



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций  
«ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

# Урок 12

## Армирование строительных конструкций – перекрытия

Кононов Дмитрий Александрович  
Руководитель направления

08.05.2024

# Перекрытия



Для обеспечения безопасности и эксплуатационной пригодности бетонных и железобетонных конструкций помимо требований к расчету следует также выполнять конструктивные требования к геометрическим размерам и армированию

Конструктивные требования устанавливаются для случаев, когда:

- расчетом не представляется возможным достаточно точно и определенно полностью гарантировать сопротивление конструкции внешним нагрузкам и воздействиям;
- конструктивные требования определяют граничные условия, в пределах которых могут быть использованы принятые расчетные положения;
- конструктивные требования обеспечивают выполнение технологии изготовления бетонных и железобетонных конструкций

# 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

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



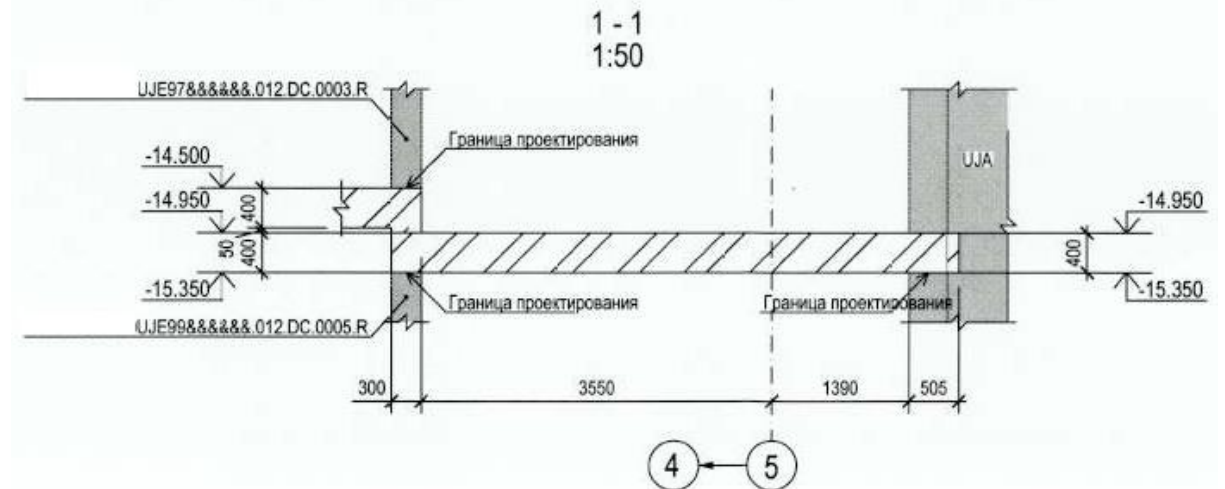
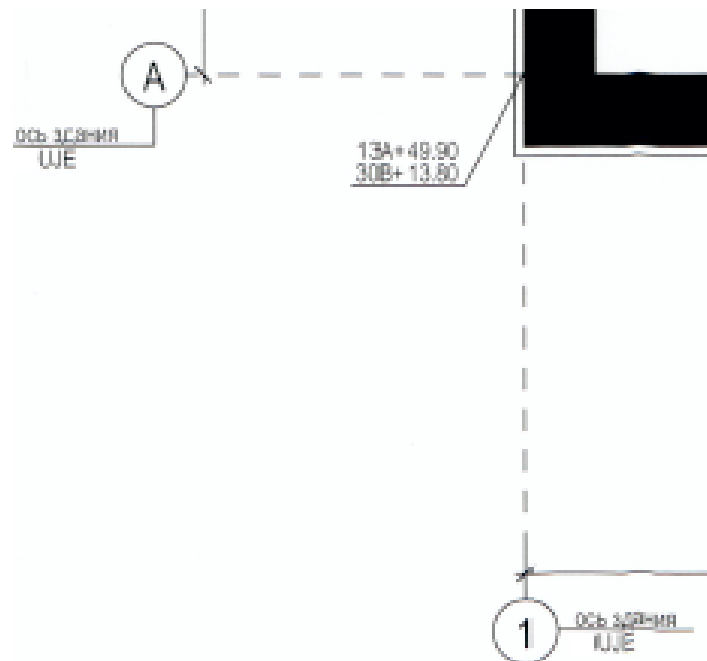
- Границы проектирования – отметки(абсолютные, относительные), оси, координаты в строительной системе координат;
- Смежные конструктивы – ссылки на документы рабочей документации по смежным конструктивам (KKS код документа);
- Основания для разработки чертежей РД: технический проект
- Ссылка на расчет 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)

# Границы проектирования – отметки(абсолютные, относительные), оси, координаты в строительной системе координат:



2 В настоящем комплекте разработаны рабочие чертежи геометрических размеров паровой камеры (10UJE) плиты перекрытия на отметке минус 14.500. Чертежи армирования смотрите комплект \_\_\_\_\_ UJE97&&&&&.012.DC.0002.R.

На чертежах указаны относительные отметки. Относительная отметка 0.000 соответствует абсолютной отметке \_\_\_\_\_. Координаты центра здания реактора Блока №1 АЭС равны: \_\_\_\_\_ (в строительной системе координат) в соответствии с документом \_\_\_\_\_.



## Смежные конструктивы – ссылки на документы рабочей документации по смежным конструктивам (KKS код документа):



### Перечень документов армирования зданий ядерного острова на отметке -19.300

Здания	Наименование	Обозначение
—УJA	Стена от отм. -19.300 до отм. -15.550. Геометрические размеры	_____&&&&&.012.DC.0005.R
	Стены от отм. -19.300 до отм. -15.550. Армирование	_____&&&&&.012.DC.0005.R
—UKD	Стены от отм. -19.300 до отм. -15.700. Геометрические размеры	_____&&&&&.012.DC.0005.R
	Стены от отм. -19.300 до отм. -15.700. Армирование	_____&&&&&.012.DC.0006.R
—UCB	Стена от отм. -19.300 до отм. -15.000. Геометрические размеры	_____&&&&&.012.DC.0005.R
	Стена от отм. -19.300 до отм. -15.000. Армирование	_____&&&&&.012.DC.0006.R
—УКА	Стена от отм. -19.300 до отм. -15.500. Геометрические размеры	_____&&&&&.012.DC.0005.R
	Стена от отм. -19.300 до отм. -15.500. Армирование	_____&&&&&.012.DC.0005.R
—UJE	Стена от отм. -19.300 до отм. -14.900. Геометрические размеры	_____&&&&&.012.DC.0005.R
	Стена от отм. -19.300 до отм. -14.900. Армирование	_____&&&&&.012.DC.0006.R



## Основания для разработки чертежей РД: технический проект

Настоящий комплект чертежей выполнен в соответствии с договором № \_\_\_\_\_ на основе Технического проекта.

## Ссылка на расчет прочности — KKS код документа

Конструкции фундаментной плиты здания управления (UCB) разработаны в соответствии с расчётами прочности \_\_\_\_\_ UCB.&&&&&&&.012.RF.0001.R,

## Возможные технические решения, описывающие отклонения от технического проекта

Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории \_\_\_\_\_, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.

## Классификация строительной конструкции

- по влиянию на безопасность - класс 2, классификационное обозначение по НП-001-15 – 2Н;
- по ответственности за радиационную и ядерную безопасность по ПиН АЭ-5.6 – I категория;
- по ответственности при сейсмических воздействиях по НП-031-01 – I категория;
- категория по взрывопожарной и пожарной опасности по СП 12.13130.2009 – В;
- степень огнестойкости здания по СП 2.13130.2012 – I;
- класс функциональной пожарной опасности по Федеральному Закону № 123 ФЗ от 22.07.2008 – Ф5.1;
- класс конструктивной пожарной опасности здания по СП 2.13130.2012 – С0;
- повышенный уровень ответственности в соответствии с Федеральным Законом от 30.12.2009 №384-ФЗ;
- класс надежности сооружения по ГОСТ 27751-2014 – КС-3;
- класс по агрессивности окружающей среды по СП 28.13330.2012 – ХС3, ХА3.

*Обращаем внимание, что в контрактах, которые подписываются уже сейчас вместо ПиН АЭ-5,6 используется НП-041-22*



## Качество бетонных поверхностей (СП 70.13330), класс шероховатости по СП72.13330



Качество бетонной поверхности монолитных конструкций (не подлежащих гидроизоляции) после распалубки должно соответствовать классу А3 по СП 70.13330.2012. Класс шероховатости поверхности, подготовленной под отделку, 3-Ш по СП 72.13330.2016.

### Класс поверхности

Для оценки качества поверхности монолитных бетонных и железобетонных конструкций применяют четыре класса, определяемые по предельным допускам прямолинейности и местных неровностей. Классы распространяются на перекрытия, стены, колонны, фундаменты и другие конструкции с прямолинейными поверхностями. Класс бетонной поверхности монолитных конструкций и качество бетонных поверхностей с особыми требованиями к внешнему виду должны оговариваться в проектной документации. В неоговоренных случаях класс поверхности принимается А6 или А7 (в зависимости от назначения).

Таблица X.1 - Классы бетонных поверхностей

Класс бетонной поверхности	Допуски прямолинейности для измеряемых расстояний, мм			
	местные неровности (0,1 м)	1 м	2 м	3 м
А3	2	4,5	7	9,5
А4	3	7,5	10,5	14
А6	5	10	12	15
А7	10	15	15	15

Примечание - Допуски прямолинейности применяются при условии выполнения допусков по толщине защитного слоя и по размерам сечений (толщинам) элементов.



## Качество бетонных поверхностей (СП 70.13330), класс шероховатости по СП72.13330



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Таблица X.2 - Основное назначение бетонных поверхностей монолитных конструкций

Класс бетонной поверхности	Основное назначение поверхностей конструкций
A3	Лицевая поверхность стен, колонн и нижняя поверхность перекрытий с повышенными требованиями к внешнему виду. Поверхность под улучшенную окраску без шпатлевки
A4	Лицевая поверхность стен, колонн и нижняя поверхность перекрытий, подготовленная под отделку (оклейка обоями, облицовка)
A6	Лицевая поверхность стен, колонн, нижняя поверхность перекрытий без специальных требований к качеству поверхности. Поверхность без отделки или под простую окраску
A7	Минимальные требования к качеству поверхности бетона. Оштукатуриваемые и скрываемые поверхности

В проектной документации должны быть указаны дополнительные требования к бетонным поверхностям, которые подвергаются постоянному воздействию движущейся воды или другим агрессивным воздействиям.

## Качество бетонных поверхностей (СП 70.13330), класс шероховатости по СП72.13330



На бетонных поверхностях допускаются:

Для стеновых конструкций:

- отверстия под тяжи с оставляемыми в них пластмассовыми защитными трубками тяжа, отверстия под анкеры (заделка отверстий должна быть оговорена в проектной документации или ППР отдельно);
- отпечатки щитов и элементов опалубки;
- обнажение арматурных фиксаторов.

Для нижней поверхности перекрытий:

- отпечатки щитов и элементов палубы, элементы крепления пластмассовых конструкций, электрической разводки и т.п.

Для обеспечения требований для бетонных поверхностей классов А3 и А4 рекомендуется шлифование местных выступов и затирка местных впадин для достижения требуемых показателей.

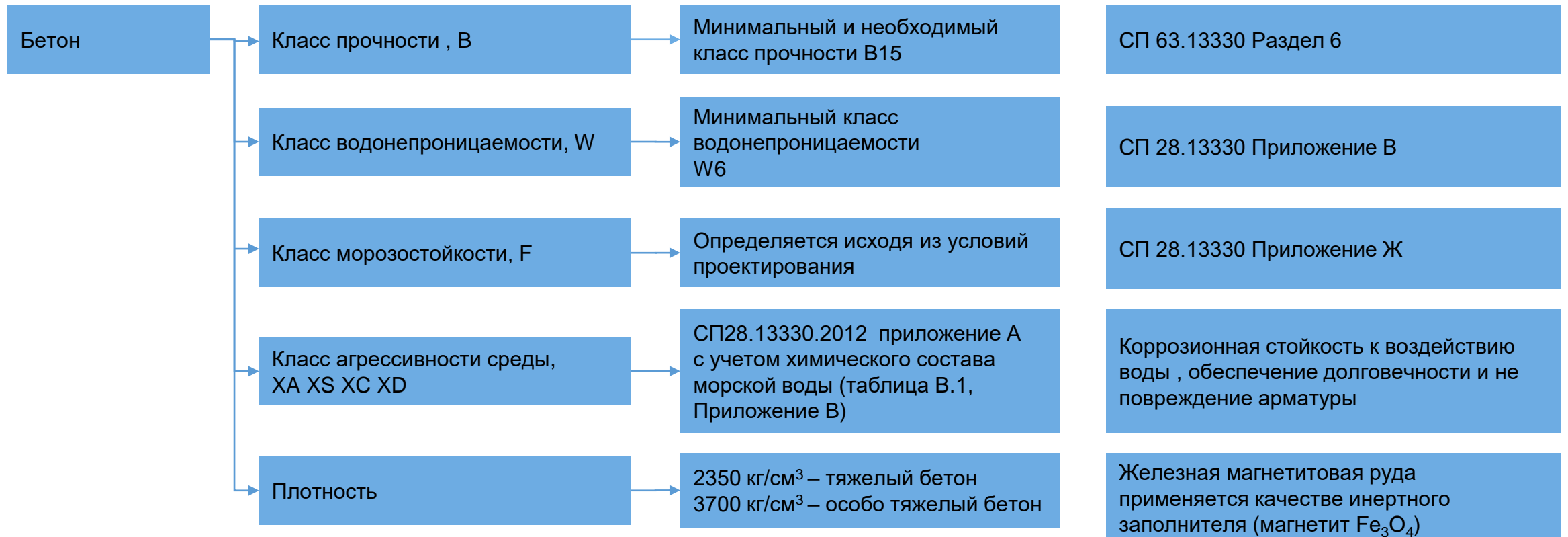
Качество бетонной поверхности монолитных конструкций (не подлежащих гидроизоляции) после распалубки должно соответствовать классу А3 по СП 70.13330.2012. Класс шероховатости поверхности, подготовленной под отделку 3-Ш по СП 72.13330.2016.

Для гидроизоляции наружных поверхностей фундаментной плиты предусмотрена гидроизоляционная мембрана. Качество наружных бетонных поверхностей монолитных конструкций после распалубки под установку гидроизоляции должно соответствовать классу А4 по СП 70.13330.2012.

# Класс бетона, класс по водонепроницаемости, класс по морозостойкости



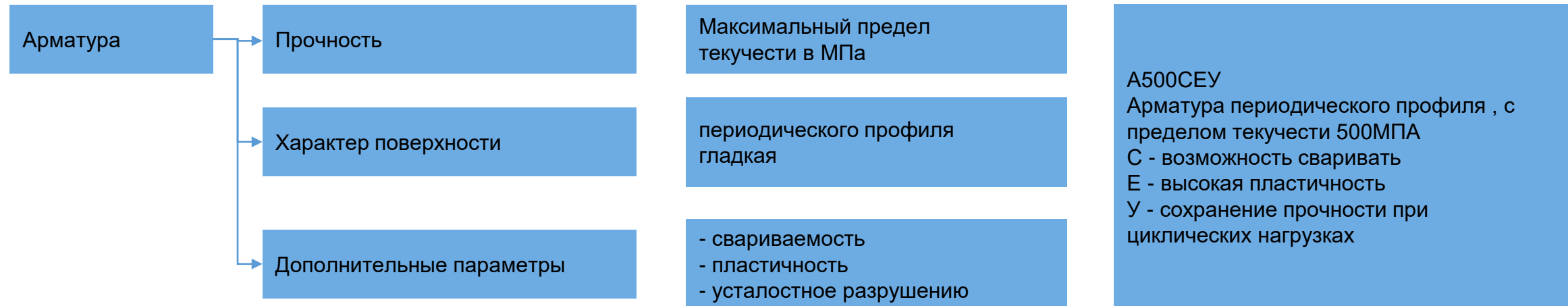
– для наружных стен используется бетон марки В45 на основе сульфатостойкого цемента плотностью не менее 2350 кг/м<sup>3</sup> (по СП 63.13330.2012), для внутренних стен применяют бетон марок В30 и В60 плотностью не менее 2350 кг/м<sup>3</sup> (по СП 63.13330.2012), Класс бетона по водонепроницаемости W8 (по СП 28.13330.2012). Не допускается использование хлорсодержащих добавок. Класс воздействия бетона XS3, XA3; XC3 (согласно СП 28.13330.2012).



# Класс арматуры и способы соединения



для армирования стен строительных конструкций принята марка арматуры А500СЕУ по ГОСТ 34028-2016.





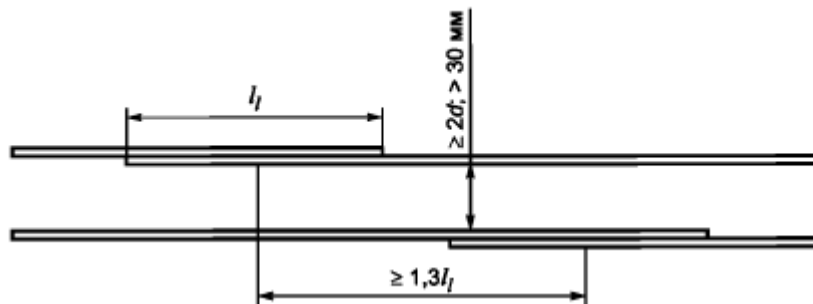
## Класс арматуры и способы соединения

В соответствии с СП 14.13330.2012, СП 63.13330.2012 приняты следующие способы соединения арматурных стержней:

- внахлест для стержней до 20 мм;
- механическое на муфтах для стержней диаметром от 20 мм и более;
- сварные соединения на скобах-накладках типов С15-Рс и С19-Рм по ГОСТ 14098-2014 для горизонтальных и вертикальных стержней диаметром от 20 мм и более (используется в исключительных случаях, если выпуски арматуры не позволяют выполнить муфтовые соединения, предельное количество арматуры, которую можно приваривать, в одном сечении составляет 20 %);
- контактной точечной сваркой (соединение К1-Кт по ГОСТ 14098-2014) для поддерживающих каркасов;
- сваркой внахлестку (соединение С23-Рэ по ГОСТ 14098-2014) в отдельных оговоренных на чертежах случаях.

Для стержней диаметром 20 мм и более в принято механическое стыковое соединение арматурных стержней с использованием муфт, обеспечивающее равнопрочность основному металлу арматурных стержней. Концы стержней должны быть подготовлены для механического соединения арматуры с использованием муфт.

### Соединение внахлест

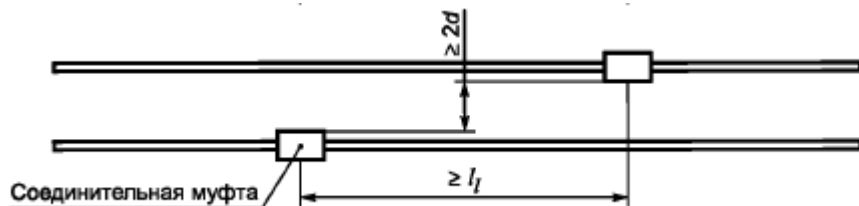


- относительное количество стыкуемой в одном расчетном сечении элемента рабочей растянутой арматуры периодического профиля должно быть не более 50 %
- расстояние между стыкуемыми рабочими стержнями арматуры не должно превышать  $4ds$
- расстояние между соседними стыками внахлестку (по ширине железобетонного элемента) должно быть не менее  $2ds$  и не менее 30 мм

# Класс арматуры и способы соединения



## Механическое соединение



Научно-исследовательский, проектно-конструкторский  
и технологический институт бетона и железобетона  
(НИИЖБ)

ОКП 4842 00

ГРУППА 33



МЕХАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРЫ BARTES ПРОИЗВОДСТВА  
ФИРМЫ DEXTRA

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ТУ 4842-192-46854090-2005

Дата введения:  
с 01.06.2005

СОГЛАСОВАНО:  
Технический директор «Dextra»  
Ж.-Ж. Браун  
2005 г.

РАЗРАБОТАНО:  
Зав. лабораторией  
арматуры НИИЖБ  
С.А. Мадатян  
2005 г.

Москва, 2005

14.12.2020г.

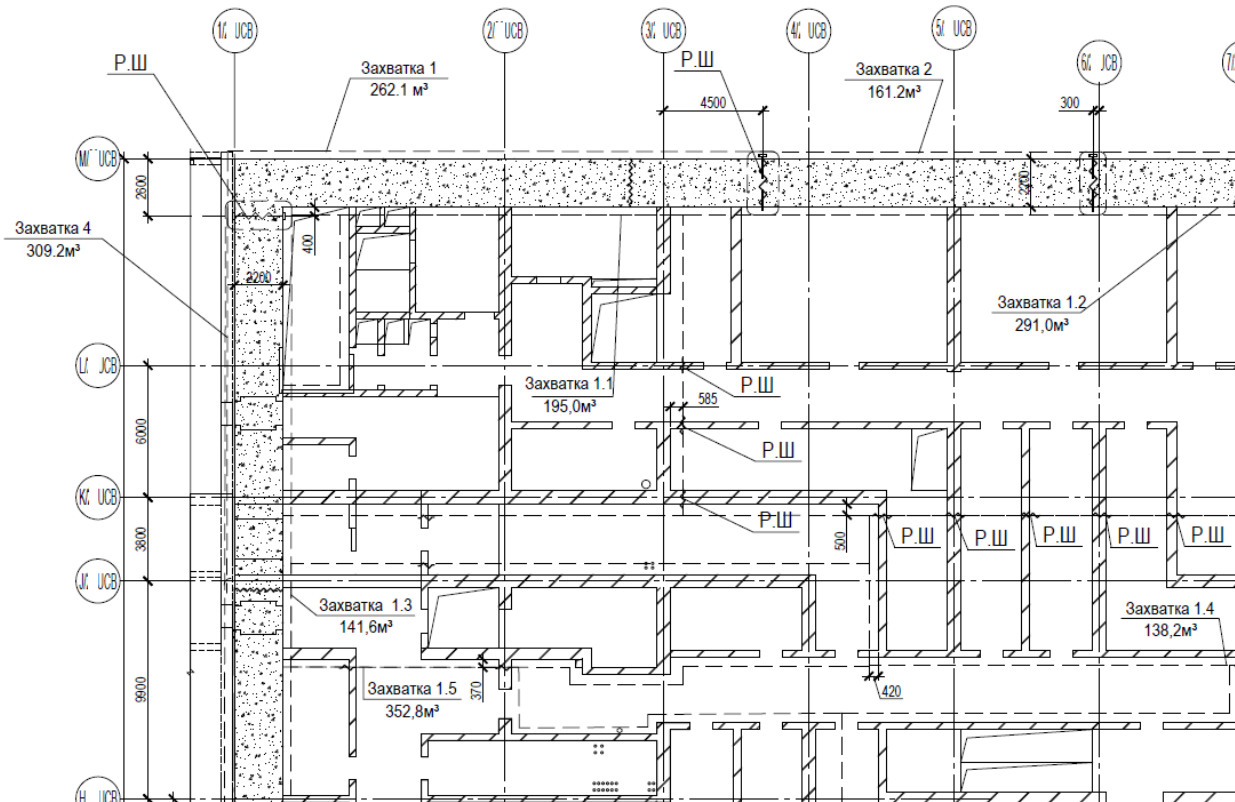
- Минимальное расстояние в свету между механическими соединениями арматуры определяется габаритными размерами оборудования для выполнения стыка (см. ТУ за конкретные муфты) и должно быть не менее  $2d$  и не менее значений, указанных в 10.3.5 и приложении К – обеспечивающих совместную работу арматуры с бетоном и качественное изготовление конструкций, связанное с укладкой и уплотнением бетонной смеси
- Механические соединения арматуры в вертикальных железобетонных элементах необходимо располагать в зоне  $1/4—1/5$  высоты этажа от верха перекрытия, в изгибаемых элементах — вне зоны максимальных моментов или действующих максимальных усилий в арматуре.
- При стыковании арматуры с помощью механических соединений толщина защитного слоя от края муфты до грани железобетонного элемента должна быть не менее указанной в таблице 10.1. - конструктивные требования к геометрическим размерам и армированию.
- Количество стыкуемой в одном сечении элемента рабочей растянутой или сжатой арматуры периодического профиля с помощью механических соединений допускается принимать до 100 % при проценте армирования продольной арматуры  $\mu < 3$  % и не более 50 % в остальных случаях.



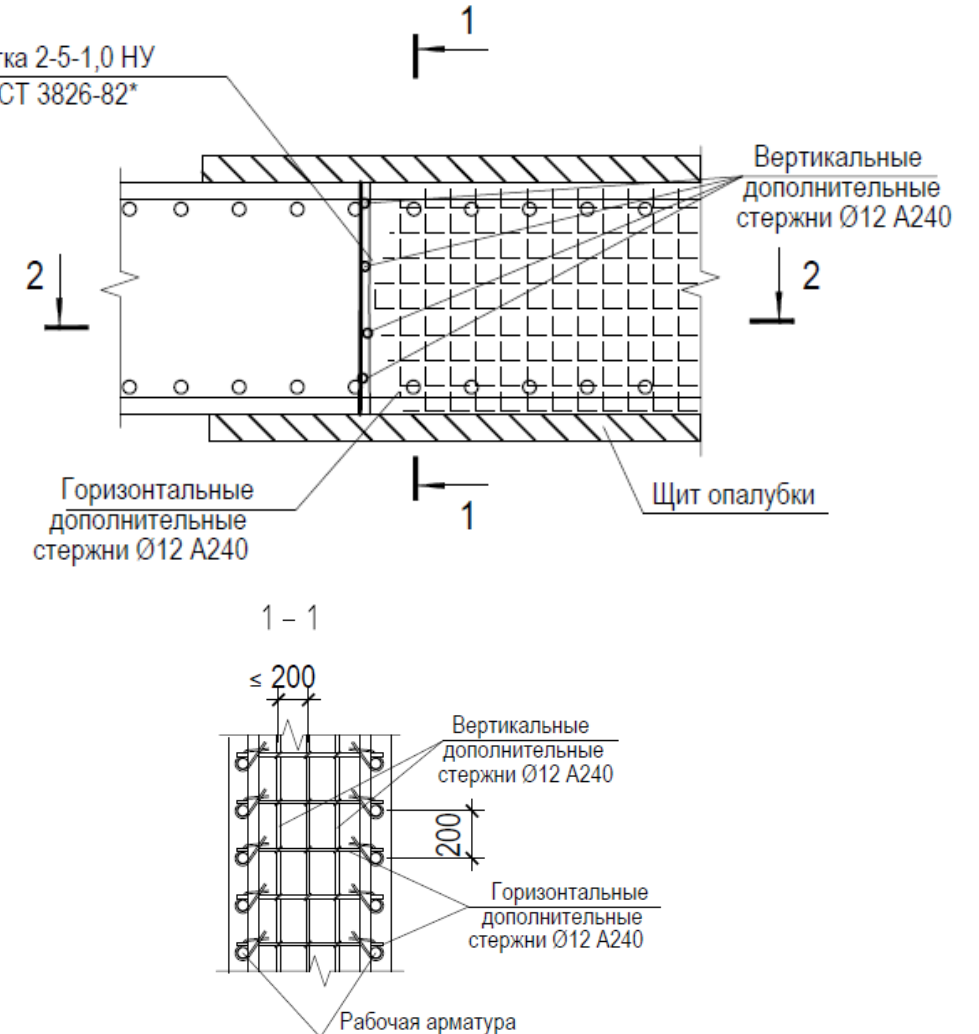
# С учетом производства работ и термонапряженного состояния бетона деление на блоки бетонирования, ссылка на ОС ППР



Схема бетонирования захваток бетонирования стен с отм. -14.500 до отм.-9.600



Сетка 2-5-1,0 НУ  
ГОСТ 3826-82\*





## Учет требований СП 48.13330, СП 70.13330 пространственной неизменяемости конструкций в процессе сборки и бетонирования (вязальная проволока, поперечная арматура от выпучивания)



- п.5.16.14 СП 70.13330 — крестообразные и нахлесточные соединения стержней следует производить вязкой отоженной проволокой. Допускается применение специальных соединительных элементов (пластмассовых и проволочных фиксаторов). В соответствии с ОС ППР вязка арматурных стержней должна производиться во всех пересечениях (шаг определяется разработчиком документа – не менее чем через стык в шахматном порядке), что предотвращает передвижение арматуры при монтаже и бетонировании.
- п.10.3.14, п.10.4.2 СП 63.13330 — 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)

# 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 плоских плит следует осуществлять продольной арматурой в двух направлениях, располагаемой у нижней и верхней граней плиты, а в случаях, обусловленных расчетом, — и поперечной арматурой, располагаемой у колонн, стен и по площади плиты
- На концевых участках плоских плит следует устанавливать поперечную арматуру в виде П-образных хомутов, расположенных по краю плиты, обеспечивающих восприятие крутящих моментов у края плиты и необходимую анкеровку концевых участков продольной арматуры
- Количество верхней и нижней продольной арматуры в плите перекрытий (покрытия) следует устанавливать в соответствии с действующими усилиями

При этом допускается для нерегулярных конструктивных систем с целью упрощения армирования устанавливать: нижнюю арматуру одинаковой по всей площади рассматриваемой конструкции в соответствии с максимальными значениями усилий в пролете плиты; основную верхнюю арматуру принимать такой же, как и нижнюю, а у колонн и стен устанавливать дополнительную верхнюю арматуру, которая в сумме с основной должна воспринимать опорные усилия в плите

Для регулярных конструктивных систем продольную арматуру устанавливают по надколонным и межколонным полосам в двух взаимно перпендикулярных направлениях в соответствии с действующими в этих полосах усилиями

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

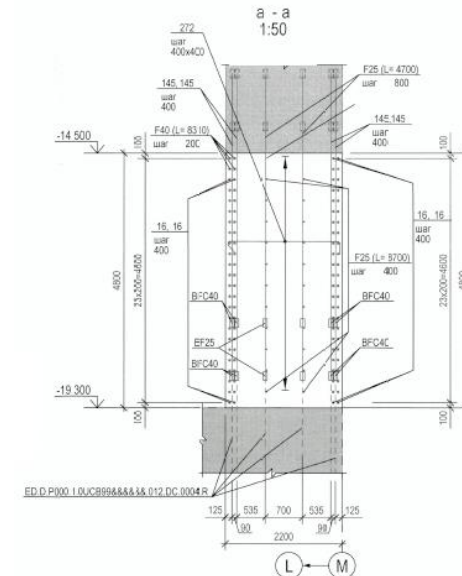
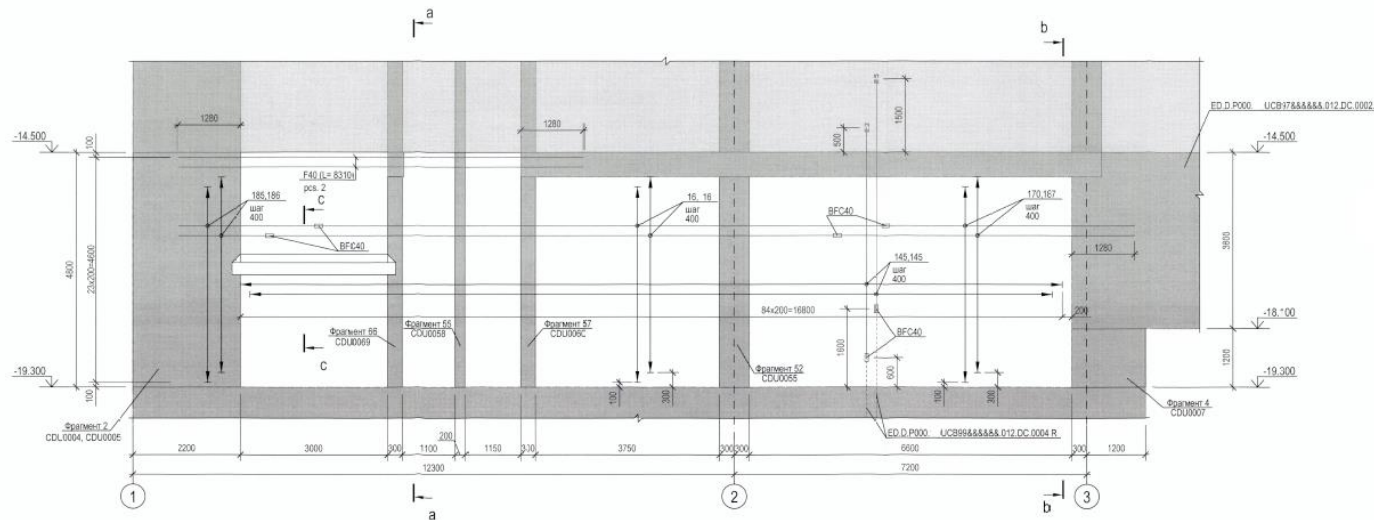


- Допускается установка части арматуры плит в виде сварных непрерывных каркасов в надколонных полосах плит в двух направлениях (скрытые балки), при этом каркасы должны быть пропущены сквозь тело колонн
- Для сокращения расхода арматуры следует выполнять установку нижней и верхней арматуры, соответствующей 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
- Узлы сопряжения строительных конструкций
- Места стыковки рабочей арматуры исходя из товарной длины арматурного проката, результатов расчета прочности и требований п.10.3.29 СП 63.13330
- Диаметры и шаг рабочей арматуры по расчету и минимальный процент армирования в соответствии с СП 63.13330
- В стенах учет требований конструктивного продольного армирования в соответствии с п.10.3.7 СП 63.13330

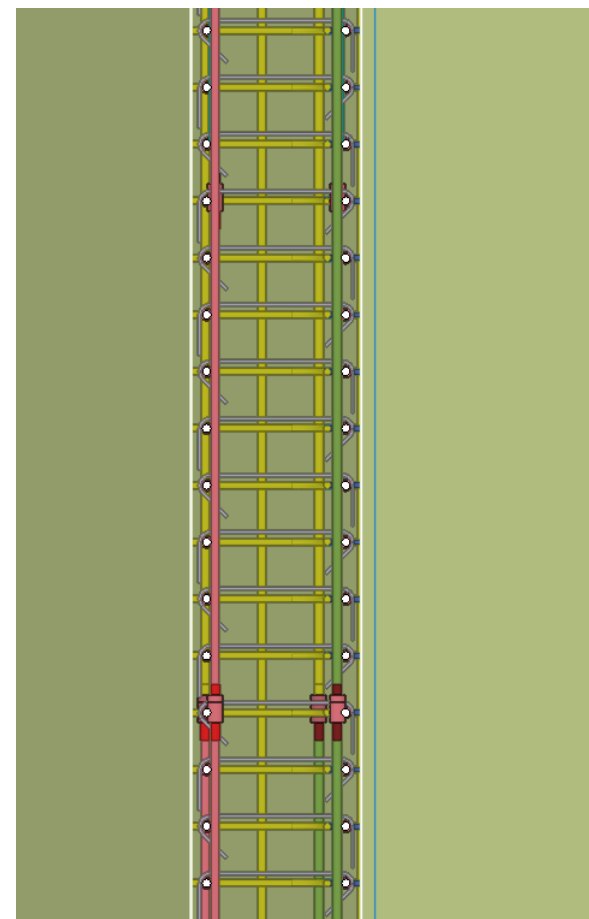
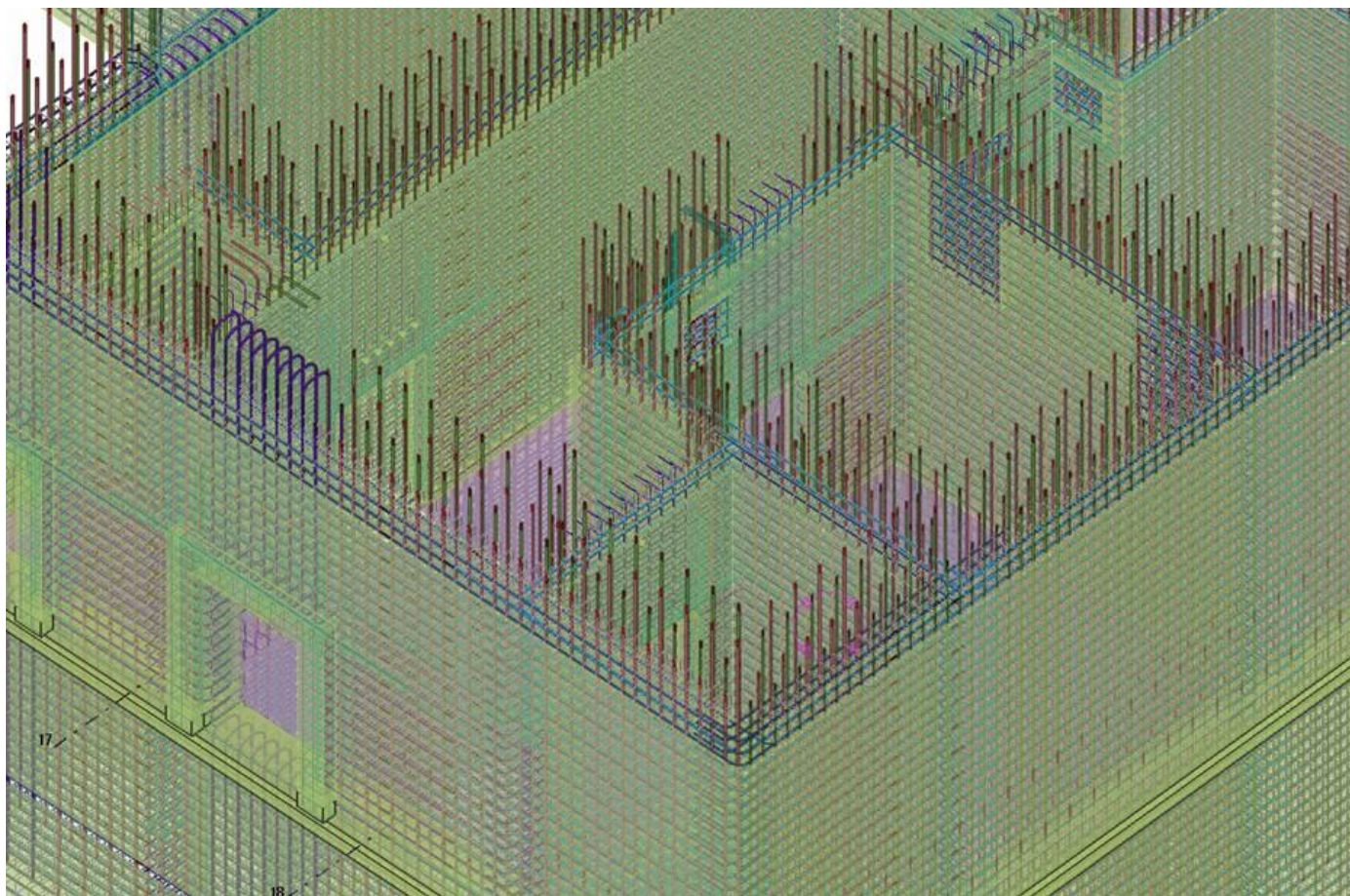
# Проанализировав расчеты прочности, мы определяем общую концепцию армирования:



- Перекрытия и покрытия армируют продольной арматуры, обеспечивающие эффективное вовлечение в работу бетона, равномерное распределение напряжений и деформаций, а также ограничение ширины раскрытия трещин между стержнями арматуры. Максимальное расстояние между вертикальными и горизонтальными стержнями, а также максимальное расстояние между поперечными связями следует принимать такими, чтобы предотвратить выпучивание вертикальных сжатых стержней и обеспечить равномерное восприятие усилий, действующих в стене
- Расчеты прочности (Количество вертикальной и горизонтальной арматуры в стене следует устанавливать в соответствии с действующими в стене усилиями. При этом предусматривают равномерное армирование по площади стены с увеличением армирования у торцов стены и у проемов.)
- СП 63.13330 п.п. 10.3.5 – 10.3.20



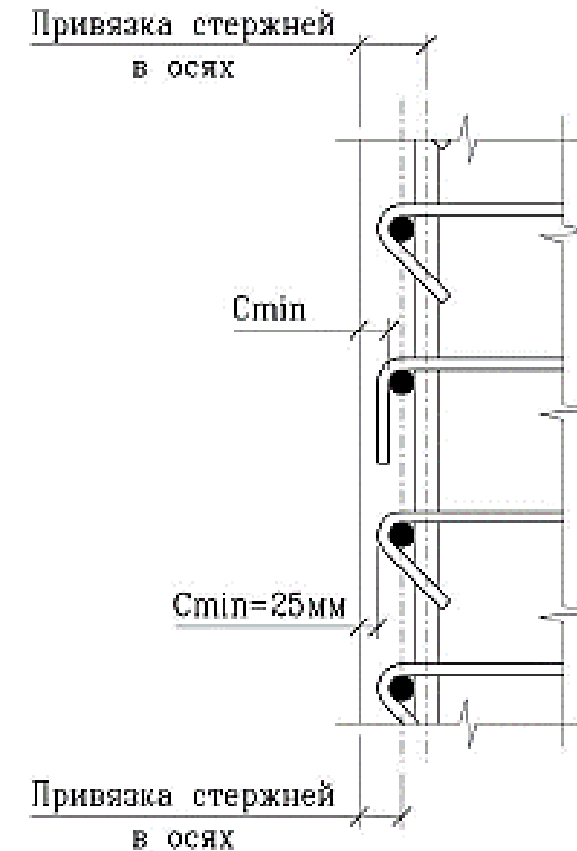
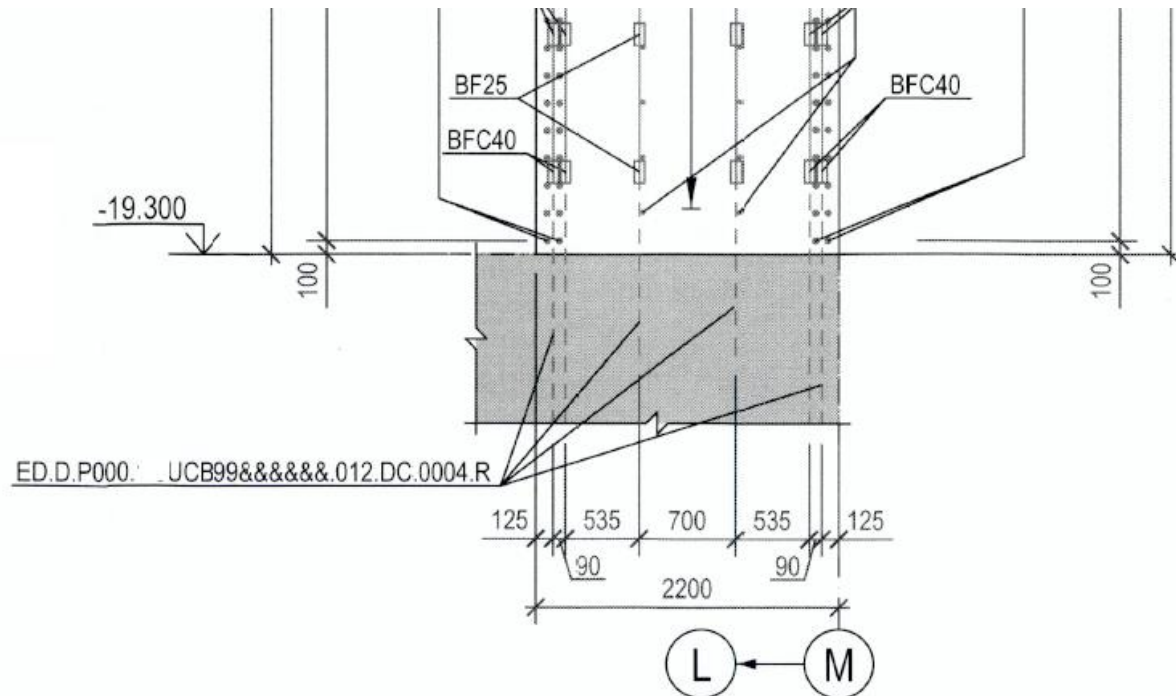




# Проанализировав расчеты прочности, мы определяем общую концепцию армирования:



- Защитные слои арматуры в строительных конструкций: п. 10.3.1 – 10.3.4

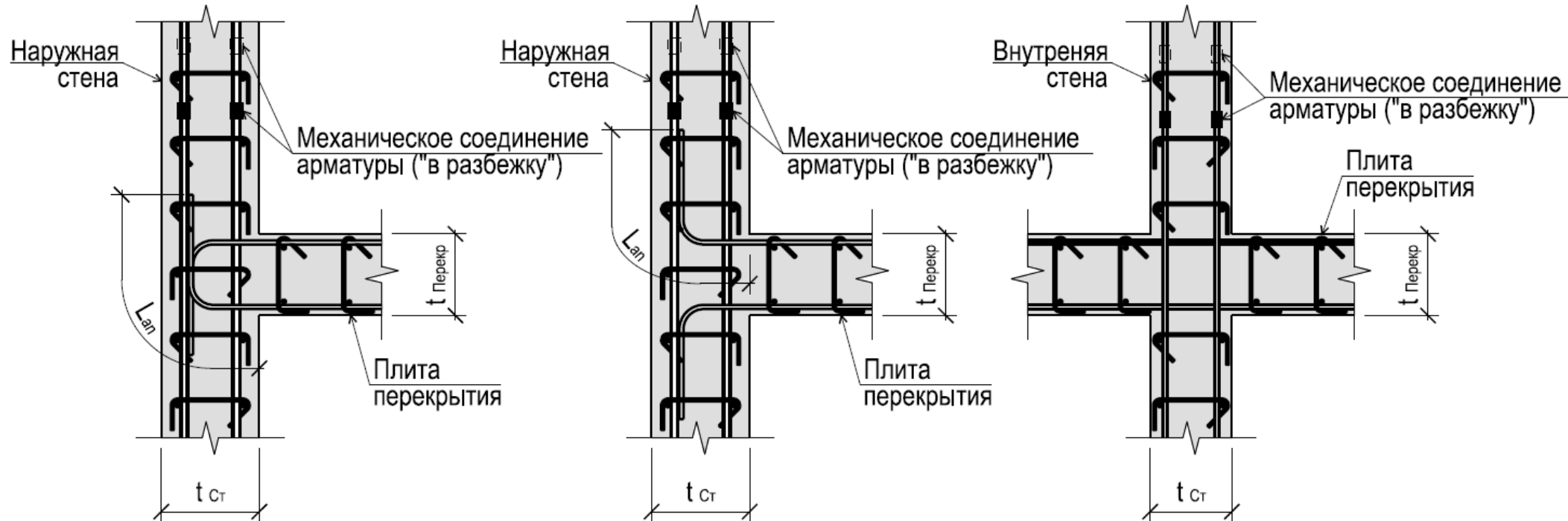




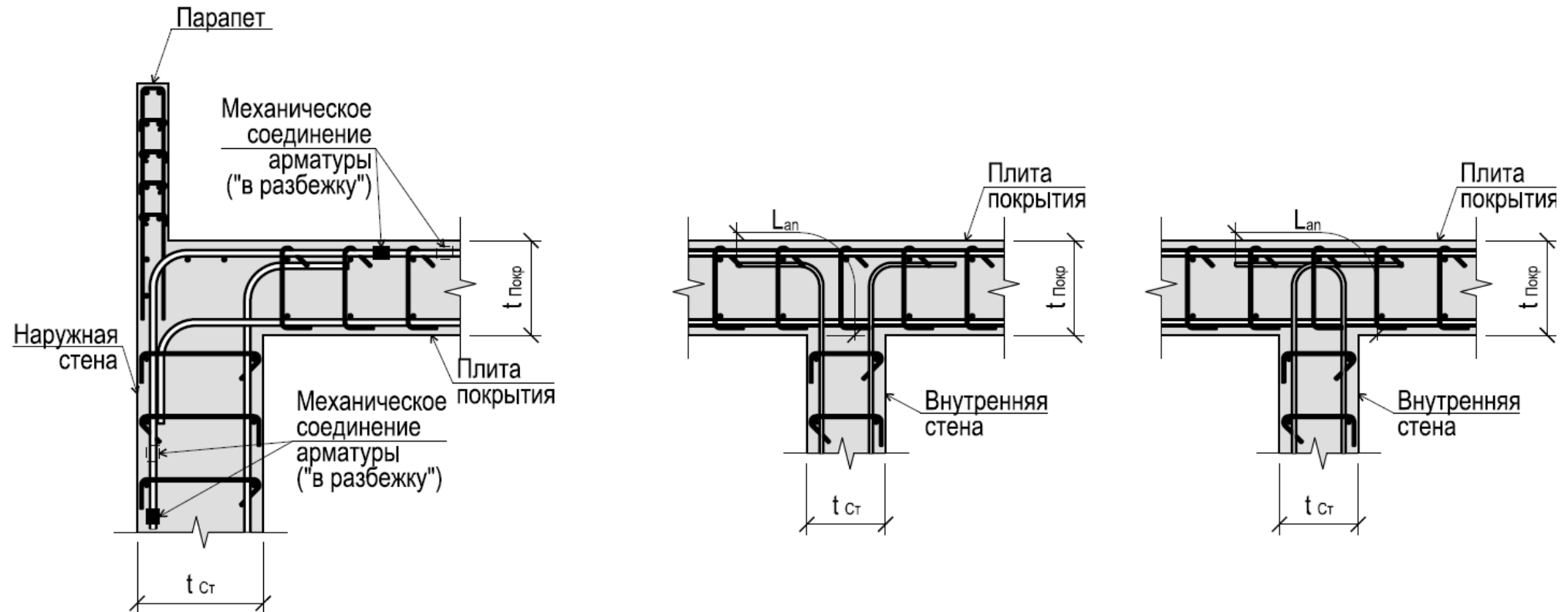
# Проанализировав расчеты прочности, мы определяем общую концепцию армирования:



- Узлы сопряжения строительных конструкций: п.п 10.3.21 – 10.3.28, п.п 10.4 СП 63.13330 , должны обеспечивать восприятие концентрированных горизонтальных усилий в узловых сопряжениях стен и покрытий/перекрытий, а также предохранять сжатые стержни в узловых сопряжениях от выпучивания и обеспечивать анкерровку концевых участков горизонтальных стержней



# Проанализировав расчеты прочности, мы определяем общую концепцию армирования:



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



- 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;
- Диаметры и шаг рабочей арматуры по расчету и минимальный процент армирования в соответствии с СП 63.13330 п.п. 10.3.6 – 10.3.10, 10.4, 11.2 количество арматуры по нижней и верхней грани перекрытий и покрытий следует устанавливать в соответствии с действующими усилиями. диаметр и шаг поперечной арматуры и минимальный процент армирования в соответствии с СП 63.13330 п.10.3.11 – 10.3.20
- В перекрытиях и покрытиях при ширине 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

# Спасибо за внимание

**Кононов Дмитрий Александрович**

Руководитель направления

**08.05.2024**

