

Это означает, что влияние сдвигового запаздывания уменьшается по мере увеличения пролета балки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТКП EN 1993-1-5–2009* (02250). Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1–5. Пластинчатые элементы конструкций (EN 1993-1-5:2006, EN 1993-1-5:2006/AC:2009, IDT). – Минск: Минстройархитектуры, 2014. – 51 с.
2. Sorensen R.K. Evaluation of shear lag in standard H-/I-sections / Ruben Krogh Sørensen. – Aalborg university esbjerg, 2013. – 64 с.
3. Szumigala M., Ciesielczyk K. Shear lag effect in the numerical experiment / Szumigala M, Ciesielczyk K – de gruyter, 2015. – 20 с.
4. Johansson B., Maquoi R., Sedlacek G., Müller C., Beg D. commentary and worked examples to EN 1993-1-5 "Plated structural elements" / B. Johansson, R. Maquoi, G. Sedlacek, C. Müller, D. Beg – Luxembourg: JRC Scientific and Technical Reports, 2007. – 228 с.
5. Dubina D. Design of Cold-formed Steel Structures / Dan Dubina, Viorel Ungureanu, Raffaele Landolfo. – Mem Martins: ECCS, 2012. – 654 с.

УДК 693.98

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА СБОРНО- МОНОЛИТНЫХ КАРКАСНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

ПЕНЯЗЬ М. А.

Белорусский национальный технический
университет Минск, Беларусь

Общие положения. Отличительной особенностью сборно-монолитных конструктивных систем является совместное использование различных элементов, которые различаются по жесткостным и прочностным характеристикам. В связи с этим, встает вопрос обеспечения их совместной работы при восприятии эксплуатационных и монтажных нагрузок. К сожалению, до настоящего времени очень часто встречаются случаи усиления монолитных

вертикальных несущих элементов из-за низкой культуры строительства, низкого контроля качества и особенностей вертикального бетонирования элементов. Применение сборных заводских изделий позволит исключить данное неблагоприятное явление.

Выбор типа сопряжения несущих конструкций предполагает выполнение всего объема расчетно-исследовательских изысканий и определения усилий, возникающих как в узлах сопряжения, так и непосредственно в несущих элементах. На основании пространственного расчета можно выполнить анализ восприятия каркасом ветровой нагрузки, которая передается через наружные стены на диски перекрытия, которые в свою очередь передают ее на вертикальные несущие элементы и далее на фундамент.

Построение расчетной модели позволит использовать результаты расчета не только для конструирования колонн и диафрагм жесткости, но и подобрать необходимое армирование монолитных дисков перекрытия с учетом их совместной работы в составе сборно-монолитного каркаса. В данном случае, основным принципом служит максимальное сохранение преимуществ монолитных зданий с уменьшением сроков возведения и обеспечением более высокого качества и надежности вертикальных несущих элементов.

Конструктивная система каркасного здания позволяет использовать наиболее гибкие объемно-планировочные решения. В сборно-монолитном каркасе сохранены все преимущества монолитных каркасных зданий позволяющих проектировать архитектурно-выразительные объекты, но использование сборных вертикальных несущих элементов, а именно железобетонных колонн и диафрагм жесткости, позволит существенно ускорить сроки возведения зданий и улучшить качество и надежность несущих конструкций.

Выполненные расчеты показали, что наибольшие значения вертикальных сжимающих усилий в колоннах достигают 3720 кН. Для данных усилий несущая способность колонн будет обеспечена за счет бетона класса С30/37 и армирования пространственным каркасом с вертикальной арматурой 4Ø32 S500.

Внутренние диафрагмы жесткости воспринимают 1320 кН/м, что позволяет обеспечить несущую способность железобетонной панели из бетона класса С25/30 с минимальным процентом армирования.

Сборно-монолитная конструктивная схема при классических сечениях колонн (400×400мм) и сохранении шагов несущих элементов (до 6000 мм) позволяет возводить здания до 25 этажей. При изменении шага колонн или при увеличении сечения колонн (500×500 мм) возможности данной конструктивной системы будут ограничены 32 этажами, при этом придется добавить диафрагмы жесткости для обеспечения восприятия пульсационной составляющей ветровых нагрузок.

Методы расчета и проектирования узлов. Плиты перекрытия – один из основных элементов в любой конструктивной системе. Учитывая особенность сборно-монолитной конструктивной системы узлы стыков плит перекрытий с внутренними стеновыми панелями и колоннами должны быть наиболее технологичные, как по заводским условиям, так и минимально трудоемкие при монтаже.

В данной конструктивной системе важным вопросом является обеспечение жесткости заделки плиты перекрытия между вертикальными диафрагмами жесткости, обеспечение необходимой анкеровки рабочей арматуры плиты перекрытия в опорной зоне, а также обеспечение надежного и технологичного узла сопряжения сборных колонн каркаса с монолитным перекрытием.

Кроме того, при опирании монолитной плиты на диафрагму жесткости, длина опорного участка равна толщине диафрагмы, а отсутствие пустот в опорной зоне способствует увеличению несущей способности данного узла. В стыке плит перекрытий и внутренних стеновых панелях, возникают опорные изгибающие моменты, что снижает расход арматуры в плите.

При сопряжении монолитной плиты перекрытия со сборной двухэтажной колонной, важным вопросом является обеспечение плотности сопряжения конструкций, исключая возможность появления воздушных пробок в зоне стыка, резко снижающих несущую способность узла.

Решение данных вопросов является определяющим для сборно-монолитной конструктивной системы. Рассмотрим данные вопросы более подробно.

Конструктивное решение монтажного узла сопряжения сборной колонны с монолитным перекрытием. Для соединения монолитного перекрытия со сборной колонной каркаса в строительстве отработаны многочисленные конструктивные решения,

отличающиеся между собою использованием в качестве поперечного армирования стержней из гладкой арматуры и арматуры периодического профиля. Так же отличия есть и в конструкции технологического отверстия в сборной колонне, количестве поперечной арматуры в зависимости от типа применяемого решения.

Можно привести анализ литературы по данному типу узла (капителям).

С позиции технологичности наиболее рациональными конструктивными решениями соединения монолитного перекрытия со сборной двухэтажной колонной каркаса являются вариант двустороннего анкера с высаженными головками на металлической перфорированной полосе и вариант в виде наклонных гнутых стержней из арматуры. Данные варианты поперечного армирования используются в строительстве зданий как в Республике Беларусь, так и за рубежом. Рассматриваемые варианты, хорошо зарекомендовали себя и проверены временем при возведении монолитных зданий и сооружений, и позволяют наглядно оценить и проанализировать принцип работы соединения и выбрать наиболее оптимальный, по расходу стали, скорости и удобству монтажа.

В обоих вариантах соединения вертикальных и горизонтальных несущих конструкций используется сборная двухэтажная колонна каркаса, изображенная на рис. 1, схему армирования интересующих нас участков которой приведены на рис. 2 и 3. В связи с этим, анализируемые виды соединения монолитного перекрытия со сборной колонной отличаются лишь принципом использования в качестве поперечного армирования стержней периодического профиля из арматуры S500 и способом установки.

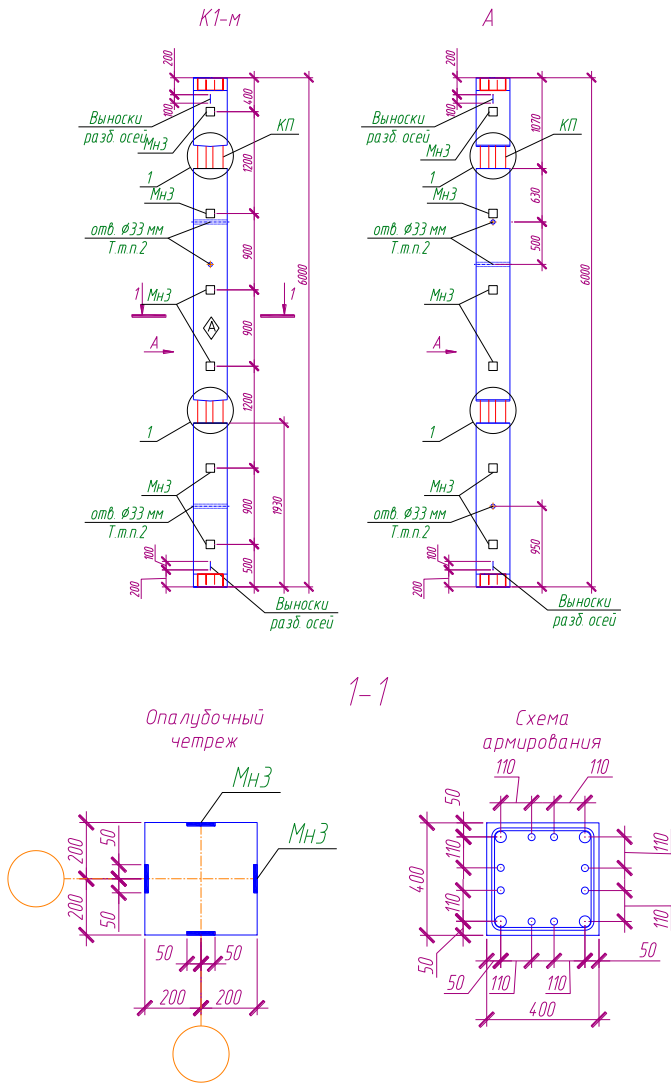


Рис. 1. Сборная двухэтажная колонна каркаса с технологическими отверстиями для пропуска монолитного диска перекрытия

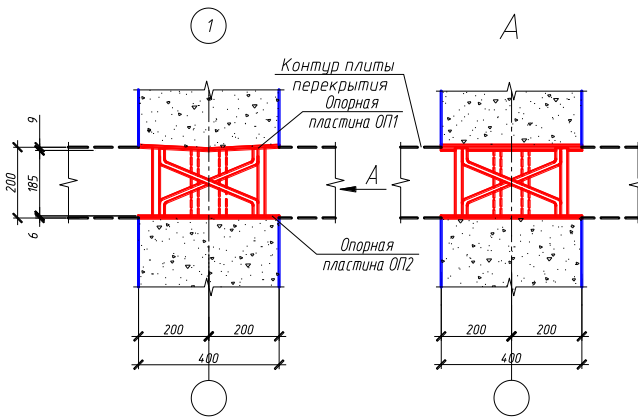


Рис. 2. Технологическое отверстие в колонне для пропуска монолитного диска перекрытия

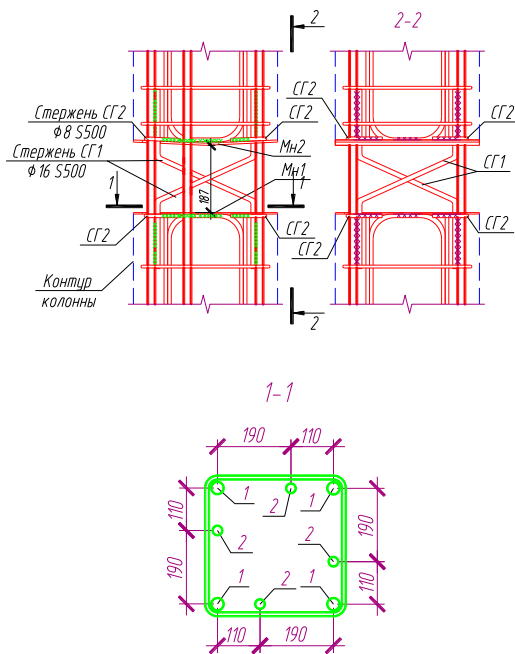


Рис. 3. Армирование колонны в уровне монолитного диска перекрытия

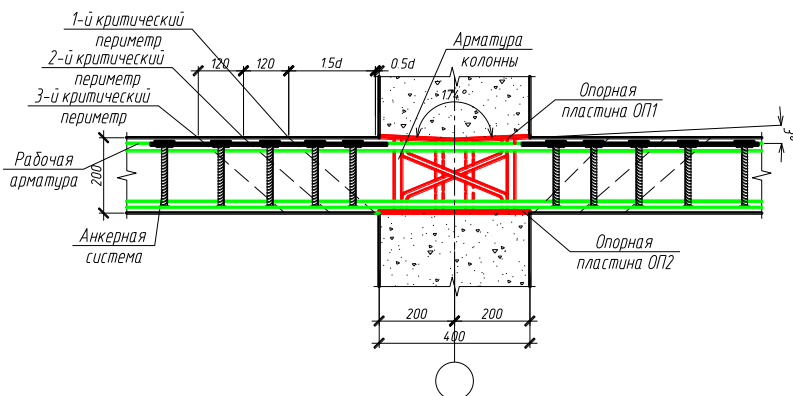


Рис. 4. Вариант 1. Армирование плиты перекрытия в опорной зоне колонны с использованием анкерной системы в виде штырей арматуры периодического профиля класса S500

В первом варианте, поперечная арматура выполнена в виде вертикально расположенных стержней арматуры S500, с двусторонними высаженными головками и металлической перфорированной полосой сверху (рис. 4). Закрепление элемента производится путем присоединения к перфорированной полосе поперечно расположенных стержней подвеса, края которого опираются на стержни рабочей арматуры диска перекрытия в опорной зоне колонны, благодаря чему, обеспечивается легкость и точность монтажа. Данный способ армирования требует налаживания производства изделий в заводских условиях.

Во втором варианте поперечное армирование выполнено в виде наклонных гнутых стержней СГ1 из арматуры периодического профиля S500, устанавливаемых после раскладки рабочей арматуры диска перекрытия в опорной зоне колонны каркаса, путем их одевания на верхние стержни арматуры и закрепления к нижним стержням вязальной проволокой (рис. 5). К достоинствам данного метода можно отнести простоту и удобство установки гнутых стержней СГ1, а также возможности их изготовления непосредственно на строящемся объекте, что не требует наладки их производства в заводских условиях. Однако, применение данного метода увеличивает расход поперечной арматуры до 30 %, ввиду изменения угла наклона стержней до 45°.

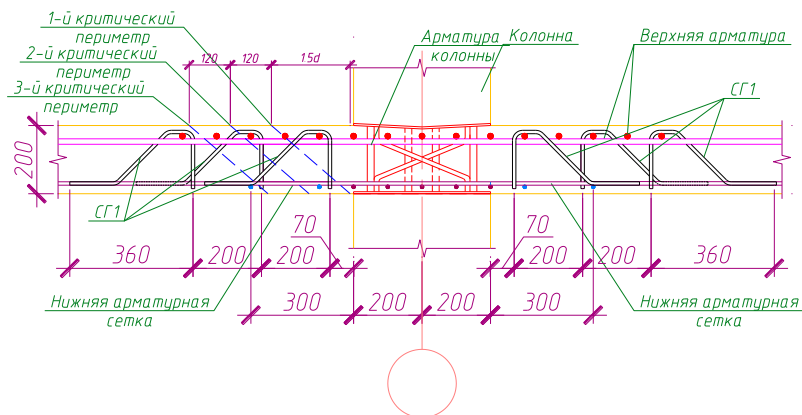


Рис. 5. Вариант 2. Армирование монолитной плиты перекрытия в опорной зоне колонны с использованием в качестве поперечной арматуры гнутых стержней СГ1 из арматуры периодического профиля класса S500

Конструктивное решение монтажного узла сопряжения внутренней сборной стеновой панели с монолитным диском перекрытия

Для соединения монолитного перекрытия с внутренней сборной стеновой панелью каркаса возможно применение разных конструктивных решений, отличающихся между собою длиной опорного участка плиты перекрытия, принципом анкеровки рабочей арматуры, а также обеспечением устойчивости внутренних несущих стеновых панелей при опирании их на монолитный диск перекрытия.

В зависимости от обеспечения анкеровки рабочей арматуры рассмотрим два варианта узла соединения монолитного перекрытия с внутренней стеновой панелью. В первом варианте длины анкеровки рабочей арматуры, загнутой в опорной зоне плиты перекрытия достаточно для восприятия возникающих на опоре усилий. Длина анкеровки в данном случае зависит от диаметра рабочей арматуры (рис. 6).

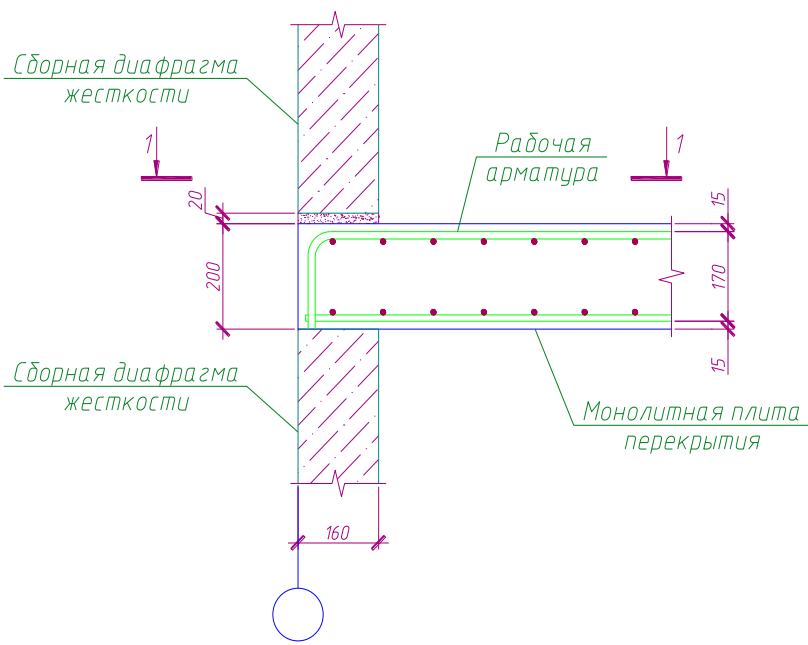


Рис. 6. Вариант 1. Стыковка сборных стеновых панелей с монолитным диском перекрытия

Во втором варианте рассмотрим случай, когда длины анкеровки рабочей арматуры недостаточно для восприятия возникающих усилий на опоре плиты перекрытия. В результате чего требуется обеспечить необходимую анкерровку путем установки дополнительных гнутых стержней П1, привариваемых к рабочей арматуре (рис. 7).

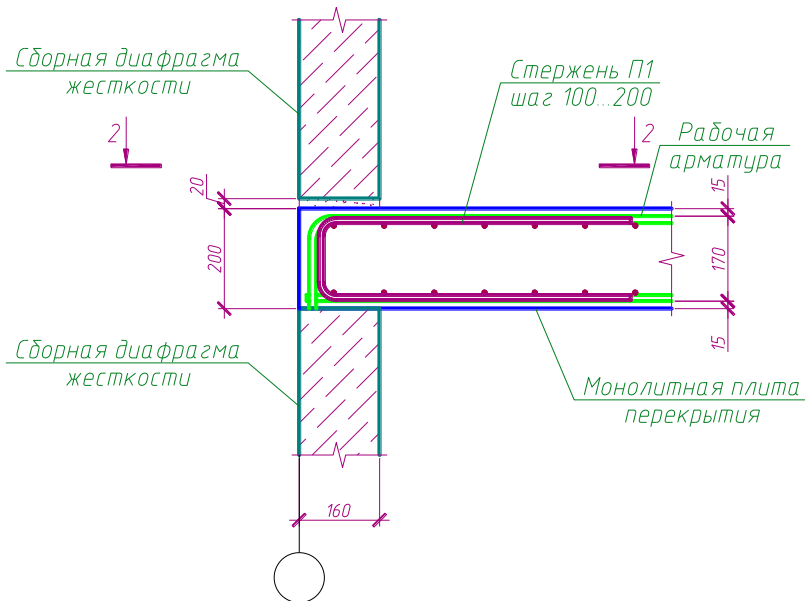


Рис. 7. Вариант 2. Опираение монолитного диска перекрытия на сборные внутренние стеновые панели

Стержень П1 устанавливается в опорной зоне плиты перекрытия с шагом, равным шагу рабочих стержней, устанавливаемых по расчету, обеспечивая надежность соединения. Площадь сечения стержней П1 учитывается при подборе арматуры плиты перекрытия.

Крепление внутренней стеновой панели к монолитному перекрытию (рис. 8) выполняется по углам вдоль нижней грани панели и в середине с шагом, устанавливаемым в зависимости от длины панели. Ориентировочное количество точек закрепления для панелей длиной от 3 до 6 м составляет 3–4 шт. соответственно. Соединительный стержень СМ1, выполнен из арматуры S240 Ø10–12 мм и устанавливается перед замоноличиванием плиты перекрытия путем приварки к загнутой рабочей арматуре. Закладная деталь внутренней стеновой панели выполнена из листовой стали С235 размером 100×100×6 мм, с двумя приваренным арматурными стержнями Ø10–12 мм. После монтажа, места соединения стеновых

панелей с плитой перекрытия обрабатываются антикоррозионными составами и заделываются раствором М100.

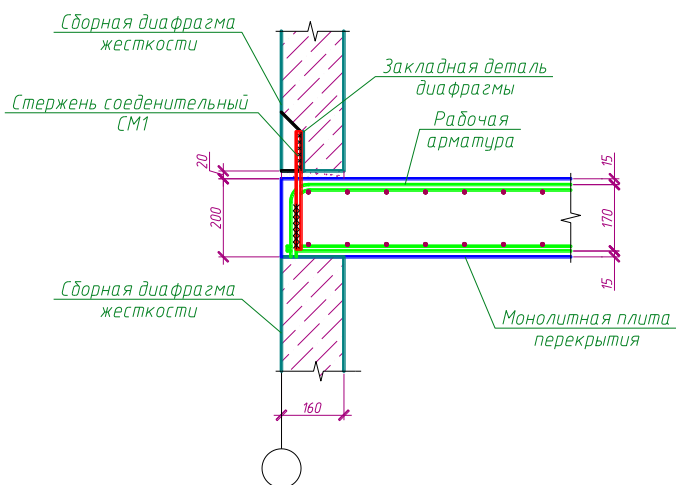


Рис. 8. Крепление низа внутренней стеновой панели при монтаже к монолитному перекрытию

Таким образом, пространственная жесткость и устойчивость здания обеспечивается устройством диафрагм жесткости, колонн, лестничных клеток, а также устройством монолитного жесткого диска перекрытия, связующего диафрагмы жесткости и колонны между собой и разделяющего здание на этажи.

Анализ конструктивных решений стыка монолитной плиты с панелями внутренних несущих стен позволяет сделать следующие выводы:

- при принятой толщине внутренних стеновых панелей 160 мм длина опорных участков монолитных плит перекрытия обеспечивается на всю толщину панели и достаточна для обеспечения устойчивости;
- несущая способность торцов плит значительно выше, чем при использовании пустотных плит;
- монолитные плиты перекрытия должны выполняются из бетона класса С25/30, С30/37, С35/45 в зависимости от.

– стыки между плитами и внутренними стеновыми панелями необходимо заделывать раствором марки не ниже М100.

– опорный момент, возникающий в местах стыковки плит с внутренними стеновыми панелями, воспринимается бетонным сечением плиты и его рабочей арматурой, и не требует разработки дополнительных конструктивных решений.

Также были исследованы варианты рамного соединения вертикальных элементов каркаса и монолитного диска перекрытия. Если для стыка сборной колонны и монолитного перекрытия решение рамного узла возможно, и оно, по своей фактической сути, отличается от монолитного узла только большей податливостью, то решение со стыком диафрагм жесткости в виде полностью рамного узла не технологично. В процессе исследования были выполнены расчеты смешанного решения, когда нижняя диафрагма жесткости соединяется рамным узлом с монолитным диском перекрытия, а верхняя диафрагма устанавливается на растворный шов и узел стыка работает как шарнирное соединение. Проведенные расчеты и анализ их результатов показало, что рамное соединение позволяет включить в работу вертикальное конструктивное армирование диафрагм жесткости, и разгрузить, а, следовательно, и уменьшить армирование пролетной части диска перекрытия прилегающего к ядру жесткости.

УДК 624.04:624.21

ОБОСНОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ ИНЕРЦИОННОЙ ПОДВИЖНОЙ НАГРУЗКЕ

СИДОРОВИЧ Е. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

За более чем вековой период, начиная с работ А.Н. Крылова (1905 г.) и С.П. Тимошенко (1912 г.), в которых было получено полное решение задачи о движении одиночного безынерционного груза по балке с равномерно распределенной массой, количество исследований и публикаций на тему о взаимодействии подвижной