



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций  
«ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

# Урок 14

## Особенности проектирования сооружений эстакад и тоннелей

Кононов Дмитрий Александрович  
Руководитель направления

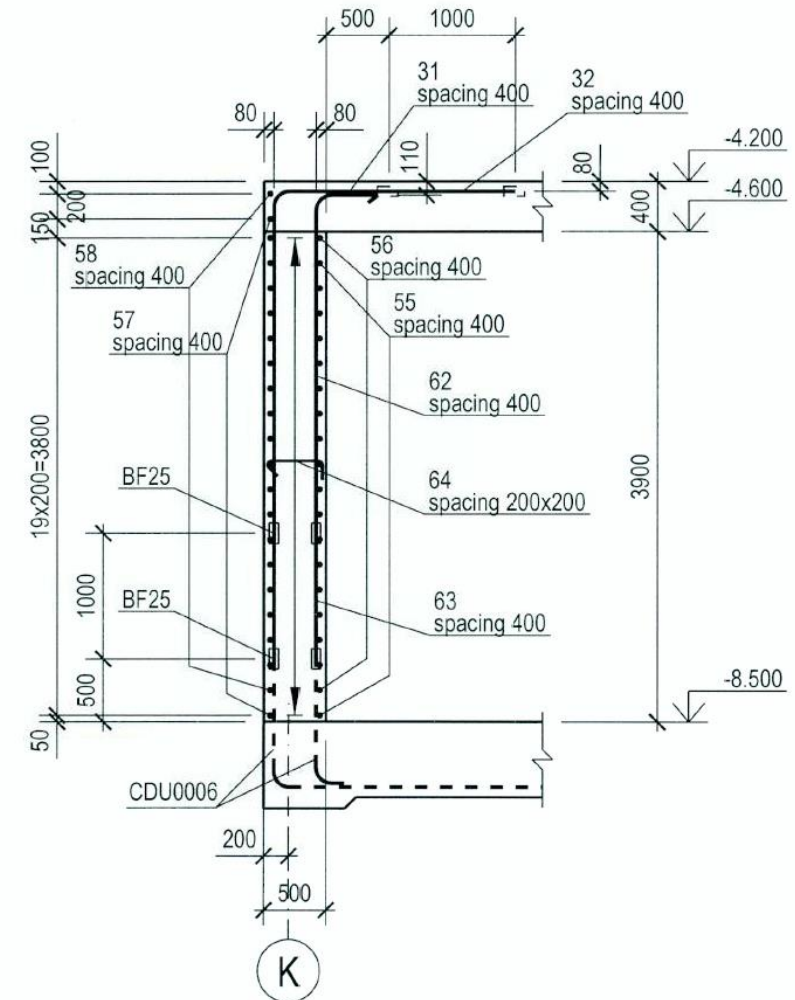
23.05.2024

# Эстакады/ тоннели



Для обеспечения несущей способности, пригодности к нормальной эксплуатации и долговечности бетонных и железобетонных конструкций помимо требований, определяемых расчетом, следует выполнять конструктивные требования:

- по геометрическим размерам элементов конструкций;
- по армированию (содержанию и расположению арматуры, толщине защитного слоя бетона, анкеровке и соединениям арматуры);
- по защите конструкций от неблагоприятного влияния воздействий среды

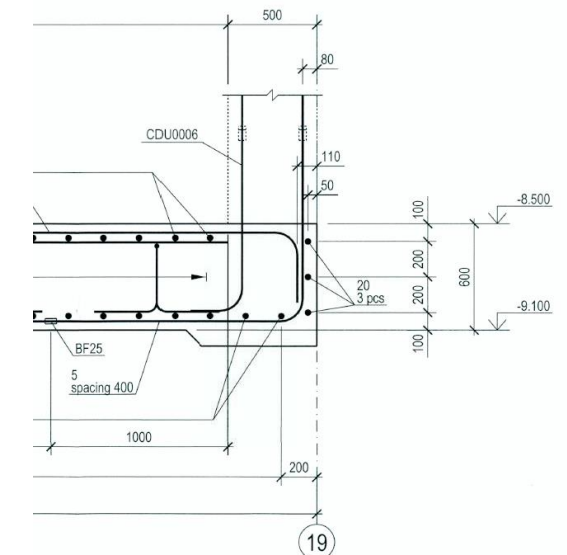
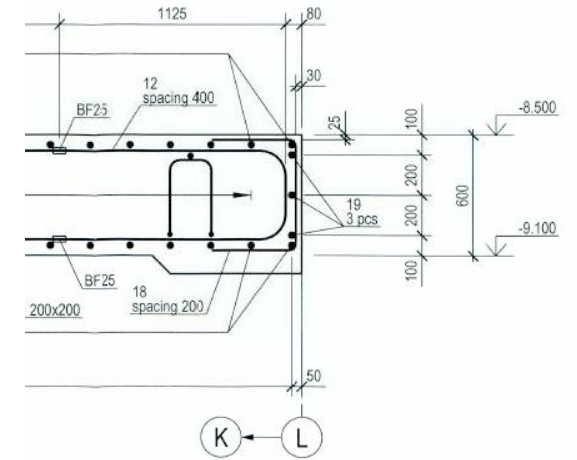


# В предыдущих лекциях мы рассмотрели:

- Перечень НТД, используемой при проектировании строительных конструкций
- Конструктивные требования при разработке конструктивных решений
- Правила анализа результатов расчетов прочности
- Правила конструирования узлов сопряжения строительных конструкций

## Пристальное внимание обращаем внимание на:

- возможность надлежащего размещения арматуры (расстояния между стержнями, защитный слой бетона и т.д.), ее анкеровки и совместной работы с бетоном;
- достаточную жесткость конструкций;
- необходимую огнестойкость, водонепроницаемость конструкций, тепло- и звукоизоляцию, коррозионную
- стойкость, радиационную защиту и т.п.;
- возможность качественного изготовления при бетонировании конструкций



## На основании закрепленных знаний приступая к проектированию перекрытий и покрытий фиксируем:



- Границы проектирования – отметки(абсолютные, относительные), оси, координаты в строительной системе координат;
- Смежные конструктивы – ссылки на документы рабочей документации по смежным конструктивам (KKS код документа);
- Основания для разработки чертежей РД: технический проект
- Ссылка на расчет прочности – KKS код документа
- Возможные технические решения, описывающие отклонения от технического проекта
- Классификация строительной конструкции по влиянию на безопасность (НП-001-15), по радиационной и ядерной безопасности (ПиН АЭ-5,6), по степени огнестойкости (СП 2.13130), по надежности сооружения (ГОСТ 27751), по агрессивности окружающей среды (СП 28.13330)
- Качество бетонных поверхностей (СП 70.13330), класс шероховатости по СП 72.13330
- Класс бетона, класс по водонепроницаемости, класс по морозостойкости
- Класс арматуры и способы соединения
- С учетом производства работ и термонапряженного состояния бетона деление на блоки бетонирования, ссылка на ОС ППР(особо сложный проект производства работ)
- Учет требований СП 48.13330, СП 70.13330 пространственной неизменяемости конструкций в процессе сборки и бетонирования (вязальная проволока, поддерживающие каркасы, поперечная арматура от выпучивания)

## **В соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013 устанавливаются основные требования к рабочей документации:**



- Рабочие чертежи объединяются в основной комплект по маркам
- В состав комплекта включаются общие данные по чертежам, сами чертежи и схемы, предусмотренные соответствующими стандартами СПДС
- Основной комплект рабочих чертежей может быть разделен на несколько основных комплектов той же марки в соответствии с процессом организации строительных и монтажных работ

### **Основной комплект может иметь прилагаемые документы, такие как:**

- РД на изделия
- Локальные сметы
- Расчеты прочности
- Другие документы, предусмотренные соответствующими стандартами СПДС

## Проанализировав расчеты прочности, мы определяем общую концепцию армирования:

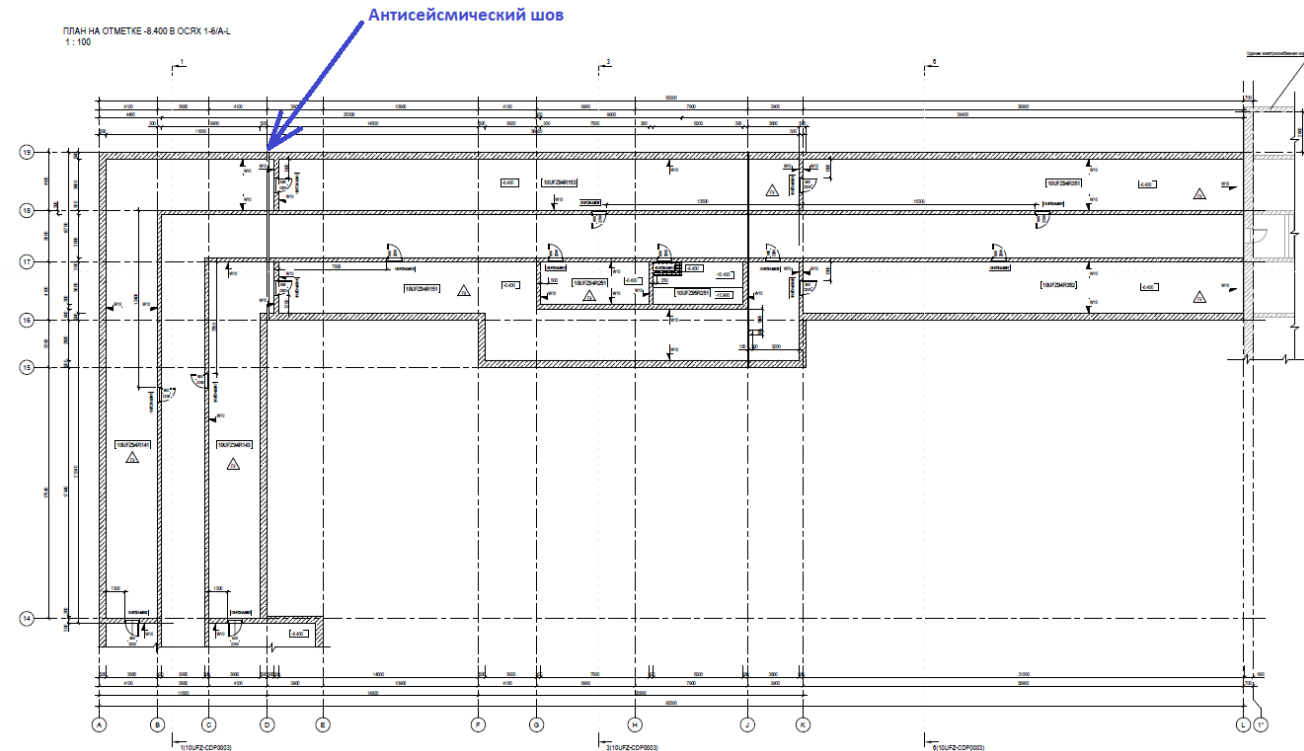


- Армирование строительных конструкций: фундаментных плит, стен, колонн, перекрытий, из которых состоят тоннели, поверхностных плит, опор эстакад выполняется в соответствии с конструктивными требованиями Раздела 10 СП 63.13330
- На концевых участках плоских элементов строительных конструкций следует устанавливать поперечную арматуру в виде П-образных хомутов, расположенных по краю элементов, обеспечивающих восприятие крутящих моментов у края элемента и необходимую анкерровку концевых участков продольной арматуры
- Количество продольной арматуры по наружным граням строительных конструкций следует устанавливать в соответствии с действующими усилиями
- Для сокращения расхода арматуры следует выполнять установку нижней и верхней арматуры, соответствующей минимальному проценту армирования, по всей площади плиты, а на участках, где действующие усилия превышают усилия, воспринимаемые этой арматурой, — установку дополнительной арматуры, совместно с вышеуказанной арматурой воспринимающей действующие на этих участках усилия

# Обращаем внимание на сейсмические требования по антисейсмическими швами – сооружения требуется разделять антисейсмическими швами в случаях, если:



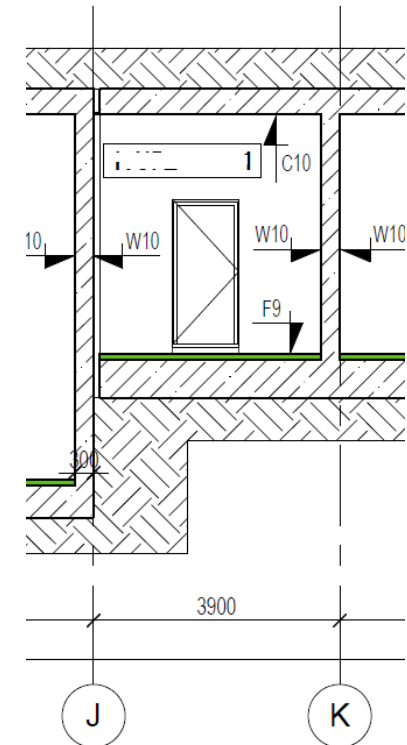
- смежные участки здания или сооружения имеют перепады высоты 5 м и более, а также существенные отличия друг от друга по жесткости и (или) массе;
- допускается устройство антисейсмических швов между высокой частью и 1-2-этажными пристраиваемыми частями зданий путем шарнирного опирания перекрытия пристройки на консоль высокой части. Глубина опирания должна быть не менее суммы взаимных перемещений и минимальной глубины опирания с обязательным устройством аварийных связей;
- для случаев, когда устройство осадочного шва не требуется, допускается не устраивать антисейсмические швы между зданием и стилобатом при расчетном обосновании совместности их работы и выполнении соответствующих конструктивных мероприятий;
- не допускается устройство антисейсмических швов внутри помещений, которые предназначены для постоянного проживания или длительного нахождения МГН;
- в одноэтажных зданиях высотой до 10 м при расчетной сейсмичности 7 баллов антисейсмические швы допускается не устраивать



## В соответствии с СП 14.13330



- 1. Антисейсмические швы должны разделять здания или сооружения по всей высоте.**  
Допускается не устраивать шов в фундаменте, за исключением случаев, когда антисейсмический шов совпадает с осадочным
- 2. Расстояния между антисейсмическими швами не должны превышать для зданий и сооружений:** из стальных каркасов - по требованиям для несейсмических районов, но не более 150 м; из деревянных конструкций и мелких ячеистых блоков - 40 м при расчетной сейсмичности 7-8 баллов и 30 м – при расчетной сейсмичности 9 баллов. Для зданий иных конструктивных решений, приведенных в таблице 6.1, - 80 м при расчетной сейсмичности 7-8 баллов и 60 м - при расчетной сейсмичности 9 баллов
- 3. Антисейсмические швы следует выполнять путем возведения парных стен или рам, либо рам и стен.**  
Ширину антисейсмического шва следует назначать по результатам расчетов в соответствии с 5.5, при этом ширина шва на каждом рассматриваемом уровне должна быть не менее суммы амплитуд колебаний смежных отсеков здания
- 4. 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
- 5. Конструкции примыкания отсеков здания или сооружения в зоне антисейсмических швов, в том числе по фасадам и в местах переходов между отсеками, не должны препятствовать их взаимным горизонтальным перемещениям**
- 6. Конструкция перехода между отсеками здания может быть выполнена в виде двух консолей из сопрягающихся блоков с устройством расчетного шва между концами консолей или переходов, надежно соединенных с элементами одного из смежных отсеков.**  
Конструкцией их опирания на элементы другого отсека должны быть обеспечено взаимное расчетное смещение элементов и исключена возможность их обрушения и соударения при сейсмическом воздействии
- 7. Переход через антисейсмический шов не должен быть единственным путем эвакуации из зданий или сооружений**  
При устройстве двух и более путей эвакуации допускается, чтобы не более 50% из них проходило через антисейсмические швы.





# При проектировании зданий и сооружений следует руководствоваться следующими требованиями:



1. Проектирование фундаментов зданий следует выполнять в соответствии с требованиями нормативных документов на основания и фундаменты зданий и сооружений (СП 22.13330, СП 24.13330, СП 25.13330)
2. Фундаменты зданий и сооружений или их отсеков, возводимые на нескальных грунтах, должны, как правило, устраиваться на одном уровне. В случае заложения смежных отсеков зданий на разных отметках переход от более углубленной части к менее углубленной делают уступами; при этом фундаменты примыкающих частей отсеков должны иметь одинаковое заглубление на протяжении не менее 1 м от шва, а отдельные столбчатые фундаменты под колонны, разделенные осадочным швом, должны располагаться на одном уровне. Уступы подошв фундаментов выполняют высотой до 0,6 м и заложением до 1:2 (высота к длине) для связных и до 1:3 для несвязных грунтов в местах переходов от глубоко заложённых фундаментов к фундаментам с меньшей глубиной заложения. Уступы в скальных грунтах допускается не устраивать
3. При устройстве подвала под частью здания (отсека) следует стремиться к его симметричному расположению относительно главных осей
4. Внутренние поперечные и продольные стены зданий и сооружений на площадках сейсмичностью 8 и 9 баллов должны быть без изломов в плане в пределах стены. Максимальное расстояние между несущими стенами не должно превышать 7,2 м. В зданиях и сооружениях с ненесущими наружными стенами должно быть не менее двух внутренних продольных и поперечных стен
5. Выступ части наружных стен в плане не должен превышать 6 м для зданий с расчетной сейсмичностью 7 и 8 баллов и 3 м для зданий с расчетной сейсмичностью 9 баллов

## Документация разрабатывается в соответствии:



1. Армирование строительных конструкций выполнять в соответствии с **п.п. 10.3.5 – 10.3.20, 11.2 СП 63.13330**
2. Места стыковки рабочей арматуры исходя из товарной длины арматурного проката, результатов расчета прочности и требований **п.10.3.29 – 10.3.33, Приложение К, Л СП 63.13330**
3. Защитные слои арматуры в строительных конструкций: **п. 10.3.1 – 10.3.4**
4. Узлы сопряжения строительных конструкций: **п.п 10.3.21 – 10.3.28, п.п 10.4 СП 63.13330**
5. На концевых участках плоских плит следует устанавливать поперечную арматуру в виде П-образных хомутов (см. рисунок 10.1, а), расположенных по краю плиты, обеспечивающих восприятие крутящих моментов у края плиты и необходимую анкерровку концевых участков продольной арматуры в соответствии с **СП 63.13330 п.10.4**
6. В плоских фундаментных плитах и плитах перекрытий при высоте их сечения 700 мм и более следует предусматривать конструктивное продольное армирование в виде сеток из арматурных стержней площадью сечения не менее 0,05 % площади сечения бетона, принимаемой равной произведению расстояния между сетками по высоте на соответствующий в плане размер плиты. Шаг сеток конструктивного армирования по высоте принимают не более 1000 мм и не более 1/3 толщины плиты в соответствии с **СП 63.13330 п.10.4.14**
6. Крестообразные и нахлесточные соединения стержней следует производить вязкой отожженной проволокой. Допускается применение специальных соединительных элементов (пластмассовых и проволочных фиксаторов) – **п.5.16.14 СП 70.13330**
7. Во внецентренно сжатых линейных элементах, а также в изгибаемых элементах при наличии необходимой по расчету сжатой продольной арматуры в целях предотвращения выпучивания продольной арматуры следует устанавливать поперечную арматуру с шагом не более  $15d$  и не более 500 мм ( $d$  — диаметр сжатой продольной арматуры) - **п.10.3.14, п.10.4.2 СП 63.13330**

# Спасибо за внимание

**Кононов Дмитрий Александрович**

Руководитель направления

**23.05.2024**

