

Изменение № 1 к СП 387.1325800.2018 «Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. Правила проектирования»

Утверждено и введено в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 20 ноября 2019 г. № 701/пр

Дата введения — 2020—05—21

Введение

Дополнить третьим абзацем в следующей редакции:

«Изменение № 1 разработано авторским коллективом АО «НИЦ «Строительство» — НИИЖБ им. А.А. Гвоздева (канд. техн. наук *Б.С. Соколов* — руководитель разработки; канд. техн. наук *В.А. Тутаев*, *Д.В. Пасхин*, *А.В. Пшеничников*).».

Содержание

Раздел «7 Своды». Дополнить после наименования подраздела «Конструирование волнистых сводов» наименованием подраздела в следующей редакции: «Конструирование сводов с использованием линейных элементов».

2 Нормативные ссылки

СП 14.13330. Изложить в новой редакции:

«СП 14.13330.2018 «СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах».

СП 16.13330.2017. Дополнить ссылку словами: «(с изменением № 1)».

СП 20.13330.2016. Дополнить ссылку словами: «(с изменениями № 1, № 2)».

СП 22.13330.2016. Дополнить ссылку словами: «(с изменениями № 1, № 2)».

СП 28.13330.2017. Дополнить ссылку словами: «(с изменением № 1)».

Заменить ссылку на СП 63.133330.2012 ссылкой в новой редакции:

«СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

Заменить ссылку на СП 131.133330.2012 ссылкой в новой редакции:

«СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология».

3 Термины и определения

Дополнить раздел после пункта 3.4 следующими пунктами 3.5—3.9 в следующей редакции:

3.5 **свод**: Оболочка дугообразного очертания, опирающаяся враспор по двум противоположным сторонам.

3.6 **купол**: Выпуклая оболочка, опирающаяся враспор на плоский криволинейный или полигональный контур.

3.7 **призматическая складка**: Складка, состоящая из прямоугольных пластинок.

3.8 **балочная складка**: Складка, состоящая из плоских элементов-граней, соединенных между собой под углом с образованием в месте их сопряжения прямолинейного ребра.

3.9 **шатровая складка**: Выпуклая многогранная складка в форме полной или усеченной пирамиды, опирающаяся враспор на плоский полигональный контур.»

4 Общие указания

4.2 Основные расчетные требования

Пункт 4.2.5. Четвертый абзац. Заменить слово: «упруго-пластического» на «упругопластического».

5 Требования к материалам и изделиям

Пункт 5.7. Заменить ссылку: «СП 63.13330.2012.» на «СП 63.13330.2018».

6 Основные требования к конструированию

6.5 Отверстия и проемы

Пункт 6.5.1. Второй абзац. Изложить в новой редакции:

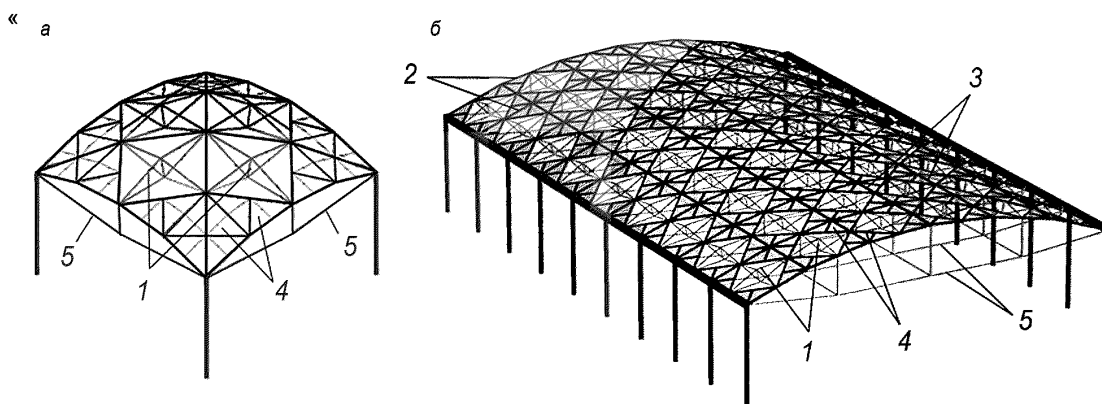
«При больших размерах проемов в плите (> 40δ) рекомендуется в пределах проема предусматривать распорки и раскосы, которые вместе с окаймляющими ребрами образуют раму или ферму, способную воспринимать нормальные и касательные или только нормальные усилия. Допускается применение специальных металлических конструктивных элементов, обеспечивающих прочность и жесткость железобетонных элементов оболочек с отверстиями и поддерживающих светопрозрачные панели.»

Пункт 6.5.2. Изложить в новой редакции:

«6.5.2 В сборных оболочках и сводах, изготавливаемых с применением линейных железобетонных элементов, с большой площадью световых проемов, располагающихся между арками и продольными ребрами, рекомендуется устройство в проемах самоуравновешенных напрягаемых систем (рисунок 6.7).

Самоуравновешенная напрягаемая система (рисунок 6.8) располагается в имеющей форму ромба ячейке, образованной контурными элементами, и включает верхние и нижние наклонные стержни, соединяющие углы ячейки с концами центральной металлической стойки. Заданный уровень растяжения в наклонных стержнях создается изменением длины стойки с помощью натяжного устройства или съемного домкрата. Указанная система, обладая высокой жесткостью благодаря созданному в ней преднапряжению, совмещает функции опоры для светопрозрачного покрытия и элемента жесткости плиты по краю проема.»

Рисунок 6.7. Изложить в новой редакции:



а — оболочка; б — свод с применением линейных элементов;
1 — самоуравновешенная напрягаемая система; 2 — арка; 3 — продольное ребро; 4 — сборные плиты; 5 — затяжка

Рисунок 6.7 — Сборные покрытия с большой площадью световых проемов».

7 Своды

Основные положения

Пункт 7.1. Дополнить абзацем в следующей редакции:

«Для большепролетных покрытий с требуемой большой площадью световых проемов целесообразно применять сборные своды с использованием линейных элементов из высокопрочного бетона по 7.42—7.44.»

Расчет сводов

Пункт 7.9. Дополнить абзацами в следующей редакции:

«Расчет сборных сводов с использованием линейных элементов следует выполнять методом конечных элементов с моделированием всех элементов конструктивной системы по 7.42—7.44. В расчетной модели допускается предусматривать жесткое соединение сборных элементов каркаса свода в

узлах. Опираение бортового элемента на колонны следует принимать шарнирным при условии обеспечения такого конструктивного решения в проекте.

Расчет напряженно-деформированного состояния свода допускается выполнять в линейной постановке. Следует рассматривать действие на свод снеговых нагрузок по двум схемам распределения в соответствии с требованиями СП 20.13330 для сводчатых покрытий. При этом для каждой из расчетных комбинаций нагрузок следует выполнить проверку общей устойчивости свода.»

Дополнить раздел 7 после пункта 7.41 подразделом с нумерованным заголовком «Конструирование сводов с использованием линейных элементов», включающим пункты 7.42—7.46 и рисунок 7.17:

«Конструирование сводов с использованием линейных элементов»

7.42 Большепролетные своды с использованием линейных элементов из высокопрочного бетона выполняют сегментного цилиндрического очертания пролетами 48—72 м. Значения отношения стрелы подъема свода к величине пролета принимают в пределах 0,12—0,15 или значения отношения радиуса кривизны свода к величине пролета в пределах 0,9—1,1.

Каркас покрытия (рисунок 7.17) включает систему арок, образованных линейными железобетонными элементами, опирающихся над колоннами на бортовые элементы, продольные и косые балки в верхнем поясе, а также систему металлических затяжек и связей в нижнем поясе. Поверхность свода образована сборными плитами, опирающимися на арки, продольные и косые ребра. Совместную работу плит и железобетонных элементов каркаса как ребристой оболочки обеспечивают сваркой закладных деталей в узловых соединениях и замоноличиванием шпоночных швов. Затяжки свода располагают под арками и по концам закрепляют в бортовых элементах над колоннами. В пролете затяжки в нескольких точках подвешивают к аркам сводов стальными подвесками.

Линейные железобетонные элементы каркаса рекомендуется выполнять в виде тонкостенных элементов коробчатого сечения из высокопрочного бетона.

7.43 Конструкция большепролетных сводов с использованием линейных элементов позволяет выполнение больших световых проемов взамен части плит. Общая площадь световых проемов при их расположении с плитами в шахматном порядке может достигать половины общей площади свода (рисунок 7.17).

Световые проемы размещают в ячейках между арками и продольными ребрами и снабжают самоуравновешенными натягаемыми системами по 6.5.2. При этом контурными элементами самоуравновешенных натягаемых систем являются линейные балочные элементы — косые ребра.

Высоту стойки самоуравновешенной системы принимают в пределах 0,2—0,25 диагонали контура светового проема.

7.44 Плиты покрытия выполняют треугольной формы. При членении поверхности свода на квадратные в плане ячейки длиной диагонали 12 м на рядовую ячейку покрытия требуется 8 треугольных плит одного типоразмера с приемлемыми для транспортирования размером 6 м по длинной стороне и максимальным размером 3 м по ширине.

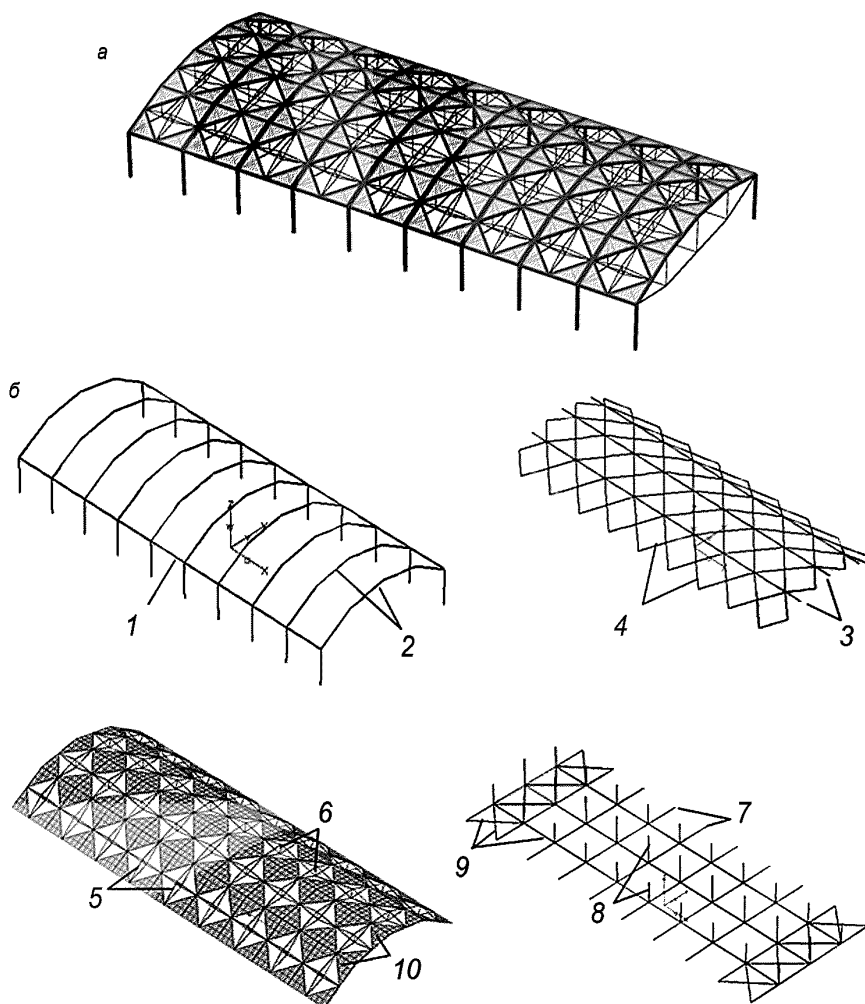
Для снижения нагрузок собственного веса арки выполняют коробчатого сечения из двух железобетонных элементов швеллерного сечения; продольные и косые ребра — в виде пустотелого элемента квадратного сечения с круглым центральным отверстием.

В целях унификации производственного оборудования, парка опалубочных форм и снижения количества типоразмеров сборных железобетонных элементов свода рекомендуется принимать полые элементы продольных и косых ребер одного сечения.

Сечения и армирование арок и ребер определяют расчетом их прочности и устойчивости. При предварительном назначении размеров сечения арок рекомендуется принимать высоту коробчатого сечения арки не менее $1/80$ значения пролета свода.

7.45 При конструировании во избежание передачи на колонны дополнительных усилий при деформировании свода следует предусматривать шарнирное опирание бортового элемента на колонны.

7.46 При конструировании элементов самоуравновешенной натягаемой системы сечение стойки следует принимать таким, чтобы требуемое усилие предварительного напряжения в стойке было не выше 0,35 несущей способности стойки.»



а — свод в сборе; б — схемы расположения элементов каркаса свода;
1 — бортовой элемент; 2 — арка; 3 — продольное ребро; 4 — косое ребро; 5 — тяжи самоуравновешенных напрягаемых систем; 6 — стойки напрягаемых систем; 7 — затяжка; 8 — подвеска; 9 — элементы связей; 10 — плиты настила

Рисунок 7.17 — Свод с использованием линейных элементов

13 Висячие оболочки

Основные положения

Пункт 13.16. Заменить ссылку: «Г.10 (приложение Г)» на «Б.1 (приложение Б)».

14 Панели-оболочки «на пролет здания» и сводчатые конструкции из них

Расчет панели-оболочки КЖС по деформациям

Пункт 14.1.9. Второй абзац. Экспликация к формуле (14.11). Второе перечисление. Заменить ссылку: «СП 63.13330.2012» на «СП 63.13330.2018».

16 Шатровые конструкции

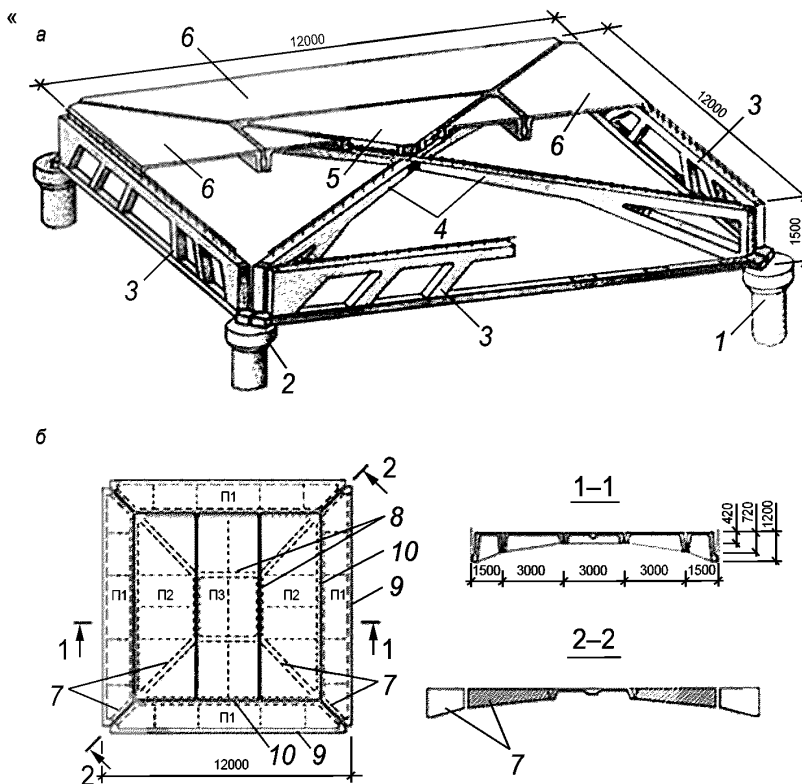
Основные положения

Пункт 16.1. Второй и третий абзацы. Изложить в новой редакции:

«Основная несущая конструкция рамно-шатровых конструкций — пространственная шатровая рама. Продольные оси основных элементов шатровой рамы расположены на пересечениях граней шатра — вдоль ребер шатровой складки.

Диагональные рамы сборных рамно-шатровых конструкций в зависимости от длины перекрываемого пролета, строительной высоты перекрытия и уровня действующих нагрузок принимают в виде отдельных сборных элементов — рам с подкосами (рисунок 16.2, а), или в составе плит П1 и П2 в виде ребер переменной высоты, увеличивающейся от высоты контура среднего диска до высоты бортового элемента в угловых зонах (рисунок 16.2, б). В последнем конструктивном решении контур среднего диска образован внутренними поперечными ребрами плиты П2 и средними частями сопряженных внешних продольных ребер плит П2 и П3. Внешний контур шатровой рамы, в котором размещается основная арматура шатра (затяжка), образован длинными контурными ребрами трапецевидных в плане плит П1. Внутренний контур образован сопряженными ребрами плит П1 и П2.»

Рисунок 16.2. Изложить в новой редакции:



а — под нагрузки до 30 кН/м^2 ; б — под нагрузки до 10 кН/м^2 ;
 1, 2 — колонны с капителями; 3 — бортовые элементы; 4 — диагональные рамы; 5, 6 — плиты настила; 7 — диагональные ребра плит (подкос рамы); 8 — контур среднего (центрального) диска; 9 — внешний (основной) контур; 10 — внутренний (промежуточный) контур

Рисунок 16.2 — Сборные рамно-шатровые перекрытия».

Расчет шатровых конструкций

Пункт 16.3 дополнить абзацами в следующей редакции:

«Расчеты напряженно-деформированного состояния шатровых конструкций следует выполнять методом конечных элементов с учетом возможного образования трещин и развития неупругих (нелинейных) деформаций в бетоне и арматуре, соответствующих кратковременному и длительному действиям нагрузки. Допускается расчеты производить в линейной постановке. При этом в гранях шатровой складки, в элементах шатровой рамы рамно-шатровой конструкции, а также в контурных элементах в первом приближении следует принимать модуль деформаций бетона с понижающим коэффициентом 0,3.

Временную равномерно распределенную нагрузку на большепролетных шатровых перекрытиях допускается учитывать с понижающим коэффициентом φ_2 в зависимости от площади конструктивной ячейки перекрытия в соответствии с рекомендациями СП 20.13330.».

Пункт 16.8. Одиннадцатый абзац (перед рисунком 16.3) изложить в новой редакции:

«Несущую способность конструкции в зависимости от схемы нагружения и прочностных характеристик элементов конструкции находят из условия равенства работ внешних и внутренних сил и устанавливают минимумом предельной нагрузки при варьировании трех независимых геометрических параметров Y_1 , Y_2 и Y_3 (рисунок 16.3), определяющих форму схемы излома (размеры сторон центрального диска, расстояние от угла шатра до ближайшего пластического шарнира на бортовом элементе).».

После рисунка 16.3 перед двенадцатым абзацем дополнить абзацами в следующей редакции:

«При проектировании рамно-шатровых конструкций до выполнения детального расчета методом конечных элементов следует выполнить расчетную оценку несущей способности рамно-шатрового перекрытия методом предельного равновесия с использованием балочной и конвертной схем излома для установления требуемого по условию прочности усилий распора шатра в середине пролета внешнего контура и в его угловой зоне и предварительного подбора сечений арматурного пояса-затяжки и угловой связи внешнего контура.

Расчет по балочной и конвертной схемам производится из условий:

- для балочной схемы

$$\frac{qL_0^2(L+L_0)}{32} = M_0 + M_1 + M_2;$$

- для конвертной схемы

$$\frac{qL_0^3}{24} = M_0 + M_1 + M_2 + M_3,$$

где M_0 и M_1 — величины предельных моментов соответственно во внешнем и внутреннем контурных элементах в точках пересечения их линиями излома;

M_2 — величина предельного момента в ребре по контуру среднего кессона ячейки в точках пересечения линиями излома;

M_3 — величина предельного момента в пролетном ребре ячейки на участке между внешним контуром и контуром среднего кессона ячейки в точке пересечения линией излома между угловым и пролетным дисками.

В угловой зоне ребра смежных плит П1 (рисунок 16.2, б), образующие угол внешнего контура, должны быть соединены сваркой закладных деталей. Усилие в связях и сварных швах в направлении перпендикулярно диагонали ячейки

$$N_c = (\sqrt{2} / 2)M_0 / z_s,$$

где M_0 — величина предельного момента в угловой зоне внешнего контура из условия разрушения по конвертной схеме;

z_s — расстояние по высоте сечения между уровнем усилия в угловой связи и серединой поверхностью полки плиты.».

Конструирование

Пункт 16.13. Дополнить абзацем в следующей редакции:

«При проектировании сборных железобетонных элементов рамно-шатровых перекрытий следует использовать бетон классов не ниже В30. Замоноличивание швов между сборными элементами следует выполнять мелкозернистым бетоном класса не ниже класса бетона сборных элементов.».

Пункт 16.14. Пятый абзац и входящие в его состав перечисления. Изложить в новой редакции:

«Для шатровых складок рекомендуется предусматривать строительный подъем центра среднего диска относительно середин пролетов его контура размерами 1/250—1/120 пролета.».

Пункт 16.16. Четвертый абзац. Дополнить словами: «в соответствии с расчетным распределением усилия распора между контурами.».

Дополнить раздел 16 пунктами 16.17—16.19 в следующей редакции:

«16.17 При конструировании для предварительного назначения геометрических размеров большепролетных сборных железобетонных рамно-шатровых конструкций перекрытий с элементами шатровой рамы в виде ребер сборных плит (рисунок 16.2, б) следует принимать:

а) для рамно-шатровых конструкций при размерах менее 15×15 м стрелу подъема шатровой рамы в диапазоне 0,09—0,12 пролета внешнего контурного элемента; при размерах 15×15 м и более в диапазоне 0,08—0,11 пролета внешнего контурного элемента;

б) высоту внешнего контура в пределах 1/8—1/10 размера конструктивной ячейки здания;

в) высоту ребер контура центрального диска в пределах 1/6—1/8 размера стороны центрального диска;

г) высоту ребер внутреннего контура не менее высоты ребер контура центрального диска;

д) изменение высоты сечения диагональной рамы — линейным от высоты центрального диска до высоты внешнего контура.

При нарушении рекомендуемых соотношений по а) и б) рационально повышать несущую способность и жесткость конструкции выполнением в центральной части плана конструкции строительного подъема на величину расчетного прогиба конструкции от собственного веса при пониженном значении модуля деформаций бетона или применять предварительное напряжение нижней арматуры внешнего контура. В последнем случае целесообразно использовать натяжение канатной арматуры, расположенной в створе колонн, на всю длину и ширину блока здания.

16.18 При разработке рамно-шатровых перекрытий для прямоугольных ячеек с соотношением сторон до 1:1,5 (например, 12×18 м) следует принимать рекомендуемые соотношения по 16.17, а) — г) по максимальному из размеров.

16.19 Рамно-шатровые конструкции для пролетов свыше 18 м следует выполнять монолитными или сборно-монолитными. При разработке конструктивных решений для пролетов свыше 18 м рекомендуется применение высокопрочной арматуры и предварительного напряжения в ребрах контуров.»

Изменение № 1 СП 387.1325800.2018

УДК 691.328; 69.003.12

ОКС 91.080.40

Ключевые слова: железобетонные пространственные конструкции, оболочка, свод, складка, купол, покрытие, перекрытие, расчет, конструирование

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 18.02.2020. Подписано в печать 02.03.2020. Формат 60×84¹/₈. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,70.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком свода правил
