лег-

кими, как правило, крупнопанельной или каркасной конструкции и соединять со стенами, колоннами, а при длине более 3 м — и с перекрытиями. В зданиях выше пяти этажей не допускается применение перегородок из кирпичной кладки, выполненной вручную.

Прочность несущих элементов и их креплений должна быть в соответствии с п. 2.13 подтверждена расчетом на действие расчетных сейсмических нагрузок из плоскости (во всех случаях) и в плоскости элемента (в случаях, когда эти элементы работают совместно с несущими конструкциями здания). Перегородки из кирпича или камня следует армировать на всю длину не реже, чем через 700 мм по высоте стержнями общим сечением в шве не менее 0,2 см<sup>2</sup>. Допускается выполнять перегородки подвесными с ограничителями перемещений из плоскости панелей.

3.13. Конструкции балконов и их соединения с перекрытиями должны быть рассчитаны как консольные балки или плиты.

Вынос балконов в зданиях с каменными стенами не должен превышать 1,5 м.

3.14. Проектирование оснований зданий и сооружений для строительства в сейсмических районах следует производить в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.

3.15. При строительстве в сейсмических районах по верху сборных ленточных фундаментов следует укладывать слой раствора марки 100 толщиной не менее 40 мм и продольную арматуру диаметром 10 мм в количестве — три, четыре и шесть стержней при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно. Через каждые 300—400 мм продольные стержни должны быть соединены поперечными стержнями диаметром 6 мм.

В случае выполнения стен подвалов из сборных панелей, конструктивно связанных с ленточными фундаментами, укладка указанного слоя раствора не требуется.

3.16. В фундаментах и стенах подвалов из крупных блоков должна быть обеспечена перевязка кладки в каждом ряду, а также во всех углах и пересечениях на глубину не менее 1/3 высоты блока; фундаментные блоки следует укладывать в виде непрерывной ленты.

Для заполнения швов между блоками следует применять раствор марки не ниже 25.

В зданиях при расчетной сейсмичности 9 баллов должна предусматриваться укладка в горизонтальные швы в углах и пересечениях стен подвалов арматурных сеток длиной 2 м с продольной арматурой общей площадью сечения не менее 1 см<sup>2</sup>.

В зданиях до трех этажей включительно и сооружениях соответствующей высоты при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов допускается применение для кладки стен подвалов блоков пустотностью до 50%.

3.17. Гидроизоляция слои в зданиях следует выполнять из цементного раствора.

### КАРКАСНЫЕ ЗДАНИЯ

3.18. В каркасных зданиях конструкцией, воспринимающей горизонтальную сейсмическую нагрузку, может служить: каркас, каркас с заполнением, каркас с вертикальными связями, диафрагмами или ядрами жесткости.

3.19. Для каркасных зданий при расчетной сейсмичности 7—8 баллов допускается применение наружных каменных стен и внутренних железобетонных или металлических рам (стоек); при этом должны выполняться требования, установленные для каменных зданий. Высота таких зданий не должна превышать 7 м.

3.20. Жесткие узлы железобетонных каркасов зданий должны быть усилены применением сварных сеток, спирали или замкнутых хомутов.

Участки ригелей и колонн, примыкающие к жестким узлам рам на расстоянии, равном полуторной высоте их сечения, должны армироваться замкнутой поперечной арматурой (хомутами), устанавливаемой по расчету, но не менее чем через 100 мм, а для рамных систем с несущими диафрагмами — не менее чем через 200 мм.

3.21. Диафрагмы, связи и ядра жесткости, воспринимающие горизонтальную нагрузку, должны быть непрерывными по всей высоте здания и располагаться в обоих направлениях равномерно и симметрично относительно центра тяжести здания.

3.22. В качестве ограждающих стеновых конструкций каркасных зданий следует применять легкие навесные панели. Допускается устройство кирпичного и каменного заполнения, удовлетворяющего требованиям п. 3.35.

3.23. Применение самонесущих стен из каменной кладки допускается:

при шаге пристенных колонн каркаса не более 6 м;

при высоте стен зданий, возводимых на площадках сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов, соответственно не более 18, 16 и 9 м.

3.24. Кладка самонесущих стен в каркасных зданиях должна быть I или II категории (согласно п. 3.39), иметь гибкие связи с каркасом, не препятствующие горизонтальным смещениям каркаса вдоль стен.

Между поверхностями стен и колонн каркаса должен предусматриваться зазор не менее 20 мм. По всей длине стены в уровне плит покрытия и верха оконных проемов должны устраиваться антисейсмические пояса, соединенные с каркасом здания.

В местах пересечения торцовых и поперечных стен с продольными стенами должны устраиваться антисейсмические швы на всю высоту стен.

3.25. Лестничные и лифтовые шахты каркасных зданий следует устраивать как встроенные конструкции с поэтажной разрезкой, не влияющие на жесткость каркаса, или как жесткое ядро, воспринимающее сейсмическую нагрузку.

Для каркасных зданий высотой до 5 этажей при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов допускается устраивать лестничные клетки и лифтовые шахты в пределах плана здания в виде конструкций, отделенных от каркаса здания. Устройство лестничных клеток в виде отдельно стоящих сооружений не допускается.

3.26. В качестве несущих конструкций высоких зданий (более 16 этажей) следует принимать каркасы с диафрагмами, связями или ядрами жесткости.

При выборе конструктивных схем предпочтение следует отдавать схемам, в которых зоны пластичности возникают в первую очередь в горизонтальных элементах каркаса (ригелях, перемычках, обвязочных балках и т. п.).

3.27. При проектировании высоких зданий кроме деформаций изгиба и сдвига в стойках каркаса необходимо учитывать осевые деформации, а также податливость оснований, проводить расчет на устойчивость против опрокидывания.

3.28. На площадках, сложенных грунтами III категории (по табл. 1), строительство высоких зданий, а также зданий, указанных в поз. 4 табл. 4, не допускается.

3.29. Фундаменты высоких зданий на не скальных грунтах следует, как правило, принимать свайными или в виде сплошной фундаментной плиты.

### КРУПНОПАНЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

3.30. Крупнопанельные здания следует проектировать с продольными и поперечными стенами, объединенными между собой и с перекрытиями и покрытиями в единую пространственную систему, воспринимающую сейсмические нагрузки.

При проектировании крупнопанельных зданий необходимо:

панели стен и перекрытий предусматривать, как правило, размером на комнату;

предусматривать соединение панелей стен и перекрытий путем сварки выпусков арматуры, анкерных стержней и закладных деталей и замоноличивание вертикальных колодцев и участков стыков по горизонтальным швам мелкодисперсным бетоном с пониженной усадкой;

при опирании перекрытий на наружные стены здания и на стены у температурных швов предусматривать сварные соединения выпусков арматуры из панелей перекрытий с вертикальной арматурой стеновых панелей.

3.31. Армирование стеновых панелей следует выполнять в виде пространственных каркасов или сварных арматурных сеток. В случае применения трехслойных наружных стеновых панелей толщину внутреннего несущего бетонного слоя следует принимать не менее 100 мм.

3.32. Конструктивное решение горизонтальных стыковых соединений должно обеспечивать восприятия расчетных значений усилий в швах. Необходимое сечение металлических связей в швах между панелями определяется расчетом, но не должно быть меньше  $1 \text{ см}^2$  на 1 пог. м шва, а для зданий высотой 5 и менее этажей при сейсмичности площадки 7 и 8 баллов не менее  $0,5 \text{ см}^2$  на 1 пог. м. Допускается вертикальную расчетную арматуру в количестве не более 65% размещать в местах пересечений стен.

3.33. Стены по всей длине и ширине здания должны быть, как правило, непрерывными.

3.34. Лоджии должны быть, как правило, встроенными, длиной, равной расстоянию между соседними стенами. В местах размещения лоджий в плоскости наружных стен следует предусматривать устройство железобетонных рам.

Устройство эркеров не допускается.

### ЗДАНИЯ С НЕСУЩИМИ СТЕНАМИ ИЗ КИРПИЧА ИЛИ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

3.35. Несущие кирпичные и каменные стены должны возводиться, как правило, из кирпичных или каменных панелей или блоков, изготавливаемых в заводских условиях с применением вибриции, или из кирпичной или каменной кладки на растворах со специальными добавками, повышающими сцепление раствора с кирпичом или камнем.

При расчетной сейсмичности 7 баллов допускается возведение несущих стен зданий из

кладки на растворах с пластификаторами без применения специальных добавок, повышающих прочность сцепления раствора с кирпичом или камнем.

3.36. Выполнение кирпичной и каменной кладки вручную при отрицательной температуре для несущих и самонесущих стен (в том числе усиленных армированием или железобетонными включениями) при расчетной сейсмичности 9 и более баллов запрещается.

При расчетной сейсмичности 8 и менее баллов допускается выполнение зимней кладки вручную с обязательным включением в раствор добавок, обеспечивающих твердение раствора при отрицательных температурах.

3.37. Расчет каменных конструкций должен производиться на одновременное действие горизонтально и вертикально направленных сейсмических сил.

Значение вертикальной сейсмической нагрузки при расчетной сейсмичности 7—8 баллов следует принимать равным 15%, а при сейсмичности 9 баллов — 30% соответствующей вертикальной статической нагрузки.

Направление действия вертикальной сейсмической нагрузки (вверх или вниз) следует принимать более невыгодным для напряженного состояния рассматриваемого элемента.

3.38. Для кладки несущих и самонесущих стен или заполнения каркаса следует применять следующие изделия и материалы:

а) кирпич полнотелый или пустотелый марки не ниже 75 с отверстиями размером до 14 мм; при расчетной сейсмичности 7 баллов допускается применение керамических камней марки не ниже 75;

б) бетонные камни, сплошные и пустотелые блоки (в том числе из легкого бетона плотностью не менее  $1200 \text{ кг/м}^3$ ) марки 50 и выше;

в) камни или блоки из ракушечников, известняков марки не менее 35 или туфов (кроме фельзитового) марки 50 и выше.

Штучная кладка стен должна выполняться на смешанных цементных растворах марки не ниже 25 в летних условиях и не ниже 50 — в зимних. Для кладки блоков и панелей следует применять раствор марки не ниже 50.

3.39. Кладки в зависимости от их сопротивляемости сейсмическим воздействиям подразделяются на категории.

Категория кирпичной или каменной кладки, выполненной из материалов, предусмотренных п. 3.38, определяется временным сопротивлением осевому растяжению по неперевазанным швам (нормальное сцепление), значение которого должно быть в пределах:

для кладки I категории —  $R_p \geq 180 \text{ кПа}$  ( $1,8 \text{ кгс/см}^2$ );

для кладки II категории — 180 кПа >  
 $R_p^a \geq 120 \text{ кПа (1,2 кгс/см}^2\text{)}.$

Для повышения нормального сцепления  $R_p^a$  следует применять растворы со специальными добавками.

Требуемое значение  $R_p^a$  необходимо указывать в проекте. При проектировании значение  $R_p^a$  следует назначать в зависимости от результатов испытаний, проводимых в районе строительства.

При невозможности получения на площадках строительства (в том числе на растворах с добавками, превышающими прочность их сцепления с кирпичом или камнем) значения  $R_p^a$ , равного или превышающего 120 кПа (1,2 кгс/см<sup>2</sup>), применение кирпичной и каменной кладки не допускается.

**Примечание.** При расчетной сейсмичности 7 баллов по согласованию с госстроями союзных республик допускается применение кладки из естественного камня при  $R_p^a$  менее 120 кПа (1,2 кгс/см<sup>2</sup>), но не менее 60 кПа (0,6 кгс/см<sup>2</sup>). При этом высота здания должна быть не более трех этажей, ширина простенков не менее 0,9 м, ширина проемов не более 2 м, а расстояния между осями стен — не более 12 м.

Проектом производства каменных работ должны предусматриваться специальные мероприятия по уходу за твердеющей кладкой, учитывающие климатические особенности района строительства. Эти мероприятия должны обеспечивать получение необходимых прочностных показателей кладки.

3.40. Значения расчетных сопротивлений кладки  $R_p$ ,  $R_{cp}$ ,  $R_{cl}$  по перевязанным швам следует принимать по СНиП по проектированию каменных и армокаменных конструкций, а по неперевязанным швам — определять по формулам (9)—(11) в зависимости от величины  $R_p^a$ , полученной в результате испытаний, проводимых в районе строительства:

$$R_p = 0,45R_p^a; \quad (9)$$

$$R_{cp} = 0,7R_p^a; \quad (10)$$

$$R_{cl} = 0,8R_p^a. \quad (11)$$

Значения  $R_p$ ,  $R_{cp}$  и  $R_{cl}$  не должны превышать соответствующих значений при разрушении кладки по кирпичу или камню.

3.41. Высота этажа зданий с несущими стенами из кирпичной или каменной кладки, не усиленной армированием или железобетонными включениями, не должна превышать при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно 5; 4 и 3,5 м.

При усилении кладки армированием или железобетонными включениями высоту этажа

допускается принимать соответственно равной 6; 5 и 4,5 м.

При этом отношение высоты этажа к толщине стены должно быть не более 12.

3.42. В зданиях с несущими стенами, кроме наружных продольных стен, как правило, должно быть не менее одной внутренней продольной стены. Расстояния между осями поперечных стен или заменяющих их рам должны проверяться расчетом и быть не более приведенных в табл. 9.

Таблица 9

Категория кладки	Расстояния, м, при расчетной сейсмичности, баллы		
	7	8	9
I	18	15	12
II	15	12	9

**Примечание.** Допускается увеличивать расстояния между стенами из комплексных конструкций на 30% против указанных в табл. 9.

3.43. Размеры элементов стен каменных зданий следует определять по расчету. Они должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 10.

3.44. В уровне перекрытий и покрытий должны устраиваться антисейсмические пояса по всем продольным и поперечным стенам, выполняемые из монолитного железобетона, или сборными с замоноличиванием стыков и непрерывным армированием. Антисейсмические пояса верхнего этажа должны быть связаны с кладкой вертикальными выпусками арматуры.

В зданиях с монолитными железобетонными перекрытиями, заделанными по контуру в стены, антисейсмические пояса в уровне этих перекрытий допускается не устраивать.

3.45. Антисейсмический пояс (с опорным участком перекрытия) должен устраиваться, как правило, на всю ширину стены; в наружных стенах толщиной 500 мм и более ширина пояса может быть меньше на 100—150 мм. Высота пояса должна быть не менее 150 мм, марка бетона — не ниже 150.

Антисейсмические пояса должны иметь продольную арматуру 4d10 при расчетной сейсмичности 7—8 баллов и не менее 4d12 — при 9 баллах.

3.46. В сопряжениях стен в кладку должны укладываться арматурные сетки с общей площадью сечения продольной арматуры не менее 1 см<sup>2</sup> длиной 1,5 м через 700 мм по высо-

Таблица 10

Элемент стены	Расчетная сейсмичность, баллы			Примечания
	7	8	9	
1. Ширина простенков, не менее, м, при кладке: I категории II "	0,64 0,77	0,9 1,16	1,16 1,55	1. Ширину угловых простенков следует принимать на 26 см больше указанной в таблице. 2. Простенки меньшей ширины необходимо усиливать железобетонным обрамлением или армированием Проемы большей ширины следует окаймлять железобетонной рамкой
2. Ширина проемов, м, не более, при кладке I или II категории	3,5	3	2,5	
3. Отношение ширины простенка к ширине проема, не менее	0,33	0,5	0,75	
4. Выступ стей в плане, не более, м	2	1	—	
5. Вынос карнизов, не более, м: из материала стен из железобетонных элементов, связанных с антисейсмическими поясами деревянных, оштукатуренных по металлической сетке	0,2 0,4  0,75	0,2 0,4  0,75	0,2 0,4  0,75	Вынос деревянных неоштукатуренных карнизов допускается до 1 м

те при расчетной сейсмичности 7—8 баллов и через 500 мм — при 9 баллах.

Участки стен и столбы над чердачным перекрытием, имеющие высоту более 400 мм, должны быть армированы или усилены монолитными железобетонными включениями, заанкеренными в антисейсмический пояс.

Кирпичные столбы допускаются только при расчетной сейсмичности 7 баллов. При этом марка раствора должна быть не ниже 50, а высота столбов — не более 4 м. В двух направлениях столбы следует связывать заанкеренными в стены балками.

3.47. Сейсмостойкость каменных стен здания следует повышать сетками из арматуры, созданием комплексной конструкции, предварительным напряжением кладки или другими экспериментально обоснованными методами.

Вертикальные железобетонные элементы (сердечники) должны соединяться с антисейсмическими поясами.

Железобетонные включения в кладку комплексных конструкций следует устраивать открытыми не менее чем с одной стороны.

При проектировании комплексных конструкций как каркасных систем антисейсмические пояса и их узлы сопряжения со стойками должны рассчитываться и конструироваться как элементы каркасов с учетом работы заполнения. В этом случае предусмотренные для бетонирования стоек пазы должны быть открытыми не менее чем с двух сторон. Если комплексные конструкции выполняются с же-

лезобетонными включениями по торцам простенков, продольная арматура должна быть надежно соединена хомутами, уложенными в горизонтальных швах кладки. Бетон включений должен быть не ниже марки 150, кладка должна выполняться на растворе марки не ниже 50, а количество продольной арматуры не должно превышать 0,8% площади сечения бетона простенков.

Примечание. Несущая способность железобетонных включений, расположенных по торцам простенков, учитываемая при расчете на сейсмическое воздействие, не должна учитываться при расчете сечений на основное сочетание нагрузок.

3.48. В зданиях с несущими стенами первые этажи, используемые под магазины и другие помещения, требующие большой свободной площади, следует выполнять в железобетонных конструкциях.

3.49. Перемычки должны устраиваться, как правило, на всю толщину стены и заделываться в кладку на глубину не менее 350 мм. При ширине проема до 1,5 м заделка перемычек допускается на 250 мм.

3.50. Балки лестничных площадок следует заделывать в кладку на глубину не менее 250 мм и заанкеривать.

Необходимо предусматривать крепления ступеней, косяков, сборных маршей, связь лестничных площадок с перекрытиями. Устройство консольных ступеней, заделанных в кладку, не допускается. Дверные и оконные

проемы в каменных стенах лестничных клеток при расчетной сейсмичности 8—9 баллов должны иметь, как правило, железобетонное обрамление.

3.51. В зданиях высотой три и более этажей с несущими стенами из кирпича или каменной кладки при расчетной сейсмичности 9 баллов выходы из лестничных клеток следует устраивать по обе стороны здания.

### ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

3.52. При расчете прочности нормальных сечений изгибаемых и внецентренно-сжатых элементов предельную характеристику сжатой зоны бетона  $\xi_R$  следует принимать по СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций с коэффициентом 0,85.

3.53. Во внецентренно-сжатых элементах, а также в сжатой зоне изгибаемых элементов при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов хомуты должны ставиться по расчету на расстояниях: при  $R_{ac} \leq 400$  МПа (4000 кгс/см<sup>2</sup>) — не более 400 мм и при вязаных каркасах — не более 15  $d$ ; при  $R_{ac} \geq 450$  МПа (4500 кгс/см<sup>2</sup>) — не более 300 мм и при вязаных каркасах — не более 10  $d$ , а при сварных каркасах — не более 12  $d$ , где  $d$  — наименьший диаметр сжатых продольных стержней. При этом поперечная арматура должна обеспечивать закрепление сжатых стержней от их изгиба в любом направлении.

Расстояния между хомутами внецентренно-сжатых элементов в местах стыкования рабочей арматуры внахлестку без сварки должны приниматься не более 8  $d$ .

Если общее насыщение внецентренно-сжатого элемента продольной арматурой превышает 3%, хомуты должны устанавливаться на расстоянии не более 8  $d$  и не более 250 мм.

## 4. ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Указания настоящего раздела распространяются на проектирование железных дорог I—IV категории, автомобильных дорог I—IV, IIIп и IVп категории, метрополитенов, скоростных городских дорог и магистральных улиц, пролегающих в районах сейсмичностью 7, 8, 9 баллов.

Примечания: 1. Производственные, вспомогательные, складские и другие здания транспортного назначения следует проектировать по указаниям разделов 2 и 3 настоящей главы.

3.54. В колоннах рамных каркасов многоэтажных зданий при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов шаг хомутов (кроме требований, изложенных в п. 3.53) не должен превышать  $\frac{1}{2}h$ , а для каркасов с несущими диафрагмами — не более  $h$ , где  $h$  — наименьший размер стороны колонны прямоугольного или двутаврового сечения. Диаметр хомутов в этом случае следует принимать не менее 8 мм.

3.55. В вязаных каркасах концы хомутов необходимо загнать вокруг стержня продольной арматуры и заводить их внутрь бетонного ядра не менее чем на 6  $d$  хомута.

3.56. Элементы сборных колонн многоэтажных каркасных зданий по возможности следует укрупнять на несколько этажей. Стыки сборных колонн необходимо располагать в зоне с меньшими изгибающими моментами. Стыкование продольной арматуры колонн внахлестку без сварки не допускается.

3.57. В предварительно-напряженных конструкциях, подлежащих расчету на особое сочетание нагрузок с учетом сейсмического воздействия, усилия, определяемые из условий прочности сечений, должны превышать усилия, воспринимаемые сечениям при образовании трещин не менее чем на 25%.

3.58. В предварительно-напряженных конструкциях не допускается применять арматуру, для которой относительное удлинение после разрыва ниже 2%.

3.59. В зданиях и сооружениях расчетной сейсмичностью 9 баллов без специальных анкеров не допускается применять арматурные канаты и стержневую арматуру периодического профиля диаметром более 28 мм.

3.60. В предварительно-напряженных конструкциях с натяжением арматуры на бетон напрягаемую арматуру следует располагать в закрытых каналах, замоноличиваемых в дальнейшем бетоном или раствором.

2. При проектировании сооружений на железных дорогах V категории и на железнодорожных путях промышленных предприятий сейсмические нагрузки допускается учитывать по согласованию с утверждающей проект организацией.

4.2. Разделом устанавливаются специальные требования к проектированию транспортных сооружений при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов. Расчетная сейсмичность для транспортных сооружений определяется по указаниям п. 4.3.

4.3. Проекты тоннелей и мостов длиной более 500 м следует разрабатывать исходя из



расчетной сейсмичности, устанавливаемой по согласованию с утверждающей проект организацией, с учетом данных специальных инженерно-сейсмологических исследований.

Расчетная сейсмичность для тоннелей и мостов длиной не более 500 м и других искусственных сооружений на железных и автомобильных дорогах I—III категории, а также на скоростных городских дорогах и магистральных улицах принимается равной сейсмичности площадок строительства, но не более 9 баллов.

Расчетная сейсмичность для искусственных сооружений на железных дорогах IV—V категории, на железнодорожных путях промышленных предприятий и на автомобильных дорогах IV, IIIп и IVп категории, а также для насыпей, выемок, вентиляционных и дренажных тоннелей на дорогах всех категорий принимается на один балл ниже сейсмичности площадок строительства.

**Примечание.** Сейсмичность площадок строительства тоннелей и мостов длиной не более 500 м и других дорожных искусственных сооружений, а также сейсмичность площадок строительства насыпей и выемок, как правило, следует определять на основании данных общих инженерно-геологических изысканий по табл. I с учетом дополнительных требований, изложенных в п. 4.4.

**4.4.** При изысканиях для строительства транспортных сооружений, возводимых на площадках с особыми инженерно-геологическими условиями (площадки со сложным рельефом и геологией, русла и поймы рек, подземные выработки и др.), и проектировании этих сооружений крупнообломочные грунты маловлажные из магматических пород, содержащие до 30% песчано-глинистого заполнителя, а также пески гравелистые плотные и средней плотности водонасыщенные, следует относить к грунтам категории II по сейсмическим свойствам; глинистые грунты с показателем консистенции  $0,25 < I_L \leq 0,5$  при коэффициенте пористости  $e < 0,9$  для глин и суглинков и  $e < 0,7$  для супесей следует относить к грунтам категории III по сейсмическим свойствам.

**Примечания:** 1. Сейсмичность площадок строительства тоннелей следует определять в зависимости от сейсмических свойств грунта, в который заложен тоннель.

2. Сейсмичность площадок строительства опор мостов и подпорных стен с фундаментами мелкого заложения следует определять в зависимости от сейсмических свойств грунта, расположенного на отметках заложения фундаментов.

3. Сейсмичность площадок строительства опор мостов, с фундаментами глубокого заложения, как правило, следует определять в зависимости от сейсмических свойств грунта верхнего 10-метрового слоя, считая от естественной поверхности грунта, а при срезке грунта — от поверхности грунта после срезки. В тех случаях, когда в расчете сооружения учитываются силы инерции

масс грунта, прорезаемого фундаментом, сейсмичность площадки строительства устанавливается в зависимости от сейсмических свойств грунта, расположенного на отметках заложения фундаментов.

4. Сейсмичность площадок строительства насыпей и труб под насыпями следует определять в зависимости от сейсмических свойств грунта верхнего 10-метрового слоя основания насыпи.

5. Сейсмичность площадок строительства выемок допускается определять в зависимости от сейсмических свойств грунта 10-метрового слоя, считая от контура откосов выемки.

## ТРАССИРОВАНИЕ ДОРОГ

**4.5.** При трассировании дорог в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов, как правило, следует обходить особо неблагоприятные в инженерно-геологическом отношении участки, в частности зоны возможных обвалов, оползней и лавин.

**4.6.** Трассирование дорог в районах сейсмичностью 8 и 9 баллов по нескальным косогорам при крутизне откоса более 1:1,5 допускается только на основании результатов специальных инженерно-геологических изысканий. Трассирование дорог по нескальным косогорам крутизной 1:1 и более не допускается.

## ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО И ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ

**4.7.** При расчетной сейсмичности 9 баллов и высоте насыпей (глубине выемок) более 4 м откосы земляного полотна из нескальных грунтов следует принимать на 1:0,25 положе откосов, проектируемых для несейсмических районов. Откосы крутизной 1:2,25 и менее крутые допускается проектировать по нормам для несейсмических районов.

Откосы выемок и полувыемок, расположенных в скальных грунтах, а также откосы насыпей из крупнообломочных грунтов, содержащих менее 20% по весу заполнителя, допускается проектировать по нормам для несейсмических районов.

**4.8.** При устройстве насыпей под железную или автомобильную дорогу I категории на насыщенных водой грунтах основание насыпей следует, как правило, осушать.

**4.9.** В случае применения для устройства насыпи разных грунтов отсыпку следует производить с постепенным переходом от тяжелых грунтов в основании к грунтам более легким вверху насыпи.

**4.10.** При устройстве земляного полотна на косогорах основную площадку, как правило, следует размещать или полностью на полке, врезанной в склон, или целиком на насыпи.



Протяженность переходных участков должна быть минимальной.

**4.11.** При проектировании железнодорожного земляного полотна, расположенного на скально-обвальном косогоре, следует предусматривать мероприятия по защите пути от обвалов. В качестве защитного мероприятия при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов следует предусматривать устройство между основной площадкой и верховым откосом или склоном улавливающей траншеи, габариты которой должны определяться с учетом возможного объема обрушающихся грунтов. При соответствующем технико-экономическом обосновании могут применяться также улавливающие стены и другие защитные сооружения.

**4.12.** При расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов низовой откос железнодорожной насыпи, расположенной на косогоре круче 1:2, следует укреплять подпорными стенами.

**4.13.** В районах сейсмичностью 8 и 9 баллов железнодорожный путь, как правило, следует укладывать на щебеночном балласте.

## МОСТЫ

**4.14.** Большие мосты, как правило, следует располагать вне зон тектонических разломов, на участках речных долин с устойчивыми склонами.

**4.15.** В сейсмических районах преимущественно следует применять мосты балочной системы с разрезными и неразрезными пролетными строениями.

**4.16.** Арочные мосты допускается применять только при наличии скального основания. Пяты сводов и арок следует опирать на массивные опоры и располагать на возможно более низком уровне. Надарочное строение следует проектировать сквозным.

**4.17.** При расчетной сейсмичности 9 баллов следует, как правило, применять сборные, сборно-монолитные и монолитные железобетонные конструкции опор, в том числе конструкции из столбов, оболочек и других железобетонных элементов. Надводную часть промежуточных опор допускается проектировать в виде железобетонной рамной надстройки или отдельных столбов, связанных распоркой.

**4.18.** При расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов допускается применять сборные, сборно-монолитные и монолитные бетонные опоры с дополнительными антисейсмическими конструктивными элементами.

**4.19.** Проектами сборно-монолитных бетонных опор из контурных блоков с монолитным

ядром необходимо предусматривать армирование ядра конструктивной арматурой, заделанной в фундамент и в подферменную плиту, а также объединение контурных блоков с ядром с помощью выпусков арматуры или другими способами, обеспечивающими надежное закрепление сборных элементов.

**4.20.** При расчетной сейсмичности 9 баллов проектами мостов с балочными разрезными пролетными строениями длиной более 18 м следует предусматривать антисейсмические устройства для предотвращения падения пролетных строений с опор.

**4.21.** При расчетной сейсмичности 9 баллов размеры подферменной плиты в балочных мостах с разрезными пролетными строениями длиной  $l > 50$  м, как правило, следует назначать такими, чтобы в плане расстояние вдоль оси моста от края площадок для установки опорных частей до граней подферменной плиты было не менее 0,005  $l$ .

**4.22.** На площадках, сложенных вечноммерзлыми грунтами, фундаменты допускается проектировать на грунтах, используемых в качестве основания по принципу I. Если грунты немерзлые или используются по принципу II, то следует предусматривать опирание подошвы фундаментов мелкого заложения или нижних концов свай, столбов и оболочек преимущественно на скальные или крупнообломочные грунты, гравелистые плотные пески, глинистые грунты твердой и полутвердой консистенции.

Опирание нижних концов свай, столбов и оболочек на оттаивающие песчаные грунты с льдистостью за счет ледяных включений более 0,01 или глинистые грунты с показателем консистенции более 0,5 не допускается.

**4.23.** При расчетной сейсмичности 9 баллов стойки опорных поперечных рам мостов на нескальных основаниях должны иметь общий фундамент мелкого заложения или опираться на плиту, объединяющую головы всех свай (столбов, оболочек).

**4.24.** Подошва фундаментов мелкого заложения должна быть горизонтальной. Фундаменты с уступами допускаются только при скальном основании.

**4.25.** Для средних и больших мостов свайные опоры и фундаменты с плитой, расположенной над грунтом, следует проектировать, применяя наклонные сваи сечением до  $400 \times 400$  мм или диаметром до 600 мм. Фундаменты и опоры средних и больших мостов допускается проектировать также с вертикальными сваями сечением не менее  $600 \times 600$  мм или диаметром не менее 800 мм независимо от положения плиты ростверка и с вертикаль-

ными сваями сечением до  $400 \times 400$  мм или диаметром до 600 мм в случае, если плита ростверка заглубляется в грунт.

4.26. Расчет мостов с учетом сейсмических воздействий следует производить на прочность и на устойчивость конструкций и по несущей способности грунтовых оснований фундаментов.

4.27. При расчете мостов следует учитывать совместное действие сейсмических, постоянных нагрузок и воздействий, воздействия трения в подвижных опорных частях и нагрузок от подвижного состава. Расчет мостов с учетом сейсмических воздействий следует производить как при наличии подвижного состава, так и при отсутствии его на мосту.

Примечания: 1. Совместное действие сейсмических нагрузок и нагрузок от подвижного состава не следует учитывать при расчете железнодорожных мостов, проектируемых для внешних подъездных путей и для внутренних путей промышленных предприятий (за исключением случаев, оговоренных в задании на проектирование), а также мостов, проектируемых для автомобильных дорог IV, III и IVа категории).

2. Сейсмические нагрузки не следует учитывать совместно с нагрузками от транспортеров и от ударов подвижного состава при расчете железнодорожных мостов, а также с нагрузками от тяжелых транспортных единиц (НК-80 и НГ-60), с нагрузками от торможения и от ударов подвижного состава — при расчете автодорожных и городских мостов.

4.28. При расчете мостов с учетом сейсмических воздействий коэффициенты сочетания  $\gamma_c$  следует принимать равными:

для постоянных нагрузок и воздействий, для сейсмических нагрузок, учитываемых совместно с постоянными нагрузками, а также с воздействием трения от постоянных нагрузок в подвижных опорных частях, — 1;

для сейсмических нагрузок, действие которых учитывается совместно с нагрузками от подвижного состава железных и автомобильных дорог, — 0,8;

для нагрузок от подвижного состава железных дорог — 0,7;

для нагрузок от подвижного состава автомобильных дорог — 0,3.

4.29. При расчете конструкций мостов на устойчивость и при расчете пролетных строений длиной более 18 м на прочность следует учитывать сейсмические нагрузки, вызванные вертикальной и одной из горизонтальных составляющих колебаний грунта, причем сейсмическую нагрузку, вызванную вертикальной составляющей колебаний грунта, следует умножать на коэффициент 0,5.

При прочих расчетах конструкций мостов сейсмическую нагрузку, вызванную вертикальной составляющей колебаний грунта, до-

пускается не учитывать. Сейсмические нагрузки, вызванные горизонтальными составляющими колебаний грунта, направленными вдоль и поперек оси моста, следует учитывать отдельно.

4.30. При расчете мостов сейсмические нагрузки следует учитывать в виде возникающих при колебаниях основания сил инерции частей моста и подвижного состава, а также в виде сейсмических давлений грунта и воды.

4.31. Сейсмические нагрузки от частей моста и подвижного состава следует определять согласно требованиям п. 2.5 настоящих норм с учетом упругих деформаций конструкций и основания моста, а также рессор железнодорожного состава.

4.32. При расчете мостов произведение коэффициентов  $K_1$  и  $A$  следует принимать равным 0,025; 0,05 и 0,1 при расчетной сейсмичности соответственно 7, 8 и 9 баллов. Коэффициент  $\beta$  следует определять независимо от категории грунтов по сейсмическим свойствам по формуле (4). При определении сейсмической нагрузки, действующей вдоль оси моста, масса железнодорожного подвижного состава не учитывается.

4.33. Опоры мостов следует рассчитывать с учетом сейсмического давления воды, если глубина реки в межень у опоры превышает 5 м. Сейсмическое давление воды допускается определять согласно требованиям раздела 5.

4.34. При расчете на прочность анкерных болтов, закрепляющих на опорных площадках от сдвига опорные части моста, следует принимать коэффициент надежности  $K_n = 1,5$ . Коэффициент надежности  $K_n$  допускается принимать равным единице при дополнительном заделывании опорных частей с помощью заделанных в бетон упоров или другими способами, обеспечивающими передачу на опору сейсмической нагрузки без участия анкерных болтов.

4.35. При расчете конструкций мостов на устойчивость против опрокидывания коэффициент условий работы  $m$  следует принимать: для конструкций, опирающихся на отдельные опоры, — 1; при проверке сечений бетонных конструкций и фундаментов на скальных основаниях — 0,9; при проверке фундаментов на не скальных основаниях — 0,8. При расчете на устойчивость против сдвига коэффициент условий работы  $m$  следует принимать равным 0,9.

4.36. При расчете оснований фундаментов мелкого заложения по несущей способности и при определении несущей способности свай (по грунту) влияние сейсмических воздействий следует учитывать в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию:

оснований зданий и сооружений; свайных фундаментов; оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах.

4.37. При проектировании фундаментов мелкого заложения эксцентриситет  $e_0$  равнодействующей активных сил относительно центра тяжести сечения по подошве фундаментов ограничивается следующими пределами:

в сечениях по подошве фундаментов, заложённых на нескальном грунте, —  $e_0 \leq 1,5 \rho$ ;

в сечениях по подошве фундаментов, заложённых на скальном грунте, —  $e_0 \leq 2,0 \rho$ ,

где  $\rho$  — радиус ядра сечения по подошве фундамента со стороны более нагруженного края сечения.

### ТРУБЫ ПОД НАСЫПАМИ

4.38. При расчетной сейсмичности 9 баллов следует преимущественно применять железобетонные фундаментные трубы со звеньями замкнутого контура. Длину звеньев, как правило, следует принимать не менее 2 м.

4.39. В случае применения при расчетной сейсмичности 9 баллов бетонных прямоугольных труб с плоскими железобетонными перекрытиями необходимо предусматривать соединение стен с фундаментом монолитированием выпусков арматуры. Бетонные стены труб следует армировать конструктивной арматурой. Между отдельными фундаментами следует устраивать распорки.

### ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ

4.40. Применение каменной кладки насухо допускается для подпорных стен протяжением не более 50 м (за исключением подпорных стен на железных дорогах при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов, и на автомобильных дорогах при расчетной сейсмичности 9 баллов, когда кладка насухо не допускается).

В подпорных стенах высотой 5 м и более, выполняемых из камней неправильной формы, следует через каждые 2 м по высоте устраивать прокладные ряды из камней правильной формы.

4.41. Высота подпорных стен, считая от подошвы фундаментов, должна быть не более:

а) стены из бетона: при расчетной сейсмичности 8 баллов — 12 м; то же, 9 баллов — 10 м;

б) стены из бутобетона и каменной кладки на растворе: при расчетной сейсмичности 8 баллов — 12 м; то же, 9 баллов: на желез-

ных дорогах — 8 м, на автомобильных дорогах — 10 м;

в) стены из кладки насухо — 3 м.

4.42. Подпорные стены следует разделять по длине сквозными вертикальными швами на секции с учетом размещения подошвы каждой секции на однородных грунтах. Длина секции должна быть не более 15 м.

4.43. При расположении оснований смежных секций подпорной стены в разных уровнях переход от одной отметки основания к другой должен производиться уступами с отношением высоты уступа к его длине 1 : 2.

4.44. Применение подпорных стен в виде обратных сводов не допускается.

### ТОННЕЛИ

4.45. При выборе трассы тоннельного перехода необходимо, как правило, предусматривать заложение тоннеля вне зон тектонических разломов в однородных по сейсмической жесткости грунтах.

При прочих равных условиях следует отдавать предпочтение вариантам с более глубоким заложением тоннеля.

4.46. Для участков пересечения тоннелем тектонических разломов, по которым возможна подвижка массива горных пород, при соответствующем технико-экономическом обосновании необходимо предусматривать увеличение сечения тоннеля.

4.47. При расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов обделку тоннелей следует проектировать замкнутой. Для тоннелей, сооружаемых открытым способом, следует применять цельносекционные сборные элементы. При расчетной сейсмичности 7 баллов обделку горного тоннеля допускается выполнять из набрызг-бетона в сочетании с анкерным креплением.

4.48. Порталы тоннелей и лобовые подпорные стены следует проектировать, как правило, железобетонными. При расчетной сейсмичности 7 баллов допускается применение бетонных порталов.

4.49. Для компенсации продольных деформаций обделки следует устраивать антисейсмические деформационные швы, конструкция которых должна допускать смещение элементов обделки и сохранение гидроизоляции.

4.50. В местах примыкания к основному тоннелю камер и вспомогательных тоннелей (вентиляционных, дренажных и пр.) следует устраивать антисейсмические деформационные швы.

## 5. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1. Нормы настоящего раздела должны соблюдаться при проектировании гидротехнических сооружений гидроэлектрических станций, водного (речного и морского) транспорта, мелиоративных систем и других гидротехнических сооружений.

5.2. При проектировании безнапорных сооружений всех классов, подпорных сооружений II, III, IV классов, при обосновании строительства подпорных гидротехнических сооружений I класса оценка сейсмичности площадок строительства должна производиться в соответствии с прил. 1 и 2 с учетом инженерно-геологических данных, характеризующих выбранную площадку, приведенных в табл. 1 (без учета примечаний к таблице).

Примечания: 1. Приведенные в табл. 1 значения коэффициента пористости  $e$  и показателя консистенции  $I_L$  грунтов площадки строительства должны определяться с учетом возможного их обводнения при заполнении водохранилища.

2. В районах сейсмичностью 6 баллов сейсмичность площадок строительства подпорных гидротехнических сооружений, возводимых на грунтах III категории, следует принимать равной 7 баллам.

3. Строительство гидротехнических сооружений на грунтах III категории в районах сейсмичностью 9 баллов допускается только при специальном обосновании.

5.3. Для разработки проектов подпорных сооружений I класса определение уточненных характеристик сейсмического воздействия должно производиться на основе детального сейсмического районирования и сейсмического микрорайонирования в районах сейсмичностью 6 баллов и выше. Материалы изысканий должны содержать:

характеристику структурно-тектонической обстановки и сейсмического режима района строительства в радиусе 50—100 км от площадки;

границы основных сейсмогенных зон и описание их сейсмологических характеристик (максимальные магнитуды, глубины очагов и эпицентральные расстояния, повторяемость землетрясений, сейсмичность площадки);

параметры расчетных сейсмических воздействий из всех выделенных зон с учетом структурно-тектонических особенностей района и инженерно-геологических условий площадки;

границы возможных зон возникновения остаточных деформаций в основании сооружения и оценку их величин при сильнейших землетрясениях;

наборы расчетных записей (акселерограмм, велосиграм, сейсмограмм), моделирующих

основные типы сейсмических воздействий на выбранной площадке;

оценку изменения параметров сейсмического режима под влиянием водохранилища в процессе его заполнения и эксплуатации;

оценку возможности обрушения в водохранилище больших масс горных пород и падения на сооружение неустойчивых скальных массивов под влиянием сейсмических воздействий.

5.4. При проектировании подпорных гидротехнических сооружений следует предусматривать возможность действия землетрясения в период строительства. Сейсмичность площадок строительства подпорных гидротехнических сооружений в этом случае следует снижать на один балл.

5.5. Расчеты всех гидротехнических сооружений, оснований и береговых склонов как в створе сооружения, так и в зоне водохранилища должны производиться на статические нагрузки, определяемые согласно п. 2.2 «а» и пп. 5.13—5.24.

Расчетную сейсмичность для гидротехнических сооружений следует принимать равной сейсмичности площадки.

Для подпорных гидротехнических сооружений I класса, при их расположении в районах сейсмичностью свыше 7 баллов, допускается производить дополнительные расчеты на сейсмические воздействия, указанные в п. 2.2 «б».

5.6. Расчеты гидротехнических сооружений и их оснований на условные статические нагрузки (по п. 2.2 «а») должны производиться в соответствии с требованиями глав СНиП по проектированию гидротехнических сооружений отдельных видов. В расчетах должны учитываться сейсмические нагрузки от массы сооружения, присоединенной массы воды (или гидродинамического давления), от волн в водохранилище, вызванных землетрясением, и от динамического давления грунта.

5.7. Деформационные и прочностные характеристики материалов сооружений следует определять экспериментально с учетом особенностей сейсмического воздействия. Допускается деформационные характеристики принимать осредненными по всему сечению или объему сооружения, а при расчете сооружения по п. 2.2 «а» — использовать статические прочностные характеристики. При этом для бетонных гидротехнических сооружений значение  $m_{кр}$  следует принимать равным 1,2.

Используемые в расчетах по п. 2.2 «б» характеристики динамических деформационных

и прочностных свойств грунтов оснований и материалов гидротехнических сооружений должны определяться экспериментально.

**Примечание.** При наличии в основании или в теле гидротехнического сооружения водонасыщенных несвязных грунтов следует производить оценку их минимально допускаемой плотности по условию динамической устойчивости структуры, а также возможного снижения сопротивления сдвигу вследствие разжижения этих грунтов при сейсмических воздействиях.

**5.8.** Для грунтовых сооружений допускаются остаточные деформации и повреждения (осадки и смещения, трещины и др.), не приводящие к опасным последствиям при условии, что они могут быть устранены ремонтом сооружения после землетрясения. Предельные необратимые деформации должны назначаться на основе специального обоснования с учетом природных условий площадки строительства, особенностей конструкции и условий эксплуатации сооружения; следует учитывать необходимость сохранения (без ремонта) сооружений напорного фронта при повторном воздействии землетрясений интенсивностью, меньшей расчетной на 1 балл. Для бетонных и железобетонных гидротехнических сооружений предельные состояния устанавливаются согласно указаниям глав СНиП по проектированию гидротехнических сооружений соответствующих видов.

**5.9.** Скальные массивы, образующие береговые склоны, смещение и падение которых при землетрясении может вызвать повреждение основных сооружений гидроузла или образование волн перелива, повлечь за собой затопление населенных пунктов или промышленных предприятий, необходимо проверять на устойчивость.

**5.10.** Для гидротехнических сооружений I класса наряду с расчетом на сейсмические воздействия следует проводить экспериментальные, в том числе модельные, исследования; целесообразно проведение натурных исследований на частично построенных и действующих сооружениях для уточнения динамических характеристик сооружений и применяемых методов их расчета.

**5.11.** Для сооружений I класса обязательно включение в состав проекта раздела по организации инструментальных наблюдений за поведением сооружений, их оснований и береговых склонов при землетрясениях.

**5.12.** Проектирование зданий, крановых эстакад, опор линий электропередач и других объектов, входящих в состав гидроузлов, следует производить в соответствии с указаниями разделов 1—3. В случае размещения этих

объектов на основных гидротехнических сооружениях или в контакте с ними в расчетах должно учитываться сейсмическое воздействие, заданное ускорением, передаваемым со стороны основного сооружения и определяемое в соответствии с указаниями пп. 5.14 и 5.15 настоящих норм.

## РАСЧЕТНЫЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

**5.13.** В расчетах прочности подпорных гидротехнических сооружений по одномерной (консольной) и двумерной схемам следует учитывать горизонтальные сейсмические воздействия (по направлениям вдоль и поперек оси сооружения); в расчетах по пространственной схеме целесообразно учитывать также наклонные сейсмические воздействия, имеющие те же направления в плане и угол наклона к горизонтальной плоскости  $30^\circ$ .

В расчетах устойчивости гидротехнических сооружений следует учитывать наиболее опасное горизонтальное или наклонное, направленное под углом  $30^\circ$  к горизонтальной плоскости сейсмическое воздействие. При этом значение модуля вектора сейсмического ускорения основания принимается равным  $A$ .

**5.14.** В общем случае расчета гидротехнических сооружений проекцию  $S_{ikj}$  на направление  $j$  сейсмической нагрузки  $S_{ik}$  при  $i$ -той форме колебаний, действующей на элемент весом  $Q_k$ , отнесенный к точке  $k$  сооружения, следует определять по формуле

$$S_{ikj} = K_1 K_2 Q_k A K_{\psi} \eta_{ikj}, \quad (12)$$

а коэффициент  $\eta_{ikj}$  — по формуле

$$\eta_{ikj} = u_{ikj} \frac{\sum_k Q_k \sum_{j=1}^3 u_{ikj} \cos(u_{ikj}, \vec{u}_0)}{\sum_k Q_k \sum_{j=1}^3 u_{ikj}^2}, \quad (13)$$

где  $u_{ikj}$  — проекции перемещений точек  $k$  по трем ( $j=1, 2, 3$ ) взаимно ортогональным направлениям;  $\cos(u_{ikj}, \vec{u}_0)$  — косинусы углов между направлениями вектора  $\vec{u}_0$  сейсмического воздействия, определяемыми согласно п. 5.13, и перемещений  $u_{ikj}$ ;  $Q_k$  — вес элемента сооружения, отнесенный к точке  $k$ , при этом необходимо учитывать присоединенную массу воды в соответствии с указаниями п. 5.16.

Значения коэффициентов, входящих в формулу (12), следует принимать равными:

$K_2$  — для подпорных сооружений всех типов высотой до 60 м — 0,8, высотой свыше 100 м — 1; в интервале между этими значениями высот — по линейной интерполяции; для остальных сооружений — 1;  $K_1$  — согласно требованиям п. 2 табл. 3;

$K_\phi$  — для грунтовых сооружений при сейсмичности площадки строительства 7 и 8 баллов — 0,7; при сейсмичности площадки строительства 9 баллов — 0,65;  $K_\phi$  — для бетонных и железобетонных подпорных сооружений при сейсмичности 7 и 8 баллов — 1, при сейсмичности 9 баллов — 0,8;

$\beta_i$  — для грунтов I категории — по формуле (3), а при  $T_i \leq 0,15$  с по формуле

$$\beta_i = 1,5 + 10T_i; \quad (14)$$

$\beta_i$  — для грунтов II категории — по формуле (4), а при  $T_i \leq 0,15$  с по формуле

$$\beta_i = 1,5 + 8T_i; \quad (15)$$

$\beta_i$  — для грунтов III категории по формуле (5), а при  $T_i \leq 0,2$  с по формуле

$$\beta_i = 1,5 + 2,5T_i. \quad (16)$$

Во всех случаях произведения  $K_\phi \beta_i$  следует принимать не менее 0,8.

Для подпорных гидротехнических сооружений I класса расчетное сейсмическое воздействие, характеризуемое вектором ускорения  $A$ , увеличивается на 20%.

5.15. В расчетах гидротехнических сооружений по одномерной схеме при горизонтальном и наклонном направлении сейсмического воздействия горизонтальную сейсмическую нагрузку следует определять по формулам (1) и (2), причем в случае наклонного сейсмического воздействия величину  $A$  при определении горизонтальной составляющей сейсмической нагрузки в формуле (2) следует умножать на 0,87, а при определении вертикальной составляющей — на 0,5 и принимать значение  $\beta_{\text{нак}} = 1$ .

5.16. Вес погруженного в воду элемента  $Q_h$  сооружения следует определять без учета взвешивающего действия воды. Вес воды в порах и полостях этого элемента следует учитывать в качестве дополнительного веса. При учете инерционного влияния воды к величине  $Q_h$  следует прибавлять вес присоединенной массы воды, равный  $m_h g$ ,

где  $m_h$  — присоединенная масса воды, определяемая в соответствии с указаниями пп. 5.26—5.27, а  $g$  — ускорение силы тяжести.

5.17. При расчетах гидротехнических тоннелей и других подземных сооружений следует учитывать раздельно сейсмическое давление, вызванное изменением напряженного состояния среды при прохождении в ней сейсмических волн, а также сейсмические нагрузки от собственного веса  $Q_h$  сооружения, определяемые по формуле

$$S_h = AK_i Q_h K_h, \quad (17)$$

и от веса  $Q_h$  соответствующего породного свода, определяемые по формуле

$$S_n = AK_i Q_h K_h, \quad (18)$$

где  $K_h$  — коэффициент, зависящий от глубины  $h$  заложения сооружения. При глубине заложения до 100 м величина  $K_h$  изменяется линейно от 1 до 0,5, а при глубине заложения больше 100 м величину  $K_h$  следует принимать равной 0,5.

Сейсмическую нагрузку на скальные массивы, образующие береговые склоны, следует определять по формуле (18) при  $K_h = 1$ .

5.18. Сейсмические нагрузки на жесткие массивные сооружения типа оградительных портовых сооружений, бетонных водосливных плотин на нескальных основаниях следует определять как для твердого тела на упругом основании.

5.19. Расчет на сейсмические воздействия гидротехнических тоннелей следует производить в соответствии с указаниями п. 5.17 с учетом гидродинамического давления, определяемого в соответствии с п. 5.29.

5.20. Активное  $q_c$  и пассивное  $q_c^*$  давление несвязного грунта на подпорные стены, плотины, подземные части других гидротехнических сооружений, с учетом сейсмического воздействия, следует определять по формулам:

$$\left. \begin{aligned} q_c &= \rho_c g H \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \varepsilon)}{\cos \theta \cos(\theta + \delta + \varepsilon) (1 + \gamma \bar{z})^2}, \\ q_c^* &= \rho_c g H \frac{\cos^2(\varphi + \theta - \varepsilon)}{\cos \theta \cos(\theta - \delta - \varepsilon) (1 - \gamma \bar{z}^*)^2}, \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

где

$$\begin{aligned} \bar{z} &= \frac{\sin(\varphi - \alpha - \varepsilon) \sin(\varphi + \delta)}{\cos(\theta - \alpha) \cos(\theta + \delta + \varepsilon)}, \\ \bar{z}^* &= \frac{\sin(\varphi + \alpha - \varepsilon) \sin(\varphi + \delta)}{\cos(\theta - \alpha) \cos(\theta - \delta - \varepsilon)}. \end{aligned}$$

При горизонтальном направлении сейсмического воздействия

$$\rho_c g = \frac{\rho g}{\cos \varepsilon},$$

при наклонном направлении сейсмического воздействия

$$\rho_c g = \rho g \frac{1 - 0,5AK_i}{\cos \varepsilon}, \quad \text{tg } \varepsilon = \frac{0,87AK_i}{1 - 0,5AK_i},$$

$\rho$  — плотность грунта;  $H$  — глубина рассматриваемой точки грани стены ниже поверхности грунта;  $\theta$  — угол наклона грани стены к вертикали;  $\alpha$  — угол наклона поверхности грунта к горизонту;  $\varphi$  — угол внутреннего трения грунта;  $\delta$  — угол трения грунта по стене;  $\varepsilon = \arctg AK_1$ ;  $\varepsilon$  — угол отклонения от вертикали равнодействующей плотности грунта  $\rho$  и сейсмической силы  $\rho g A K_0 g$  — ускорение силы тяжести.

В случае определения активного  $q_c$  и пассивного  $q_c^*$  давления водонасыщенного грунта на подпорные стены в формулы следует вводить вес взвешенного грунта  $(\rho - \rho_w)g$ , а сейсмическую силу  $(\rho_{нас} g AK_1)$  следует определять по плотности насыщенного грунта; при этом угол отклонения равнодействующей равен

$$\varepsilon = \arctg \frac{\rho_{нас} \cdot g}{(\rho - \rho_w) g} AK_1,$$

где  $\rho_w$  — плотность воды.

Давление насыщающей грунт воды на стену следует определять так же, как в статическом расчете.

В случае расположения грунта под водой следует учитывать сейсмическое давление воды на его поверхность, равное сейсмическому давлению воды на стену на той же глубине. При углах  $\alpha$  менее  $10^\circ$  допускается приближенно принимать  $(\rho - \rho_w)gH + p$  вместо  $(\rho - \rho_w)gH$ , где  $p$  — давление воды на поверхность грунта.

Примечание. При определении активного давления  $p > 0$ , а при определении пассивного давления  $p < 0$ .

5.21. Для сооружений, расчет которых производится по одномерной (консольной) схеме, следует учитывать не менее трех форм собственных колебаний, а для сооружений, расчет которых производится по двумерной схеме, следует учитывать не менее 10 форм колебаний для бетонных плотин и не менее 15 форм для плотин из грунтовых материалов.

5.22. Для определения сейсмических нагрузок при обосновании строительства гидротехнических сооружений I и II классов и при проектировании сооружений III и IV классов допускается учет только низшего тона колебаний и приближенной формы деформации сооружений, отвечающей этому тону.

Сейсмическую нагрузку на сооружения, расчет которых производится по одномерной

(консольной) схеме, следует определять по формулам (1) и (2); при этом коэффициенты  $\eta_{ik}$  допускается вычислять по формуле (6).

5.23. В расчетах устойчивости сооружений инерционные нагрузки надвигаемую часть нескального основания следует определять при ускорениях перемещения основания, равных  $AK_1$ .

5.24. Для гидротехнических сооружений из грунтовых материалов должна производиться проверка устойчивости откосов на сдвиг по круглоцилиндрическим, ломаным или другим поверхностям скольжения согласно нормам проектирования этих сооружений. При расчетах сейсмических нагрузок на сооружения по двумерным и трехмерным схемам для проверки устойчивости откосов допускается использовать расчетные ускорения  $a_{phj}$  в точках  $k$  сооружения, определяемые по формуле

$$a_{phj} = AK_1 K_2 \sqrt{\sum_{i=1}^n [K_{\varphi} \beta_i \eta_{ik}]^2}. \quad (20)$$

5.25. В расчетах гидротехнических сооружений на сейсмическое воздействие при определении периодов собственных колебаний и сейсмических нагрузок следует учитывать инерционное влияние воды.

5.26. Горизонтальную присоединенную массу воды  $m_w$  для гидротехнических сооружений (кроме перечисленных в п. 5.27), приходящуюся на единицу площади их поверхности, следует определять по формуле

$$m_w = \rho_w h \mu \psi, \quad (21)$$

где  $\rho_w$  — плотность воды;  $h$  — глубина воды у сооружения;  $\mu$  — безразмерный коэффициент присоединенной массы воды, определяемый по табл. 11;  $\psi$  — безразмерный коэффициент, учитывающий ограниченность длины водоема и принимаемый для  $l/h \geq 3$  равным 1, а для  $l/h < 3$  — по табл. 12;  $l$  — расстояние между сооружением и противоположным ему берегом водоема (для плузов и аналогичных сооружений — между противоположными стенками конструкции) на глубине  $2/3 h$  от свободной поверхности воды.

Примечания: 1. Для предварительного выбора характера колебаний сооружения по табл. 11 следует учитывать для бетонных и железобетонных плотин на нескальном основании колебания вращения и сдвига сооружения как жесткого тела, на скальном основании — деформации изгиба и сдвига, а для плотин из



грунтовых материалов — деформация сдвига. В качестве расчетного следует принимать характер колебаний, приводящий к получению максимального значения при соединенной массы воды.

2. Если вода находится с двух сторон сооружения, ее присоединенную массу следует принимать равной сумме присоединенных масс воды, определяемых для каждой из сторон сооружения.

5.27. Для отдельно стоящих сооружений типа водозаборных башен, опор мостов и свай присоединенную массу воды, приходящуюся на единицу длины конструкции, следует определять по формуле

$$m_b = \rho_b d^2 \mu, \quad (22)$$

где  $d$  — диаметр круглого или размер стороны квадратного поперечного сечения сооружения, м;  $\mu$  — безразмерный коэффициент, определяемый по табл. 11.

Примечание. Погонную присоединенную массу воды  $m_b$  при поперечных колебаниях свай допускается принимать равной массе воды, эквивалентной объему единицы длины свай.

5.28. В расчетах прочности и устойчивости безнапорных сооружений допускается учитывать сейсмическое давление воды, определяемое по формулам:

а) для жестких массивных оградительных и причальных портовых гидротехнических сооружений:

$$\left. \begin{aligned} p &= AK_1 \rho_b g h D \psi; \\ P &= AK_1 \rho_b g h^2 \Omega \psi; \\ h_0 &= h \chi; \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

б) для отдельно стоящих сооружений, перечисленных в п. 5.27:

$$\left. \begin{aligned} p_0 &= AK_1 \rho_b g d^2 D; \\ P_0 &= AK_1 \rho_b g d^2 \Omega h; \\ h_0 &= h \chi, \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

где  $p$  — ординаты эпюры гидродинамического давления, отнесенного к единице площади поверхности сооружения;  $p_0$  — то же, отнесенного к единице высоты отдельно стоящего сооружения;  $P$  — суммарное гидродинамическое давление на единицу длины сооружения;  $P_0$  — то же, на отдельно стоящее сооружение;  $h_0$  — глубина погружения точки приложения равнодействующей гидродинамического давления;  $D$ ,  $\Omega$ ,  $\chi$  — безразмерные коэффициенты, определяемые по табл. 11

Примечание. Если вода находится с двух сторон сооружения, гидродинамическое давление следует при-

нимать равным сумме абсолютных значений гидродинамических давлений, определенных для каждой из сторон сооружения.

5.29. В напорных водоводах гидродинамическое давление  $p_{\max}$  следует определять по формуле

$$p_{\max} = \frac{AK_1}{2\pi} \rho_b g C_b T_0, \quad (25)$$

где  $C_b$  — скорость звука в воде, равная 1300 м/с;  $T_0$  — преобладающий период сейсмических колебаний грунта, величина которого принимается равной 0,5 с.

5.30. При расчете гидротехнических сооружений на вертикальную составляющую сейсмического воздействия следует учитывать дополнительное сейсмическое давление воды  $p_{\text{доп}}$  (ординаты давления) на наклонные грани сооружений, определяемое по формуле

$$p_{\text{доп}} = 0,5 \rho_b g z AK_1 \sin \theta, \quad (26)$$

где  $z$  — расстояние от рассматриваемого сечения до водной поверхности;  $\theta$  — угол наклона напорной грани к вертикали.

5.31. Высоту гравитационной волны, м, возникающей в водохранилище в случае образования в нем сейсмостектонических деформаций при землетрясениях интенсивностью  $I = 6-9$  баллов, учитываемую при назначении превышения гребня плотины над расчетным горизонтом воды, следует определять по формуле

$$\Delta h = 0,4 + 0,76 (I - 6). \quad (27)$$

5.32. При расчете гидротехнических сооружений с учетом сейсмического воздействия, направленного вдоль напорного фронта сооружения, влияние водной среды допускается не учитывать.

## РАЗМЕЩЕНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

5.33. Подпорные гидротехнические сооружения, возводимые в сейсмических районах, следует располагать на участках, удаленных от тектонических разломов, по которым могут



возникнуть относительные подвижки скальных массивов, образующих основание сооружения.

5.34. Основные сооружения гидроузлов (плотины, здания ГЭС, водосбросы) следует размещать на скальном массиве, в пределах которого возможность возникновения указанных в п. 5.33 подвижек исключена.

5.35. Возведение бетонных подпорных гидротехнических сооружений I и II классов на участках, в пределах которых противоположные береговые склоны сложены породами, резко различающимися по механическим свойствам, допускается только при специальном обосновании.

5.36. При наличии в основании сооружений слоя слабых грунтов (илов, мягкопластичных глин и др.) следует удалять эти грунты либо предусматривать специальные меры к их уплотнению или закреплению.

Возможность использования таких грунтов в качестве оснований гидротехнических сооружений без указанных выше мероприятий должна обосновываться специальными исследованиями.

При строительстве гидротехнических сооружений на скальных грунтах следует обращать особое внимание на тщательность выполнения мероприятий по укреплению грунта и улучшению контакта сооружений с основанием.

5.37. При наличии в основании или теле сооружения водонасыщенных несвязных грунтов следует производить оценку возможности их разжижения при сейсмическом воздействии.

При возможности разжижения грунтов в теле сооружения или в основании следует предусматривать искусственное уплотнение или укрепление грунтов.

5.38. В качестве водопорных элементов плотин из местных материалов следует применять пластичные или полужесткие ядра. Для плотин высотой до 50 м следует, как правило, применять асфальтобетонные экраны и диафрагмы, а высотой от 50 до 100 м, как правило, — асфальтобетонные диафрагмы.

При этом особое внимание следует уделять обеспечению надежности сопряжения проти-

вофильтрационных элементов с основанием и береговыми склонами.

5.39. Верховые водонасыщенные призмы плотин следует проектировать из крупнозернистых грунтовых материалов (каменная наброска, гравелистые и галечниковые грунты и др.), не способных к разжижению при сейсмических воздействиях. При отсутствии таких материалов в тело верховой призмы целесообразно введение горизонтальных слоев из крупнообломочных сильнодренирующих материалов.

Примечание. Указания этого пункта не распространяются на гидротехнические сооружения с верховыми экранами.

5.40. С целью повышения устойчивости откосов в плотинах из грунтовых материалов при сейсмических воздействиях следует предусматривать максимальное уплотнение наружных призм, особенно в зоне, расположенной близко к гребню плотины, а также крепление откосов каменной наброской или железобетонными плитами.

5.41. При выборе схемы разрезки бетонных плотин температурными и конструктивными швами следует учитывать наличие ослабленных зон в основании плотины или в береговых склонах, предусматривая конструкции, допускающие относительное смещение частей сооружений без нарушений водонепроницаемости папорного фронта.

5.42. Портовые оградительные сооружения (молы, волноломы) при сейсмичности площадки 8 и 9 баллов следует возводить из наброски камня, обыкновенных и фасонных массивов или из массивов-гигантов. При этом углы наклона откоса в этих сооружениях при сейсмичности 8 и 9 баллов следует уменьшать соответственно на 10 или 20% против допускаемых в несейсмических районах.

5.43. Причальные сооружения следует, как правило, возводить в виде конструкций, не подверженных одностороннему давлению грунта. При невозможности выполнения этого условия следует применять заанкеренные стальные шпунтовые стенки при нескальных основаниях и стенки из массивов-гигантов при скальных основаниях. При сейсмичности 7 и 8 баллов допускается также применение сборных конструкций из кладки обыкновенных массивов с выполнением специальных конструктивных мероприятий по усилению монолитности сооружений.

Таблица 11

Характер движения сооружения	Коэффициенты			
	$\mu$	$D$	$\varphi$	$\chi$
1. Колебания вращения недеформируемого сооружения с вертикальной напорной гранью на податливом основании при $z_c \neq h$	$\frac{z_c R - \frac{2h}{\pi} G}{z_c - z}$	$\frac{z_c R - \frac{2h}{\pi} G}{z_c - h}$	$\frac{0,543 z_c - 0,325 h}{z_c - h}$	$\frac{0,32 z_c - 0,210 h}{0,543 z_c - 0,325 h}$
2. Горизонтальные поступательные перемещения недеформируемых сооружений: с вертикальной напорной гранью с наклонной напорной гранью	$\frac{R}{R \sin \theta}$	$\frac{R}{R \sin \theta}$	$\frac{0,543}{0,543 R \sin \theta}$	$\frac{0,6}{0,6}$
3. Горизонтальные поступательные перемещения недеформируемых сооружений с вертикальной напорной гранью в V-образном ущелье	$\mu_1$	$D = \mu_1$	—	—
4. Горизонтальные изгибные колебания сооружений консольного типа с вертикальной напорной гранью	$\frac{R + C_1(a-1)}{1 + C_2(a-1)}$	$R + C_1(a-1)$	—	—
5. Горизонтальные сдвиговые колебания сооружений консольного типа с вертикальной напорной гранью	$\frac{aR - C_2(a-1)}{a - (a-1)\frac{z^2}{h^2}}$	$aR - C_2(a-1)$	—	—
6. Горизонтальные колебания отдельно стоящих вертикальных сооружений типа водозаборных башен, опор мостов, свай с круглой формой поперечного сечения	$\frac{\pi}{4} \left( \frac{z}{h} \right)^{d_1/2h}$	$\frac{\pi}{4} \left( \frac{z}{h} \right)^{d_1/2h}$	$\frac{\pi}{4(1 + d_1/2h)}$	$\frac{2h + d_1}{4h + d_1}$
7. То же, с квадратной формой поперечного сечения	$\left( \frac{z}{h} \right)^{d_2/2h}$	$\left( \frac{z}{h} \right)^{d_2/2h}$	$\frac{1}{1 + d_2/2h}$	$\frac{2h + d_2}{4h + d_2}$

Примечания: 1. Коэффициенты  $R$ ,  $G$ ,  $\mu_1$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  — принимаются по табл. 13;  $z$  — ордината точки напорной грани, для которой вычисляется величина присоединенной массы воды (начало координат принимается на уровне водной поверхности);  $z_c$  — ордината центра вращения, определяемая из расчета сооружения без учета влияния водной среды;  $\theta$  — угол наклона напорной грани к горизонту;  $d_1$  — диаметр поперечного сечения, м;  $d_2$  — сторона квадрата поперечного сечения, м;  $a$  — отношение ускорения гребня, определяемого из расчета плотины без учета влияния водной среды, к величине  $AK_1$ .

2. В случае когда угол наклона напорной грани  $\theta \geq 75^\circ$ , значения безразмерных коэффициентов принимаются как для вертикальной напорной грани.

3. Значение безразмерного коэффициента  $\mu_1$  для ключевого сечения симметричных арочных плотин принимается по табл. 13. Для остальных сечений арочной плотины значения этого коэффициента увеличиваются линейно до 1,3  $\mu_1$  в пятах.

4. Для случаев, не предусмотренных табл. 11, присоединенная масса воды определяется специальными расчетами.

Таблица 12

Отношение $l/h$ . . . . .	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3
Безразмерный коэффициент $\psi$ . . . . .	0,26	0,41	0,53	0,63	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73	0,93	0,96	1

Таблица 13

Безразмерные коэффициенты	Отношение $z/h$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\mu_1$ $\left\{ \begin{array}{l} \theta = 90^\circ \\ \theta = 30^\circ \text{ для всех отношений } b/h \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} \frac{b}{h} = 3:1 \\ \frac{b}{h} = 2:1 \\ \frac{b}{h} = 1:1 \end{array} \right.$	0,23	0,36	0,47	0,55	0,61	0,66	0,7	0,72	0,74	0,74
	0,12	0,23	0,34	0,45	0,55	0,64	0,72	0,79	0,83	0,85
	0,22	0,38	0,47	0,53	0,57	0,59	0,61	0,62	0,63	0,68
	0,22	0,35	0,41	0,46	0,49	0,52	0,53	0,54	0,54	0,55
	0,21	0,29	0,35	0,38	0,41	0,43	0,44	0,45	0,45	0,44
	0,08	0,15	0,18	0,22	0,23	0,23	0,22	0,2	0,18	0,15
	0,07	0,09	0,1	0,1	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
	0,04	0,09	0,13	0,18	0,23	0,28	0,34	0,38	0,42	0,43
	0,86	0,73	0,59	0,46	0,34	0,23	0,14	0,06	0,02	0

Примечание.  $b$  — ширина ущелья на уровне водной поверхности.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

СПИСОК НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СССР, РАСПОЛОЖЕННЫХ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ,  
С УКАЗАНИЕМ ПРИНЯТОЙ ДЛЯ НИХ СЕЙСМИЧНОСТИ  
В БАЛЛАХ И ПОВТОРЯЕМОСТИ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Пункты с сейсмичностью 9 баллов, находящиеся в зонах возможного возникновения очагов землетрясений (зонах ВОЗ) с магнитудами 7,1 и более, отмечены знаком \* возле цифры. Землетрясения с такими магнитудами могут вызвать на поверхности земли остаточные деформации, разрушительные эффекты типа обвалов, оползней, селей, а также сейсмические воздействия интенсивностью более 9 баллов.

В случае если работы по сейсмическому микрорайонированию проведены и соответствующие карты имеются в госстроях союзных республик, пункт отмечен знаком \* возле названия. Этим же знаком отмечены пункты, для которых в госстроях союзных республик имеются данные о грунтовых условиях и другие сведения, которые необходимо учитывать при определении сейсмичности.

Украинская ССР

Алупка *	—8 <sub>2</sub>	Вендичаны	—6	Дунаевцы	—6	Лучинец	—6
Алушта *	—8 <sub>2</sub>	Верхне-Садовое	—7 <sub>2</sub>	Евпатория	—6	Любашевка	—6
Ананьев	—6	Верх. Синевидное	—6	Жмеринка	—6	Мардаровка	—6
Анатолевка	—6	Верховина	—6	Жовтень	—6	Меджибож	—6
Андреево-Ивановка	—6	Веселиново	—6	Журавки	—6	Межгорье	—6
Арицз *	—7 <sub>1</sub>	Вижница	—6	Заболотов	—6	Межиречье	—6
Багерово	—6	Вилково	—7 <sub>1</sub>	Завалье	—6	Мельница	—6
Балаклава	—8 <sub>2</sub>	Вилко	—7 <sub>2</sub>	Загнитков	—6	Подольская	—6
Балин	—6	Виноградов	—7 <sub>2</sub>	Залещики	—6	Миньковцы	—6
Балта	—6	Виньковцы	—6	Заозерное	—6	Могилев	—6
Бар	—6	Вишневое	—7 <sub>1</sub>	(Крымская обл.)	—6	Подольский	—6
Бахчисарай	—7 <sub>2</sub>	Владиславовка	—6	Заставна	—6	Монастыриска	—6
Белгород	—6	Волковинцы	—6	Затишье	—6	Моршин	—6
Днестровский	—6	Воловец	—6	Затока	—6	Мостовое	—6
Белогорск	—6	Ворохта	—6	Зиньков	—6	Мукачеве	—7 <sub>2</sub>
Беляевка	—6	Врадиевка	—6	Зуя	—6	Мурованые	—6
Берегово	—7 <sub>2</sub>	Выгода (Ивано-Франковская обл.)	—6	Иване-Пусте	—6	Куриловцы	—6
Берегомет	—6	Выгода (Одесская обл.)	—6	Ивановка	—6	Нагорное	—8 <sub>1</sub>
Березанка	—6	Гайворон	—6	Ивано-Франковск	—6	Надворная	—6
Березино	—7 <sub>1</sub>	Гвардейское	—6	Измаил *	—7 <sub>1</sub>	Немиров	—6
Березовка	—6	(Крымская обл.)	—6	Ильичевск	—6	(Винницкая обл.)	—6
Бершадь	—6	Гвардейское	—6	Иршава	—7 <sub>2</sub>	Неполоховцы	—6
Богородчань	—6	Гвардейское	—6	Калуш	—6	Нересница	—7 <sub>2</sub>
Болград *	—8 <sub>1</sub>	(Хмельницкая обл.)	—6	Каменец	—6	Нестонта	—6
Болехов	—6	Гвоздец	—6	Подольский	—6	Нижанковичи	—6
Бориня	—6	Герца	—6	Кача	—6	Николаевка	—6
Борислав	—6	Глибокая	—6	(Крымская обл.)	—6	(Крымская обл.)	—6
Бородино	—7 <sub>1</sub>	Гнивань	—6	Кельменцы	—6	Николаевка (Белгород-Днестровский р-н)	—7 <sub>1</sub>
Борщев	—6	Горностаевка	—6	Керчь	—6	Нов. Ивановка	—7 <sub>1</sub>
Браилов	—6	Городенка	—6	Киля	—7 <sub>1</sub>	Нов. Ушица	—6
Брацлав	—6	Городок	—6	Кировское	—6	Новоселица	—6
Брошнев-Осада	—6	(Хмельницкая обл.)	—6	Коблево	—6	Обертин	—6
Буданов	—6	Гусятин	—6	Кодыма	—6	Обидинополь	—6
Буштына	—7 <sub>2</sub>	Гузуф *	—8 <sub>2</sub>	Колесное	—6	Огоньки	—6
Бучач	—6	Делятин	—6	Коломыя	—6	Одесса	—6
Бытков	—6	Деражня	—6	Коминтерновское	—6	Окно	—6
Вапнярка	—6	Джулинка	—6	Копайгород	—6	Октябрьское	—6
Вашковцы	—6	Джурин	—6	Копычницы	—6	Ольгополь	—6
Вел. Березный	—7 <sub>2</sub>	Дивизия	—6	Королево	—7 <sub>2</sub>	Оринин	—6
Вел. Бычков	—7 <sub>2</sub>	Добромилль	—6	Коропец	—6	Орджоникидзе	—7 <sub>2</sub>
Вел. Дальник	—6	Долина	—6	Косов	—6	Отыня	—6
Вел. Жванчик	—6	Доляинское	—6	Кострижевка	—6	Очаков	—6
Вел. Лучки	—7 <sub>2</sub>	Дрогобыч	—6	Котовск	—6	Перегинское	—6
Вел. Михайловка	—6			Красноильск	—6	Перечин	—7 <sub>2</sub>
Великодолинское	—6			Красные Окны	—6	Песчаная	—6
				Кривое Озеро	—6	Песчанка	—6
				Криничное	—8 <sub>1</sub>	Петровка	—6
				Крыжополь	—6	Петровка (Коминтерновский р-н)	—6
				Куйбышево	—7 <sub>2</sub>	Одесской обл.)	—6
				Кути	—6	Печенежин	—6
				Кушница	—7 <sub>2</sub>	Печера	—6
				Ладыжин	—6	Планерское	—7 <sub>2</sub>
				Ланчин	—6	Плахтиевка	—7 <sub>1</sub>
				Лебедевка	—6	Подбуж	—6
				Ленино	—6	Порошково	—7 <sub>2</sub>
				Ленинское	—6	Приморский	—6
				Летичев	—6	(Крымская обл.)	—6
				Лиман	—7 <sub>1</sub>	Приморское	—6
				Лиманское	—6	Пробежная	—6
				Липецкое	—6	Путила	—6
				Лисец	—6	Радостное	—6
				Литин	—6	Раздельная	—6
				Лозовое	—6		
				Лужаны	—6		

Ражны-Лесовые	—6	Тересва	—7 <sub>2</sub>	Калининск	—7 <sub>1</sub>	Пересечиное	—7 <sub>1</sub>
Рахов	—7 <sub>2</sub>	Тлумач	—6	Каменка	—6	Распопены	—7 <sub>1</sub>
Рени *	—8 <sub>1</sub>	Толстое	—6	Кания	—8 <sub>1</sub>	Рашково	—6
Рожнятов	—6	Томашполь	—6	Кантемир	—8 <sub>1</sub>	Резены	—7 <sub>1</sub>
Романковцы	—6	Тридубы	—6	Карпинены	—7 <sub>1</sub>	Резина	—6
Рудница	—6	Троицкое	—6	Каушаны	—7 <sub>1</sub>	Рыбница	—6
Ружичная	—6	Тростянец	—6	Киперчены	—7 <sub>1</sub>	Рышканы	—7 <sub>1</sub>
Рыбаковка	—6	Трускавец	—6	Кицканы	—7 <sub>1</sub>	Салкуца	—7 <sub>1</sub>
Ряснополь	—6	Тузлы	—6	Кишинев *	—7 <sub>1</sub>	Саратены	—8 <sub>1</sub>
Сабатиновка	—6	Тулчин	—6	Комрат *	—8 <sub>1</sub>	Слободзея	—6
Саврань	—6	Турка	—6	Конгаз	—8 <sub>1</sub>	Сороки	—6
Саки	—6	Тывров	—6	Коржеуцы	—7 <sub>1</sub>	София	—7 <sub>1</sub>
Сальково	—6	Тысменица	—6	Корнешты	—7 <sub>1</sub>	Стар. Сарата	—7 <sub>1</sub>
Самбор	—6	Тячев	—7 <sub>2</sub>	Костешты	—7 <sub>1</sub>	Страшены	—7 <sub>1</sub>
Сарата	—7 <sub>1</sub>	Ужгород	—7 <sub>2</sub>	Котовск	—7 <sub>1</sub>	Суворово	—7 <sub>1</sub>
Сатанов	—6	Усть-Чорна	—6	Котюжаны	—6	Суслены	—7 <sub>1</sub>
Свалаява	—7 <sub>2</sub>	Феодосия	—7 <sub>2</sub>	Красное	—6	Талмаз	—7 <sub>1</sub>
Севастополь *	—7 <sub>2</sub>	Форос *	—8 <sub>2</sub>	Криково	—7 <sub>1</sub>	Тараклия	
Селятин	—6	Фрунзенское *	—8 <sub>2</sub>	Криуляны	—7 <sub>1</sub>	(Каушанский р-н)	—7 <sub>1</sub>
Сербка	—6	Фрунзовка	—6	Куйзовка	—7 <sub>1</sub>	Тараклия (Чадыр-	
Середа		Хмельницкий	—6	Лазовск	—7 <sub>1</sub>	Лунгский р-н)	—8 <sub>1</sub>
(Львовская обл.)	—6	Хоростков	—6	Ленинский	—7 <sub>1</sub>	Твардица	—7 <sub>1</sub>
Сергеевка (Белгород-		Хотин	—6	Леово	—8 <sub>1</sub>	Теленешты	—7 <sub>1</sub>
Днестровский р-н)	—6	Хуст	—7 <sub>2</sub>	Леушены	—8 <sub>1</sub>	Тирасполь	—6
Серпневое	—7 <sub>1</sub>	Хыров	—6	Лиманское	—6	Унгены	—7 <sub>1</sub>
Синевир	—6	Цебриково	—6	Липканы	—6	Фалешты	—7 <sub>1</sub>
Симферополь *	—6	Чемеровцы	—6	Малаешты	—6	Флорешты	—7 <sub>1</sub>
Скала-Подольская	—6	Червоноармейское	—8 <sub>1</sub>	Маркулешты	—7 <sub>1</sub>	Фрунзе	—6
Скопле	—6	Червонознаменка	—6	Минжир	—8 <sub>1</sub>	Чадыр-Лунга *	—8 <sub>1</sub>
Славское	—6	Черная	—6	Николаевка	—7 <sub>1</sub>	Чимишлия	—7 <sub>1</sub>
Слободка	—6	Черневы	—6	Ниспорены	—7 <sub>1</sub>	Чинишеуцы	—6
Смотрич	—6	Чернелица	—6	Нов. Анены	—7 <sub>1</sub>	Чишмикиной	—8 <sub>1</sub>
Снятын	—6	Черновцы	—6	Окница	—6	Чок-Майдан	—7 <sub>1</sub>
Соболевка	—6	Чечельник	—6	Олонешты	—6	Чокыляны	—7 <sub>1</sub>
Советский	—6	Чинадиево	—7 <sub>2</sub>	Оргеев	—7 <sub>1</sub>	Яргара	—8 <sub>1</sub>
Сокиряны	—6	Чоп	—7 <sub>2</sub>				
Солотвин	—6	Чортков	—6				
Солотвина	—7 <sub>2</sub>	Шабо	—6				
Ставное	—6						
Станиславчик	—6	Шаргород	—6	Абадзехская	—6	Геленджик	—7 <sub>2</sub>
Староказачье	—6	Шевченково	—7 <sub>1</sub>	Абинск	—7 <sub>2</sub>	Гюгинская	—6
Стебник	—6	Ширяево	—6	Абрау-Дюрсо	—7 <sub>2</sub>	Гирей	—6
Ст. Крым	—6	Шишковцы	—6	Агой	—7 <sub>2</sub>	Головинка	—7 <sub>2</sub>
Сторожинец	—6	Шпиков	—6	Адлер	—7 <sub>2</sub>	Горячий Ключ	—6
Стрый	—6	Щебетовка	—7 <sub>2</sub>	Адыгейск	—6	Гостагаевская	—7 <sub>2</sub>
Ст. Самбор	—6	Яблонов	—6	Анапа	—7 <sub>2</sub>	Гривенская	—6
Ст. Соль	—6	Яковенково	—7 <sub>2</sub>	Анастасьевская	—7 <sub>2</sub>	Гулькевичи	—6
Ст. Ушница	—6	Ялта *	—8 <sub>2</sub>	Апшеронск	—6	Дагомыс	—7 <sub>2</sub>
Суворово		Ялтушков	—6	Армавир	—6	Даховская	—6
(Одесская обл.)	—7 <sub>1</sub>	Ямполь	—6	Архангельская	—6	Дефановка	—6
Судак	—7 <sub>2</sub>	Яремча	—6			Джанхот	—7 <sub>2</sub>
Тарутино	—7 <sub>1</sub>	Ярмолинцы	—6	Архипо-Осиповка	—7 <sub>2</sub>	Джубга	—7 <sub>2</sub>
Татарбунары	—7 <sub>1</sub>	Ясиня	—6	Афицкий	—6	Дивноморское	—7 <sub>2</sub>

## Краснодарский край

Атаки	—6	Гидигич	—7 <sub>1</sub>	Абадзехская	—6	Геленджик	—7 <sub>2</sub>
Баймаклия	—8 <sub>1</sub>	Глодяны	—7 <sub>1</sub>	Абинск	—7 <sub>2</sub>	Гюгинская	—6
Бельцы *	—7 <sub>1</sub>	Готешты	—8 <sub>1</sub>	Абрау-Дюрсо	—7 <sub>2</sub>	Гирей	—6
Бендеры *	—7 <sub>1</sub>	Григориополь	—7 <sub>1</sub>	Агой	—7 <sub>2</sub>	Головинка	—7 <sub>2</sub>
Бессарабка	—7 <sub>1</sub>	Гура-Галбенэ	—7 <sub>1</sub>	Адлер	—7 <sub>2</sub>	Горячий Ключ	—6
Бируинца	—7 <sub>1</sub>	Гыска	—7 <sub>1</sub>	Адыгейск	—6	Гостагаевская	—7 <sub>2</sub>
Болотино	—7 <sub>1</sub>	Днестровск	—6	Анапа	—7 <sub>2</sub>	Гривенская	—6
Больцы	—7 <sub>1</sub>	Дондюшаны	—6	Анастасьевская	—7 <sub>2</sub>	Гулькевичи	—6
Бравичи	—7 <sub>1</sub>	Дрокия	—7 <sub>1</sub>	Апшеронск	—6	Дагомыс	—7 <sub>2</sub>
Братушаны	—7 <sub>1</sub>	Дубоссары	—7 <sub>1</sub>	Армавир	—6	Даховская	—6
Бричаны	—6	Единцы	—7 <sub>1</sub>	Архангельская	—6	Дефановка	—6
Быковец	—7 <sub>1</sub>	Жура	—6			Джанхот	—7 <sub>2</sub>
Вадул-луй-Водэ	—7 <sub>1</sub>	Зайканы	—7 <sub>1</sub>	Архипо-Осиповка	—7 <sub>2</sub>	Джубга	—7 <sub>2</sub>
Вишневка	—8 <sub>1</sub>	Кагул *	—8 <sub>1</sub>	Афицкий	—6	Дивноморское	—7 <sub>2</sub>
Вологитровка	—7 <sub>1</sub>	Казаклия	—8 <sub>1</sub>	Ахтанизовская	—6	Динская	—6
Вудкаенцы	—8 <sub>1</sub>	Калараш	—7 <sub>1</sub>	Ахтырский	—6	Запорожская	—6
				Ачуево	—6	Ивановская	—6
				Бакинская	—6	Ильич	—6
				Батуриная	—6	Ильский	—6
				Бейсуг	—6	Кабардинка	—7 <sub>2</sub>
				Белореченск	—6	Кавказ	—6
				Березанская	—6	Кавказская	—6
				Бесскорбная	—6	Казанская	—6
				Бриньковская	—6	Калининская	—6
				Брюховецкая	—6	Калинино	—6
				Варениковская	—7 <sub>2</sub>	Калужская	—6
				Верхнебаканский	—7 <sub>2</sub>	Каменномоетский	—6
				Витябьево	—7 <sub>2</sub>	Киевское	—7 <sub>2</sub>
				Вишнёвка	—7 <sub>2</sub>	Кореновск	—6
				Волна	—7 <sub>2</sub>	Кошехобль	—6
				Вольное	—6	Красная Поляна	—7 <sub>2</sub>
				Выселки	—6	Красноармейская	—6
				Вышестеблиевская	—7 <sub>2</sub>	Красногвардейское	—6
				Гайдук	—7 <sub>2</sub>	Краснодар	—6

## Молдавская ССР

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

КАРТЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ СССР

Цифрами показана интенсивность сейсмического воздействия в баллах.

В 9-балльных районах штриховкой показаны зоны возможного возникновения очагов землетрясений (зоны ВОЗ) с магнитудами 7,1 и более. Землетрясения с такими магнитудами могут вызвать на поверхности земли остаточные деформации, разрушительные эффекты типа

обвалов, оползней, селей, а также сейсмические воздействия интенсивностью более 9 баллов.

Индексами при цифрах указана повторяемость землетрясений. Сплошные линии разделяют зоны с разной интенсивностью землетрясений; штриховые — с разной повторяемостью землетрясений.

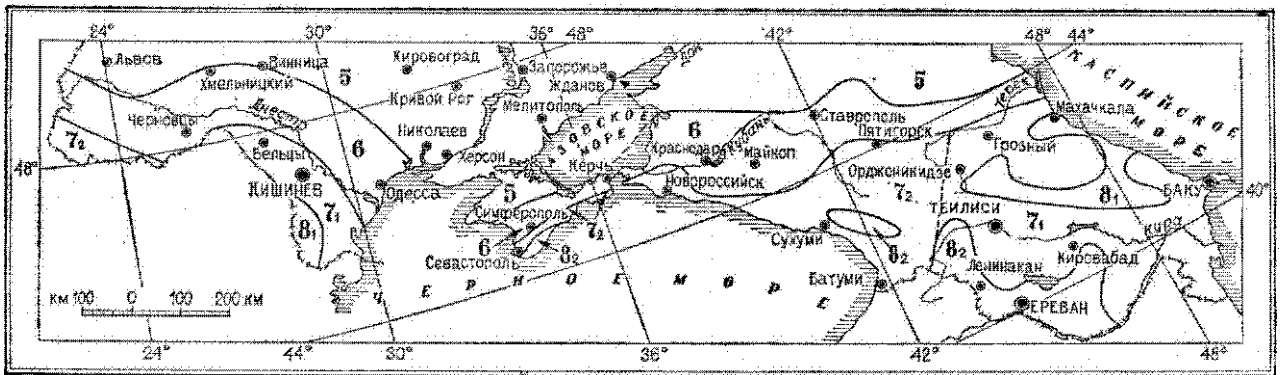


Схема 1

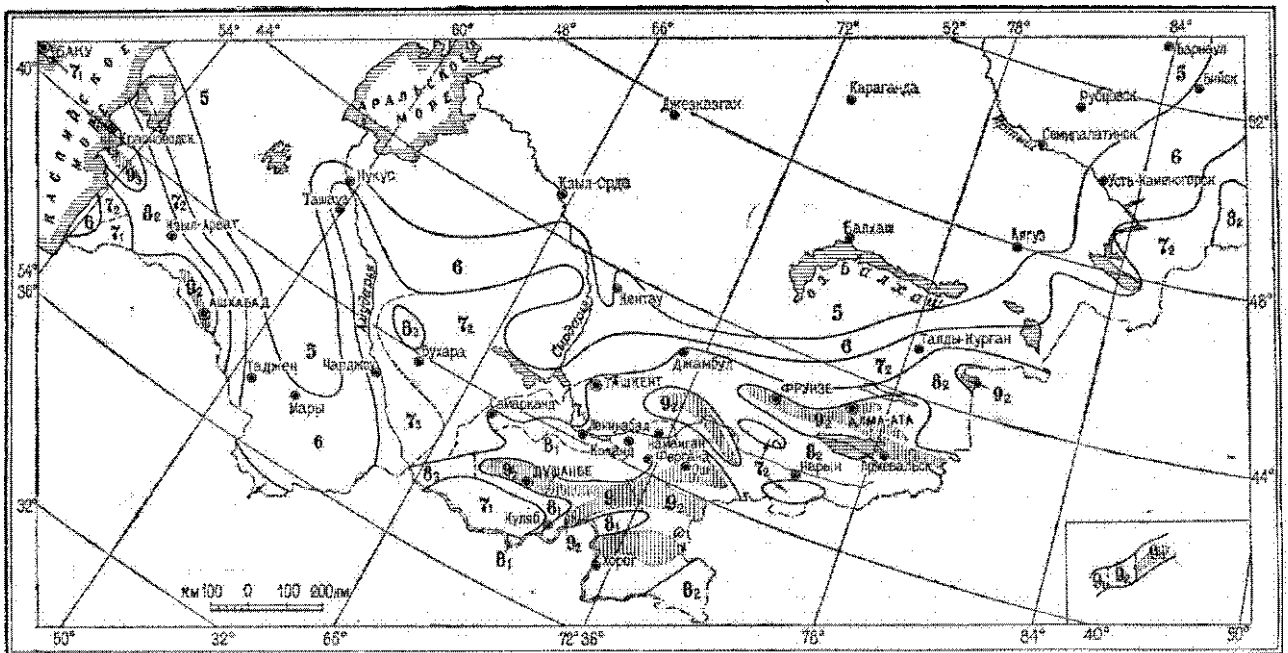


Схема 2

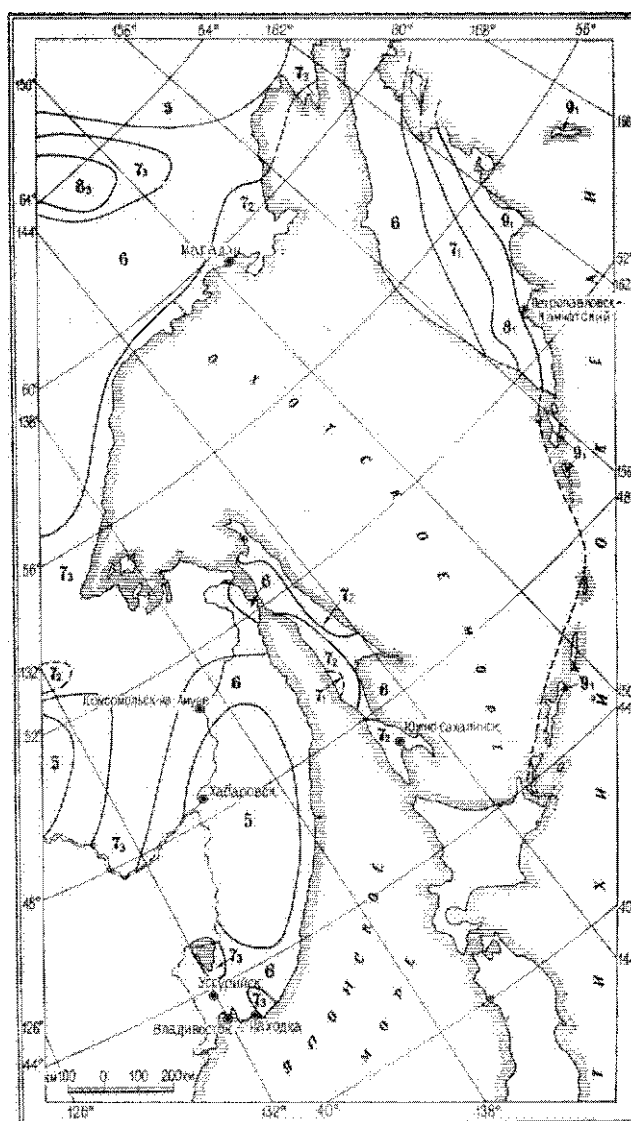


Схема 5

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные положения . . . . .	3
2. Расчетные нагрузки . . . . .	5
3. Жилые, общественные, производственные здания и сооружения . . . . .	9
Общие положения . . . . .	9
Каркасные здания . . . . .	11
Крупнопанельные здания . . . . .	11
Здания с несущими стенами из кирпича или каменной кладки . . . . .	12
Железобетонные конструкции . . . . .	15
4. Транспортные сооружения . . . . .	15
Общие положения . . . . .	15
Трассирование дорог . . . . .	16
Земляное полотно и верхнее строение пути . . . . .	16
Мосты . . . . .	17
Трубы под насыпями . . . . .	19
Подпорные стены . . . . .	19
Тоннели . . . . .	19
5. Гидротехнические сооружения . . . . .	20
Общие положения . . . . .	20
Расчетные сейсмические воздействия . . . . .	21
Размещение гидротехнических сооружений и конструктивные мероприятия . . . . .	24
Приложение 1. Список населенных пунктов СССР, расположенных в сейсмических районах, с указанием принятой для них сейсмичности в баллах и повторяемости сейсмического воздействия . . . . .	27
Приложение 2. Карты сейсмического районирования территории СССР . . . . .	47