

СТРОИТЕЛЬСТВО В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

(ПРОДОЛЖЕНИЕ. НАЧАЛО В № 49)

Редакция просит присылать отзывы на данную публикацию и предложения по актуализации гл. СНиП «Строительство в сейсмических районах» в части, относящейся к строительству дорожных сооружений.

5. Земляное полотно

5.1. При расчетной сейсмичности 9 баллов и высоте насыпей (глубине выемок) более 4 м откосы земляного полотна из нескальных грунтов должны быть, как правило, 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 заполнитель менее 20% по массе, допускается проектировать по нормам для несейсмических районов.

5.2. При устройстве насыпей на участках, сложенных илом, торфом, текучепластичными глинистыми грунтами, слабые грунты должны заменяться или укрепляться цементацией.

5.3. На подходах к мостам насыпи на слабых основаниях, в том числе сложенных склонными к разжижению водонасыщенными мелкими и пылеватými песками, допускается в проектах заменять береговыми пролетами моста или передавать нагрузку от веса насыпи на свайное основание с опиранием нижних концов свай на слой прочного грунта, подстилающего слабые покровные отложения.

5.4. При устройстве насыпей на участках периодически действующих водотоков не допускается засыпка тальвега глинистыми грунтами, а также склонными к разжижению песчаными грунтами с размещением водопропускной трубы на борту лога.

5.5. В случае применения для устройства насыпи разных грунтов отсыпку

нужно производить с постепенным переходом от тяжелых грунтов в основании к более легким грунтам вверху насыпи.

5.6. При устройстве земляного полотна на косогорах основную площадку, как правило, следует размещать или полностью на полке, врезанной в склон, или целиком на прислоненной насыпи. Протяженность переходных участков должна быть минимальной.

5.7. При проектировании земляного полотна на скально-обвальном косогоре нужно предусматривать мероприятия по защите пути железной дороги (проезжей части автомобильной дороги) от обвалов. В качестве защитных мероприятий при расчетной сейсмичности 7 и более баллов следует предусматривать устройство заанкеренной в склон защитной металлической сетки, закрепление поверхности склона бетонным покрытием, устройство между основной площадкой и склоном траншеи или стены с размерами, достаточными для улавливания обваливающегося со склона (откоса) грунта. Улавливающие траншеи и стены должны устраиваться также в выемках, откосы которых сложены неустойчивыми при землетрясениях грунтами.

5.8. При расчетной сейсмичности 7 и более баллов низовые откосы дорожных насыпей, расположенных на косогорах круче 1:2, следует укреплять подпорными стенами.

6. Верхнее строение пути и дорожная одежда

6.1. В районах сейсмичностью 8 и 9 баллов железнодорожный путь нужно монтировать из звеньев на щебеночном балласте с увеличенной нормой километрового запаса рельсов и других элементов пути.

6.2. Дорожная одежда и обочины автомобильных и городских дорог в сейсмических районах должны сохранять свои эксплуатационные свойства, позволяющие осуществлять движение автомобилей с установленной скоростью и грузоподъемностью в любое время года, включая весеннее половодье, а также период выпадения ливневых дождей для обеспечения в необходимом объеме аварийно-спасательных работ и возможной эвакуации населения из района разрушительного землетрясения.

7. Мосты

7.1. При выборе места мостового перехода через широкое водное препятствие или глубокое ущелье наилучшим по геологическим условиям следует считать створ, расположенный вне зоны активного тектонического разлома, на участках речной долины или ущелья с устойчивыми склонами и возможностью опирания фундаментов опор на прочные малосжимаемые грунты.

7.2. В тех случаях, когда мост необходимо построить в створе, пересекаемом активным тектоническим разломом или руслом селеопасной горной реки, в проекте моста должны быть учтены возможные подвижки по разлому, а опоры моста – вынесены за пределы зоны тектонического дробления горных пород и расположены выше уровня селевого потока.

7.3. В проектах мостов, сооружаемых в устьях рек на цунамиопасных побережьях морей, необходимо предусматривать пропуск волны цунами (бора) под мостом. Опоры таких мостов необходимо рассчитывать на гидродинамическое давление волны цунами, а низ пролетных строений должен возвышаться на 1,0 м над уровнем бора.

7.4. В выбранном створе следует применять такую систему моста и схему его разбивки на пролеты, которые в наибольшей степени соответствуют сеймотектонической, инженерно-гео-

логической, геоморфологической и гидродинамической обстановке.

7.5. В сейсмических районах нужно проектировать преимущественно мосты с балочными разрезными и неразрезными пролетными строениями, мосты рамной системы, а также арочные мосты с шарнирным опиранием пролетных строений на опоры, в том числе арочные мосты со сводами из гофрированных металлических листов, висячие и вантовые мосты. Для устройства опор и перекрытия пролетов предпочтительны конструкции наименьшей массы, способные к значительным деформациям на стадии, предшествующей разрушению.

7.6. Арочные и рамные железобетонные бесшарнирные мосты допускается применять только при наличии скального основания. Пяты сводов, арок и стоек рам следует опирать на массивные опоры и располагать на возможно более низком уровне. Надарочное строение следует проектировать сквозным.

7.7. При расчетной сейсмичности 7 и более баллов арочные своды мостов и путепроводов, собираемые из металлических гофрированных листов, должны проверяться на прочность и устойчивость при землетрясении. Грунт насыпей подходов и засыпки сводов должен подбираться по гранулометрическому составу и уплотняться таким образом, чтобы не терять устойчивость (не разжижаться) и сохранять требуемые по расчету свойства при сейсмическом воздействии. При необходимости грунт должен армироваться геосинтетическим материалом.

7.8. Опоры сводов из металлических гофрированных листов должны опираться на малосжимаемый грунт в случае применения фундаментов мелкого заложения или на свайные фундаменты при залегании в верхней части инженерно-геологического разреза слабых покровных отложений.

7.9. Пролетные строения мостов должны быть закреплены на опорах так, чтобы обеспечивать устойчивость их проектного положения при расчетном сейсмическом воздействии. Антисейсмическое закрепление пролетных строений, кроме пролетных строений арочных и рам-

ных железобетонных бесшарнирных мостов, следует осуществлять с помощью сейсмостойких опорных частей. В случае применения обычных опорных частей для антисейсмического закрепления пролетных строений должны использоваться специальные антисейсмические устройства.

7.10. Сейсмостойкие продольно-подвижные опорные части должны обеспечивать передачу с пролетных строений на опоры сейсмической нагрузки, действующей в продольном к оси моста направлении. Сейсмостойкие продольно-подвижные опорные части и деформационные швы должны допускать беспрепятственные перемещения подвижного конца пролетного строения во время землетрясения. Прочность поперечно-неподвижных опорных частей в сейсмостойком исполнении должна быть достаточной для передачи с пролетных строений на опоры сейсмической нагрузки, действующей в поперечном к оси моста направлении.

7.11. При расчетной сейсмичности 9 баллов сейсмостойкие опорные части должны воспринимать отрицательные вертикальные опорные реакции, не допуская подбрасывания пролетных строений при землетрясении.

7.12. Антисейсмические устройства следует применять с целью:

- передачи с пролетных строений на опоры горизонтальных (направленных вдоль и поперек оси моста) и вертикальной сейсмических нагрузок;
- предотвращения заклинивания подвижных опорных частей, разрушения деформационных швов;
- амортизации взаимных ударов смежных секций моста, разделенных деформационными швами;
- удержания пролетных строений от падения на грунт при увеличении расстояний между опорами во время землетрясения;
- перераспределения сейсмической нагрузки от массы неразрезного пролетного строения между опорами;
- поглощения энергии колебаний моста.

7.13. При расчетной сейсмичности 9 баллов следует применять монолитные, сборно-монолитные и сборные железобетонные или сборные металлические конструкции опор.

Надводные (надземные) части промежуточных опор допускается проектировать облегченного типа в виде железобетонных (стальных) рамных конструкций и железобетонных конструкций столбчатого типа, в том числе пустотелых предварительно напряженных с железобетонными оголовками.

7.14. При расчетной сейсмичности до 8 баллов включительно допускается применять массивные бетонные опоры с дополнительными антисейсмическими конструктивными элементами (армированием).

7.15. 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.

7.16. При расчетной сейсмичности 9 баллов в проектах мостов с балочными разрезными пролетными строениями длиной более 18 м нужно предусматривать сцепные антисейсмические устройства для предотвращения падения пролетных строений с опор.

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

7.18. На площадках, сложенных вечномерзлыми грунтами, фундаменты мостовых опор допускается проектировать на грунтах, используемых в качестве основания по принципу I. Если грунты не мерзлые 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.

Опирающие нижние концы 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 допускаются.

7.19. 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).

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

7.21. Свайные опоры и фундаменты опор с плитой, расположенной над грунтом, средних и больших мостов следует проектировать, применяя наклонные сваи сечением до 400×400 мм или диаметром до 600 мм. Фундаменты и опоры средних и больших мостов допускается проектировать также с вертикальными сваями сечением не менее 600×600 мм или диаметром не менее 800 мм – независимо от положения плиты ростверка, и с вертикальными сваями сечением не менее 400×400 мм или диаметром не менее 600 мм – в случае, если плита ростверка заглубляется в грунт.

8. Расчеты мостов на сейсмостойкость

8.1. Расчет мостов с учетом сейсмических нагрузок следует выполнять на прочность и устойчивость несущих конструкций, а также по несущей способности грунтовых оснований фундаментов мостовых опор и по предельным относительным линейным и угловым перемещениям в плане смежных секций моста, разделенных деформационным швом.

8.2. При разработке мер антисейсмической защиты мостов необходимо учитывать постоянные нагрузки (воздействия), нагрузки от подвижного состава, включая силы торможения, силы трения в подвижных опорных частях и сейсмические нагрузки. Расчет мостов с учетом сейсмического воздействия следует выполнять как при наличии подвижного состава, так и при отсутствии его на мосту.

Примечания:

1. Совместное действие сейсмических нагрузок и нагрузок от подвижного состава не нужно учитывать при расчете железнодорожных мостов, проектируемых на дорогах категории V, на внешних подъездных путях и на внутренних путях промышленных предприятий (за исключением случаев, оговоренных в задании на проектирование), мостов, проектируемых на автомобильных дорогах категории V, а также на автомобильных дорогах промышленных, сельскохозяйственных и лесохозяйственных предприятий.

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 одиночных четырехосных транспортных единиц по схеме НК, нагрузками от торможения и от ударов подвижного состава при расчете автодорожных и городских мостов.

8.3. При расчете мостов с учетом сейсмических воздействий коэффициент сочетания n_c следует принимать равным: 1 – для постоянных нагрузок и воздействий, сейсмических нагрузок, учитываемых совместно с постоянными нагрузками, а также с воздействием трения в подвижных опорных частях; 0,8 – для сейсмических нагрузок, действие которых учитывается совместно с нагрузками от подвижного состава железных и автомобильных дорог; 0,7 – для нагрузок от подвижного состава железных дорог; 0,5 – для нагрузок от подвижного состава автомобильных и городских дорог.

8.4. При расчете конструкций мостов на устойчивость и пролетных строений длиной более 18 м на прочность следует учитывать сейсмические нагрузки, вызванные вертикальной и одной из горизонтальных составляющих колебаний грунта. Для мостов нормальной и повышенной сейсмостойкости сейсмическую нагрузку, вызванную вертикальной составляющей колебаний грунта, следует умножать на коэффициент 0,5. При проектировании сооружений особой сейсмостойкости поправочный коэффициент к нагрузке от вертикальных колебаний грунта определяется по данным инженерно-сейсмологических исследований. При прочих расчетах конструкций мо-

стов сейсмическую нагрузку от вертикальной составляющей колебаний грунта допускается не учитывать. Сейсмические нагрузки, вызванные горизонтальными составляющими колебаний грунта, направленными вдоль и поперек оси моста, следует рассматривать отдельно.

8.5. При расчете мостов сейсмические нагрузки следует учитывать в виде возникающих при колебаниях оснований опор сил инерции частей моста и подвижного состава, а также в виде сил инерции от присоединенной к опорам массы воды и сейсмического давления грунта. При определении сейсмических нагрузок, действующих вдоль оси моста, масса железнодорожного состава не учитывается.

8.6. Сейсмические нагрузки от масс объектов нормальной и повышенной сейсмостойкости определяют спектрально-модальным методом с учетом упругих деформаций конструкций, а также податливости рессор железнодорожного состава. Используемые при вычислении сил инерции динамические дискретные схемы составляют для моста в целом или для отдельных частей моста, являющихся самостоятельными колебательными системами. В обоснованных случаях допускается выполнять расчет по упрощенным схемам, учитывающим симметрию, однородность и другие структурные особенности конкретного сооружения.

8.7. Расчетная сейсмическая нагрузка, приложенная в точке «к» и соответствующая i -му тону собственных колебаний системы, определяется по формуле

$$S_{ik} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_\psi A \beta_i \eta_{ik} Q_k, \quad (4)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий влияние на сейсмическую нагрузку снижения жесткости сооружения и увеличение рассеяния энергии колебаний из-за появления трещин и пластических деформаций в конструкциях моста;

K_2 – поправочный коэффициент на вариации сейсмичности по территории зон целочисленной балльности, обозначенных на картах ОСР-97;

K_3 – поправочный коэффициент на инженерно-геологическую обстановку на участке строительства;

K_4 – поправочный коэффициент на рельеф местности;

K_ψ – коэффициент, учитывающий отклонение декремента упругих колебаний объекта от стандартного значения;

A – соответствующая исходной сейсмичности амплитудная характеристика ускорения колебаний грунта, выраженная в долях ускорения силы тяжести;

β_i – коэффициент динамичности, соответствующий i -му тону собственных колебаний рассчитываемой системы;

η_{ik} – коэффициент формы колебаний рассчитываемой системы;

Q_k – отнесенный к точке «к» расчетный вес сооружения, определяемый в соответствующих случаях с учетом транспортных нагрузок и с учетом присоединенной к опорам массы воды.

8.8. Для мостов нормальной, повышенной и особой сейсмостойкости

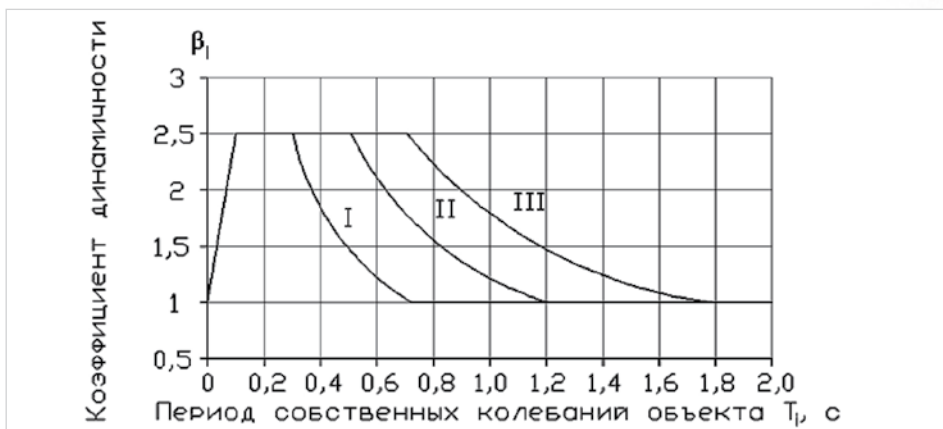


Рис. 1. Графики коэффициента динамичности β_i ; I, II, III – категория грунта расчетной толщи по сейсмическим свойствам

коэффициент K_1 принимают равным соответственно 0,25, 0,37 и 0,50.

8.9. Поправочные коэффициенты K_2 , K_3 и K_4 следует находить по указаниям подразделов 2 и 3 настоящих норм.

8.10. Коэффициент K_ψ для мостов, как правило, принимают равным 1,0.

Примечание. Для мостов, оборудованных гасителями колебаний, пи-

лонов висячих (вантовых) мостов, стальных пролетных строений с незначительным декрементом упругих колебаний допускается принимать коэффициент K_ψ на основании данных специального расчета, но не менее 0,7 и не более 1,5.

8.11. Коэффициент динамичности следует определять в зависимости от сейсмической жесткости расчетной толщи грунта по табл. 2 (рис. 1).

Категория грунта расчетной толщи по сейсмическим свойствам	Сейсмическая жесткость расчетной толщи грунта ρV_s , т/м ² с	Коэффициент динамичности β_i для $0 \leq T_i \leq 2,0$ с
I	Более 2570	$\beta_i = 1 + 15T_i$ при $T_i \leq 0,1$ с; $\beta_i = 2,5$ при $0,1 < T_i \leq 0,3$ с; $\beta_i = \frac{0,75}{T_i}$, но не менее 1,0 при $T_i > 0,3$ с.
II	От 655 до 2570	$\beta_i = 1 + 15T_i$ при $T_i \leq 0,1$ с; $\beta_i = 2,5$ при $0,1 < T_i \leq 0,5$ с; $\beta_i = \frac{1,25}{T_i}$, но не менее 1,0 при $T_i > 0,5$ с.
III	Менее 655	$\beta_i = 1 + 15T_i$ при $T_i \leq 0,1$ с; $\beta_i = 2,5$ при $0,1 < T_i \leq 0,7$ с; $\beta_i = \frac{1,75}{T_i}$, но не менее 1,0 при $T_i > 0,7$ с.

Табл. 2.

8.12. Коэффициент формы колебаний моста или отдельной его части следует, как правило, вычислять по формуле

$$\eta_{ik} = \frac{x_{ik} \sum_{j=1}^n Q_j x_{ij}}{\sum_{j=1}^n Q_j x_{ij}^2}, \quad (5)$$

где x_{ik} и x_{ij} – смещение сооружения при собственных колебаниях по i -й форме в точках «k» и «j»;

Q_j – расчетный вес сооружения, относенный к точке «j».

8.13. Промежуточные опоры мостов, расположенные в водоемах, следует рассчитывать с учетом сейсмического давления воды, если глубина водоема у опоры в межень превышает 5 м.

8.14. Сейсмическое давление воды находит как инерционную нагрузку от присоединенной к опоре массы воды. При определении глубины водоема у опоры поверхность дна принимается без учета воронки местного размыва.

8.15. Расчетные значения сейсмических продольных и поперечных сил, изгибающих и крутящих моментов, следует находить посредством статического расчета моста на сейсмическую нагрузку, соответствующую отдельным формам собственных колебаний объекта, с последующим вычислением усилий в сечениях конструкций по формуле

$$N_p = \sqrt{\sum_{i=1}^{n_p} N_i^2}, \quad (6)$$

где N_p – расчетное усилие в рассматриваемом сечении;

N_i – усилие в рассматриваемом сечении, вызываемое сейсмической нагрузкой, соответствующей i -й форме собственных колебаний моста;

n_p – число учитываемых в расчете форм собственных колебаний.

8.16. Устои мостов следует рассчитывать с учетом сейсмического давления грунта насыпей подходов, которое находит по формуле Кулона с учетом сил

инерции в грунте насыпи и изменения угла внутреннего трения грунта при сейсмическом воздействии.

При расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов уменьшение угла внутреннего трения принимают равным 1,5°, 3° и 6° соответственно. При дробном значении расчетной сейсмичности уменьшение угла внутреннего трения находят интерполяцией.

8.17. Расчет конструкций мостов на устойчивость против опрокидывания и сдвига с учетом сейсмического воздействия следует выполнять с учетом требований к проектированию новых и реконструкции существующих постоянных мостов.

8.18. При расчете на прочность анкерных болтов и других элементов опорных частей, закрепляющих от сдвига сейсмическими силами опорные узлы пролетных строений, следует принимать коэффициент надежности $\gamma_n = 1,5$.

8.19. При расчетной сейсмичности 9 баллов усилия в анкерах, удерживающих от подбрасывания опорные узлы пролетных строений, следует принимать не менее 10% опорной вертикальной реакции от собственного веса пролетного строения.

8.20. При расчете на прочность бетонных, железобетонных и стальных конструкций, а также при расчете на устойчивость формы стальных элементов, кратковременность действия сейсмической нагрузки нужно учитывать с помощью дополнительного коэффициента условий работы, регламентированного нормами на проектирование зданий и сооружений в сейсмических районах.

8.21. Предварительно напряженные железобетонные конструкции опор и пролетных строений нужно проектировать таким образом, чтобы усилие, соответствующее пределу прочности рассматриваемого сечения, было больше усилия, вызывающего образование трещин, не менее чем на 25%.

8.22. Амплитуду колебаний секций моста при сейсмическом воздействии следует определять как сумму амплитуд колебаний оснований, опор и пролетных строений.

При определении деформированного состояния моста нужно учитывать снижение жесткости железобетонных конструкций за счет образования трещин и неупругих деформаций бетона.

8.23. 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, заложенных на нескальном грунте или на скальном сильновыветревшем, $e_0 \leq 1,5 R$;

■ в сечениях по подошве фундаментов, заложенных на скальном грунте, $e_0 \leq 2,0 R$,

где R – радиус ядра сечения по подошве фундамента со стороны более нагруженного края сечения.

9. Трубы под насыпями

9.1. При расчетной сейсмичности более 8 баллов следует преимущественно применять железобетонные фундаментные трубы со звеньями замкнутого контура, полукруглые арочные трубы из сборных металлических гофрированных листов с высотой свода до 1,5 м и с фундаментом в виде железобетонной плиты, уложенной на уплотненный слой крупнообломочного грунта или другое малосжимаемое основание, а также бесфундаментные круглые трубы диаметром до 1,5 м, собираемые из металлических гофрированных листов.

9.2. При расчетной сейсмичности до 8 баллов включительно могут применяться бетонные прямоугольные фундаментные трубы с плоскими железобетонными перекрытиями, а также бесфундаментные металлические гофрированные трубы замкнутого контура, включая круглые цельновитые трубы.

9.3. В случаях применения бетонных труб их стены и фундаменты следует армировать конструктивной арматурой, обеспечивая совместную работу стен и фундамента трубы с помощью выпусков арматуры. При устройстве отдельных фундаментов между ними располагаются распорки.

9.4. Устойчивость металлических оболочек гофрированных труб должна быть обеспечена уплотнением грунта насы-

пи, выбором необходимого сортамента гофрированных листов, армированием при необходимости насыпного грунта геосинтетическим материалом.

9.5. При устройстве трубы на борту лога следует производить засыпку тальвега дренирующим крупнообломочным грунтом, не допуская разжижения основания и нижних слоев насыпи при землетрясении.

9.6. При замене малого моста трубой не допускается снижение расчетного расхода воды водопропускным сооружением.

9.7. В сейсмических районах не допускается увеличивать вероятность превышения расчетных расходов воды трубами под насыпями и малыми мостами за счет учета развитости сети автомобильных дорог.

10. Подпорные стены

10.1. При расчетной сейсмичности более 8 баллов подпорные стены должны преимущественно выполняться из железобетона, шпунта с шапочным брусом, соединенным металлическими тяжами с анкерными опорами или грунтовыми анкерами, или буронабивных свай, объединенных поверху железобетонной насадкой. Допустимая высота стен определяется расчетом с учетом повышенного давления грунта при землетрясении.

10.2. При ограниченной высоте стен допускаются к применению конструкции из бетона, бутобетона, каменной кладки на растворе и сетчатых габионов, а также бетонных блоков с пазами для соединительных стержней. Высота стен, считая от подошвы фундаментов, должна быть не более:

а) стены из бетона при расчетной сейсмичности до 8 баллов включительно – 12 м, более 8 баллов – 10 м;

б) стены из бутобетона и каменной кладки на растворе при расчетной сейсмичности до 8 баллов включительно – 10 м, более 8 баллов – 8 м;

в) стены из сетчатых габионов, заанкеренных в грунт дорожной насыпи, при расчетной сейсмичности до 8 баллов включительно – 8 м, более 8 баллов – 6 м.

г) стены из заанкеренных в грунт насыпи бетонных блоков, соединенных вертикальными стержнями, при расчетной сейсмичности до 8 баллов включительно – 6 м, более 8 баллов – 4 м.

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

10.4. 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.

10.5. Применение подпорных стен из бетона, бутобетона и каменной кладки на растворе в виде обратных сводов не допускается.

10.6. При использовании подпорных стен для обеспечения сейсмостойкости дорожных насыпей и склонов необходимо проверять конструкцию подпорных стен на сейсмостойкость.

Примечание. В случае применения подпорных стен из габионов глубину заделки анкерных сеток из оцинкованной проволоки в тело насыпи следует принимать не менее 70% от высоты лицевой грани стены.

10.7. Неуплотненные насыпные грунты, слои ила, торфа, разжижаемые при землетрясениях водонасыщенные рыхлые песчаные грунты, а также очень слабые глинистые грунты текучепластичной и текучей консистенции не должны использоваться в качестве естественных оснований подпорных стен.

11. Тоннели

11.1. 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.

11.2. Для участков пересечения тоннелем тектонических разломов, по которым возможна подвижка массива

горных пород, при соответствующем технико-экономическом обосновании необходимо предусматривать увеличение сечения тоннеля.

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

11.4. Порталы тоннелей и лобовые подпорные стены следует проектировать, как правило, железобетонными. При расчетной сейсмичности до 8 баллов включительно допускается применение бетонных порталов.

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

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

11.7. Транспортные и пешеходные тоннели в дорожных насыпях допускается сооружать из металлических гофрированных оболочек открытого или замкнутого контура поперечного сечения с опиранием их на малосжимаемый грунт, фундаменты мелкого или глубокого заложения. Прочность и устойчивость оболочки должны быть проверены расчетом с обеспечением необходимых характеристик грунта насыпи уплотнением и армированием геосинтетическим материалом. Несущая способность оболочки обеспечивается подбором соответствующего сортамента гофрированных листов, а также усилением свода стальными элементами или бетонным покрытием.

Г.С. Шестоперов,
д-р геол.-минерал. наук, проф.,
А.А. Шернандт,
д-р техн. наук, проф.,
Г.С. Переселенков,
д-р техн. наук, проф.