

Плитная сталежелезобетонная конструкция

автор изобретения – Пекин Дмитрий Анатольевич

www: <https://инв-строй.рф>

e-mail: inv-stroy@internet.ru

тел.: +7 495 508 23 04



Название изобретения:

- Нагромождение из слов «сталежелезо...» в названии данного конструктивного решения используется для подчеркивания **принципиального** отличия от традиционных плитных железобетонных конструкций и принято по аналогии с другими более известными **сталежелезобетонными** конструкциями
- Коллеги, принимавшие участие в его дальнейшей реализации, предлагали другие названия «воротники», «решетки», «пауки»
- В п. 7.3.8 норм СП 31-114-2004 похожее конструктивное решение называется «металлические обоймы»
- В кандидатской диссертации автора использовано – «скрытые металлические капители», поскольку в начале работы не были доказаны и зафиксированы те самые принципиальные отличия

Цель изобретения:

- Главный недостаток железобетонных конструкций – это образование и раскрытие **трещин**. На опорах трещины могут провоцировать механизм хрупкого разрушения конструкции, который применительно к плитам называется **продавливанием**
- Попытки решить данную проблему с помощью поперечной или жесткой арматуры, капителей, подколонников или их сочетания часто вызывают негативные побочные последствия, снижающие технико-экономические показатели объектов строительства
- Конструктивное решение, позволяющее исключить механизм продавливания без увеличения толщины плитных конструкций, повысить **трещиностойкость** и **надежность** опорных зон

Продавливание происходит:

- При **замене** или **отказе** от устройства капителей, подколонников или жесткой арматуры
- В случае совершения **ошибок** в процессе проектирования и/или строительства, как в случае аварии на фото справа (покрытие стилобатной части здания в Москве вблизи Павелецкого вокзала)
- Когда на этапе эксплуатации не соблюдаются заданные в проекте параметры нагрузок и воздействий



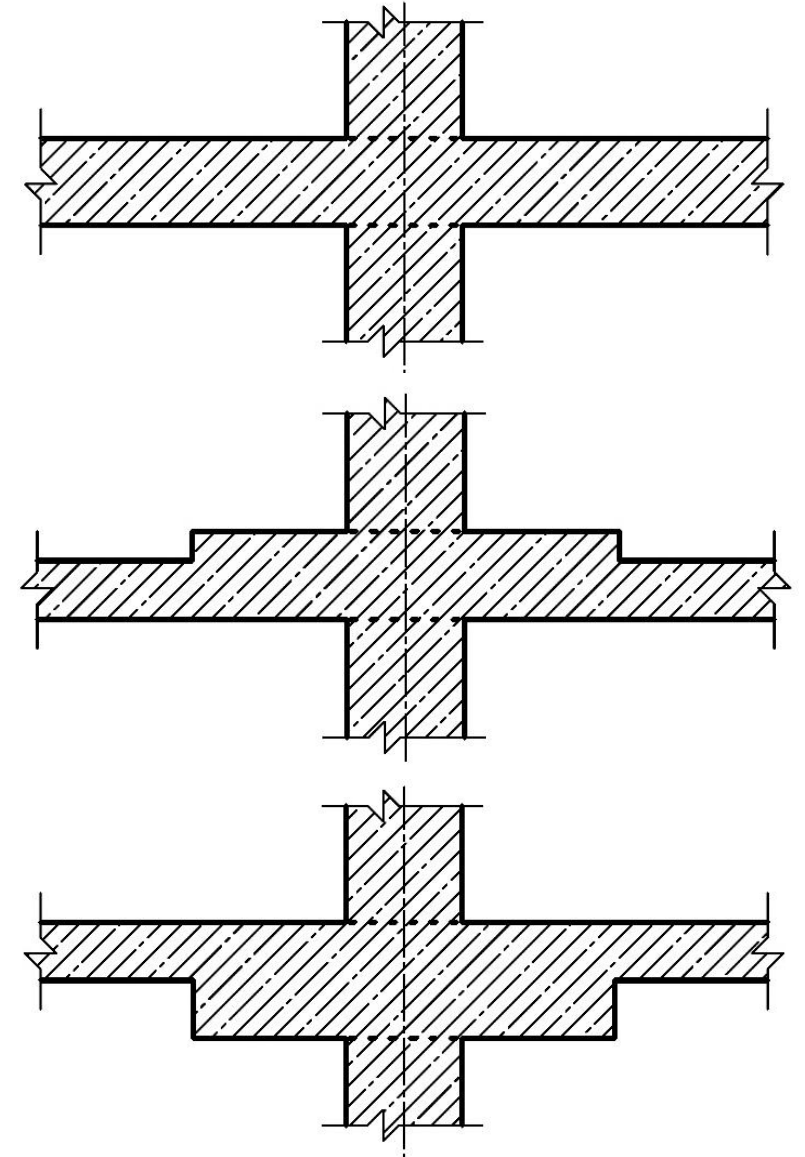
Результаты продавливания:

- Разрушение покрытия в данном случае привело к разрушению нижележащего перекрытия (верхнее фото справа)
- Аварии с тяжелыми, а иногда и с катастрофическими последствиями
- Угроза безопасности людей обусловлена **мгновенным** обрушением и весом падающих конструкций
- Всегда многократное увеличение затрат относительно стоимости разрушенных элементов и срыв сроков строительства



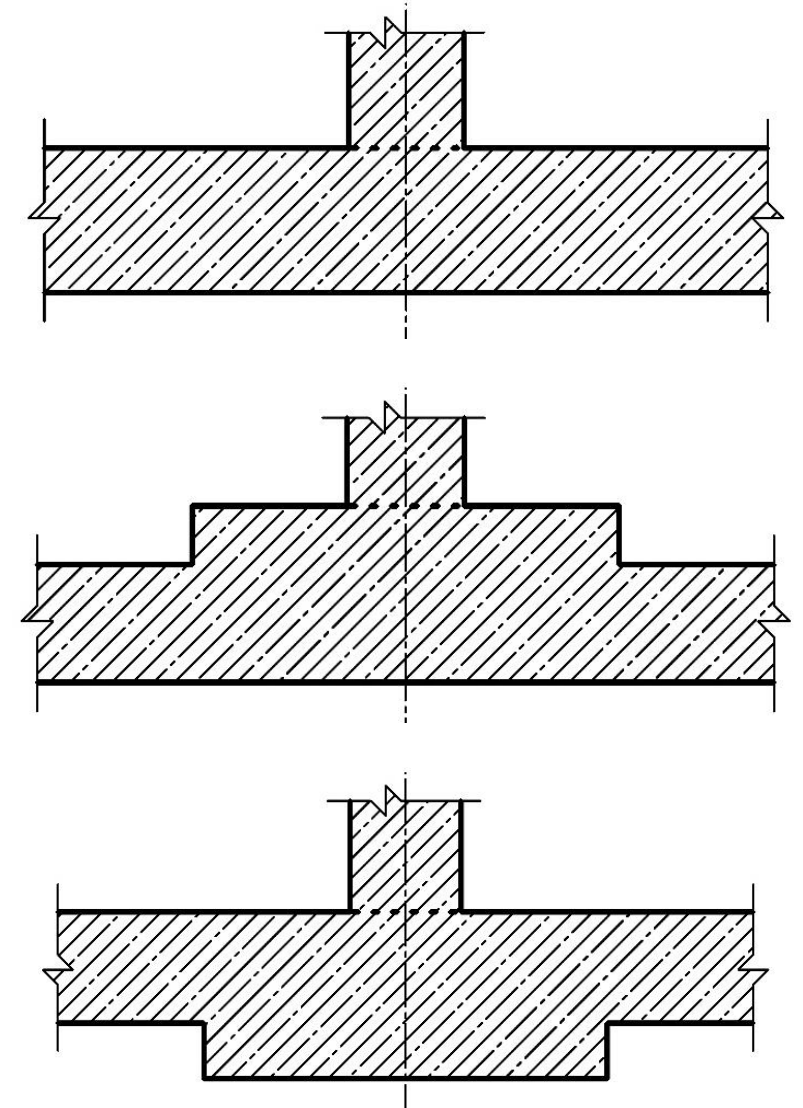
Традиционные решения для перекрытий:

- Применение плоских перекрытий на практике ограничено пролетами $\sim 8 \times 8$ м, поскольку несущая способность поперечной арматуры не должна превышать несущую способность бетона
- Капители, развитые вверх, ограничены толщиной конструкции пола, поэтому не могут принципиально изменить ситуацию
- Капители, развитые вниз, съедают **внутреннее пространство** или увеличивают высоты этажей и зданий, усложняют прокладку коммуникаций



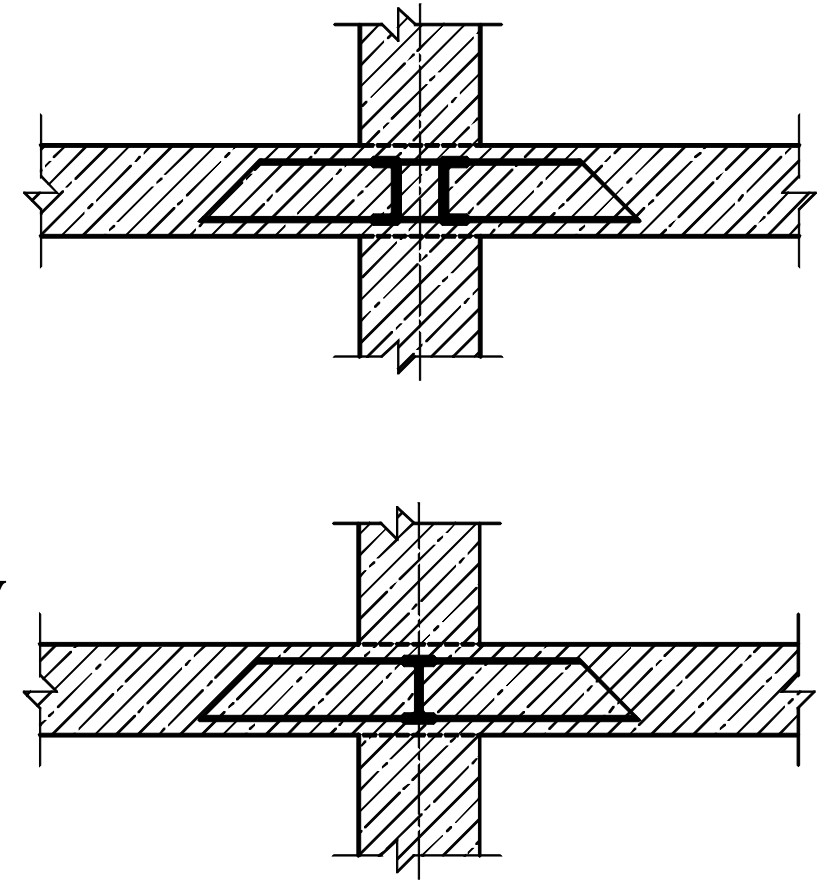
Традиционные решения для фундаментов:

- Толщина фундаментных плит и плит перекрытий обычно назначается из расчета **предотвращения** продавливания
- Рекомендации НИИОСП предлагают не учитывать **поперечную арматуру** при расчете на продавливание в связи с необходимостью повышения надежности
- Уширения в фундаментных плитах заметно **усложняют** СМР и в случае подколонников увеличивают высоту этажа и толщину конструкции пола



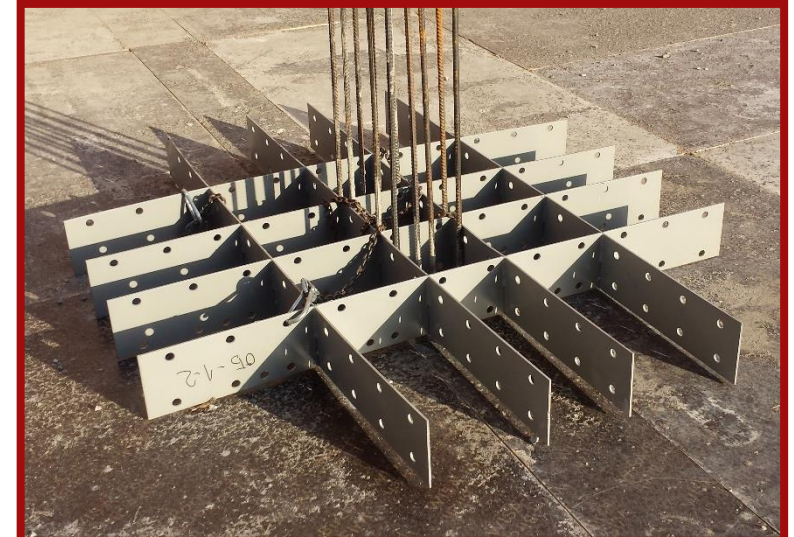
Решения с жесткой и листовой арматурой:

- Для решения проблемы продавливания может применяться жесткая арматура в виде **крестообразных элементов** из двутавров или спаренных швеллеров
- Или листовая арматура в виде отдельных не связанных между собой **Г-образных элементов**, соединяемых с продольной арматурой колонн
- Стальные элементы располагаются между **нижней** и **верхней** сетками арматуры, не позволяют снизить ее расход и не оказывают влияния на трещиностойкость и изгибную жесткость опорных зон



Суть изобретения:

- В опорных зонах плитных железобетонных конструкций предусматривается установка **решеток** из перекрестных стальных листов с отверстиями под продольную арматуру
- Стальные листы выполняются высотой, равной толщине плитной конструкции и **рассекают** тело бетона
- В листах для соединения между собой выполняются **прорези** на половину высоты элемента и **отверстия** для установки продольной арматуры



Изготовление стальных элементов:

- Прорези и отверстия в стальных листах обычно выполняются на линиях автоматизированной плазменной резки
- Стальные листы в местах пересечений соединяются между собой при помощи полуавтоматической **сварки**
- Соединение листов и арматуры между собой **не требуется**
- Изготовление стальных решеток может выполняться как на заводе, так и в условиях строительной площадки



Организация и технология строительства:

- Изготовление стальных решеток и установка продольной арматуры в проектное положение на заводе позволяет заметно повысить **технологичность СМР**
- Но не вызывает особых затруднений и при организации сборочной линии и СМР на строительной площадке
- При бетонировании рабочие швы устраиваются вдоль стальных листов, расположенных по наружному контуру, т. о. **надежность** рабочих швов за счет наличия листов в сечении заметно повышается



Особенности конструктивного решения:

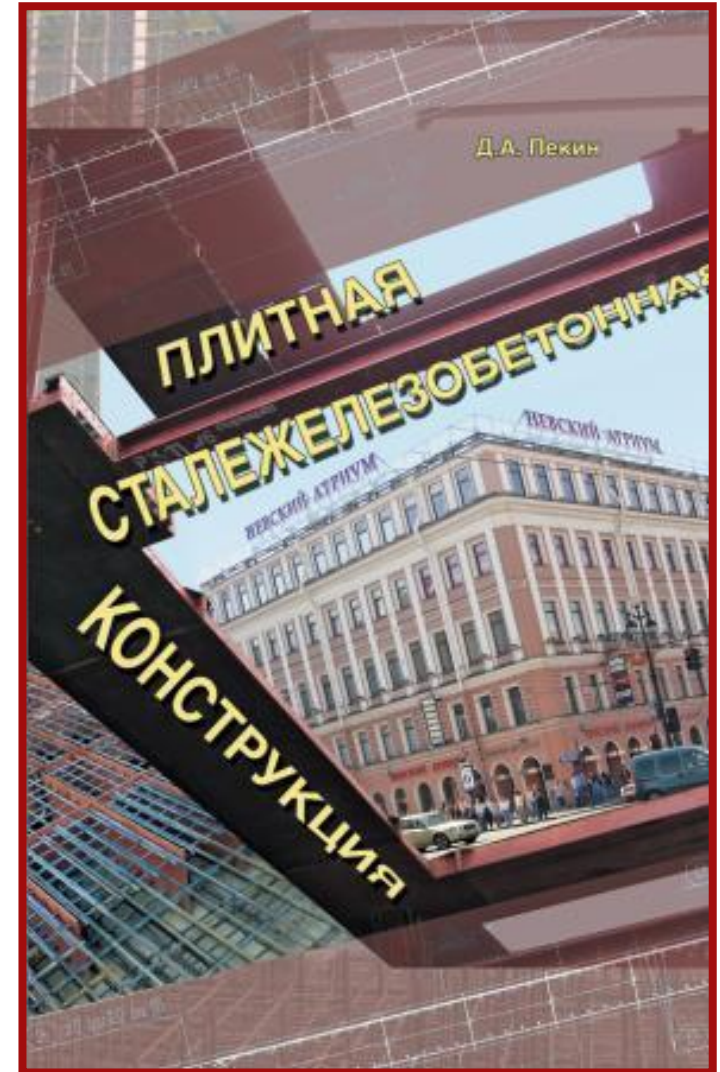
- Совместная работа всех компонентов конструкции: бетон – «**ткани**», арматура – «**мышцы**» и стальная решетка – «**скелет**», достигается за счет сил **трения** без дополнительных мероприятий и обеспечивается вплоть до разрушения
- Существенное увеличение **изгибной жесткости** опорных зон по сравнению с традиционными решениями или другими скрытыми стальными элементами после раскрытия трещин
- Продольная арматура в опорных зонах не может потерять **проектного положения**, что очень важно для неразрезных многопролетных конструкций
- Заранее известное положение основных **нормальных трещин**

Преимущества конструктивного решения:

- Существенное уменьшение **толщины** плиты в опорных зонах и невозможность возникновения продавливания
- Вклад стальных **листов** совместно с бетоном в несущую способность на **изгиб** сопоставим с вкладом продольной **арматуры**, что позволяет существенно снизить ее расход
- Увеличение **трещиностойкости** за счет разделения трещины на две части – с каждой стороны от листа и возможность снижения общего количества продольной арматуры
- Заметное снижение влияния прочности **бетона** на несущую способность опорных зон плитных конструкций

Теоретические исследования и обоснование:

- В монографии **«Плитная сталежелезобетонная конструкция»** приведены первоочередные результаты теоретических исследований и обоснование возможности применения предложенного конструктивного решения для широкого класса строительных задач
- Разработана новая **методика расчета**, позволяющая определять и учитывать фактические значения изгибающих моментов с учетом сложного напряженного состояния опорных зон



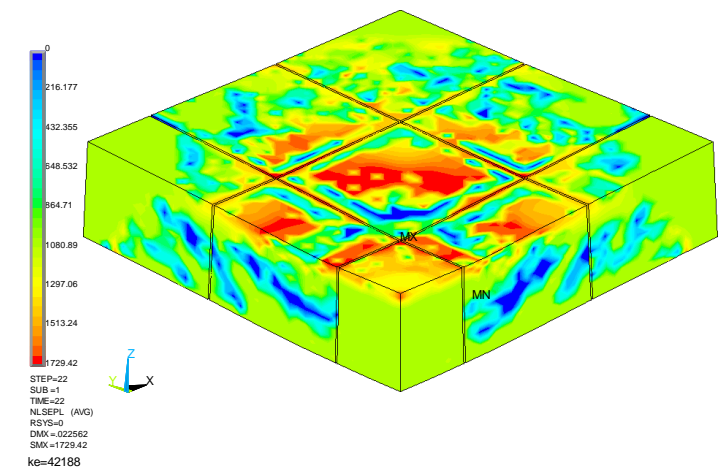
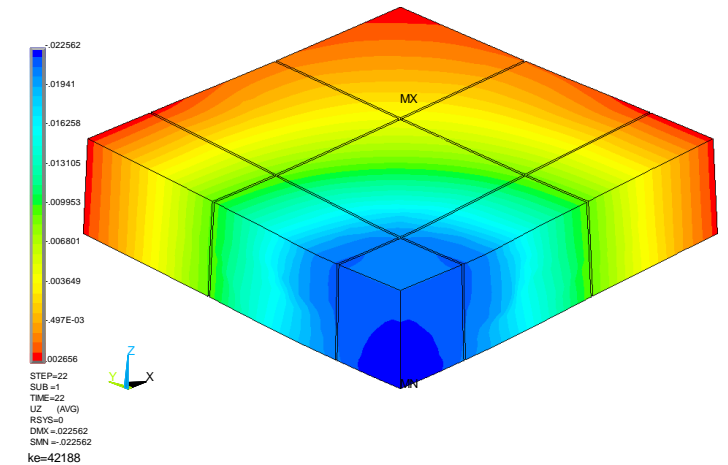
Научно-экспериментальные исследования:

- В диссертации «Несущая способность опорных зон монолитных железобетонных безбалочных перекрытий, усиленных скрытыми металлическими капителями» продолжены теоретические исследования и приведены результаты экспериментов, подтверждающих соответствие расчетных и опытных данных
- Методика расчета позволяет с точностью до **5%** в запас определить разрушающую нагрузку и соответствие 1-му и 2-му предельным состояниям



Контроль расчетной процедуры:

- По результатам исследований используется трехступенчатая независимая процедура выполнения расчетного обоснования:
 - Расчет с использованием плоских конечных элементов в упругой стадии в линейной постановке
 - Расчет фрагментов с использованием объемных конечных элементов в упругой стадии в линейной постановке
 - Расчет фрагментов с использованием объемных конечных элементов в пластической стадии в нелинейной постановке (рис. справа) с учетом неупругой работы бетона и стали, образованием и раскрытием трещин



Оценка профильных специалистов:

- Диссертация подготовлена в **ЦНИИПромзданий** под руководством д.т.н., проф. Трёкина Николая Николаевича
- Защищалась в диссертационном совете **НИИСФ** в составе д.т.н.: Карпенко Николая Ивановича, Крылова Сергея Борисовича и других авторитетных специалистов в области железобетона
- Первый оппонент по диссертации – д.т.н., главный научный сотрудник **НИИЖБ** Мухамедиев Тахир Абдурахманович
- На автореферат получены **10 положительных** отзывов от **7 д.т.н.** и **3 к.т.н.** (при достаточных 3-х отзывах)

Область применения:

- Безбалочные (плоские) плиты перекрытий и покрытий с пролетами **более 8 м**
- Безбалочные (плоские) плиты перекрытий и покрытий с пролетами **менее 8 м** и равномерно распределенными нагрузками **более 2 тс/м²**
- Опорные зоны многопролетных неразрезных кессонных перекрытий и покрытий
- Фундаментные плиты и столбчатые фундаменты
- Свайные плитные и столбчатые ростверки
- Любые другие железобетонные конструкции, в которых возникает проблема продавливания

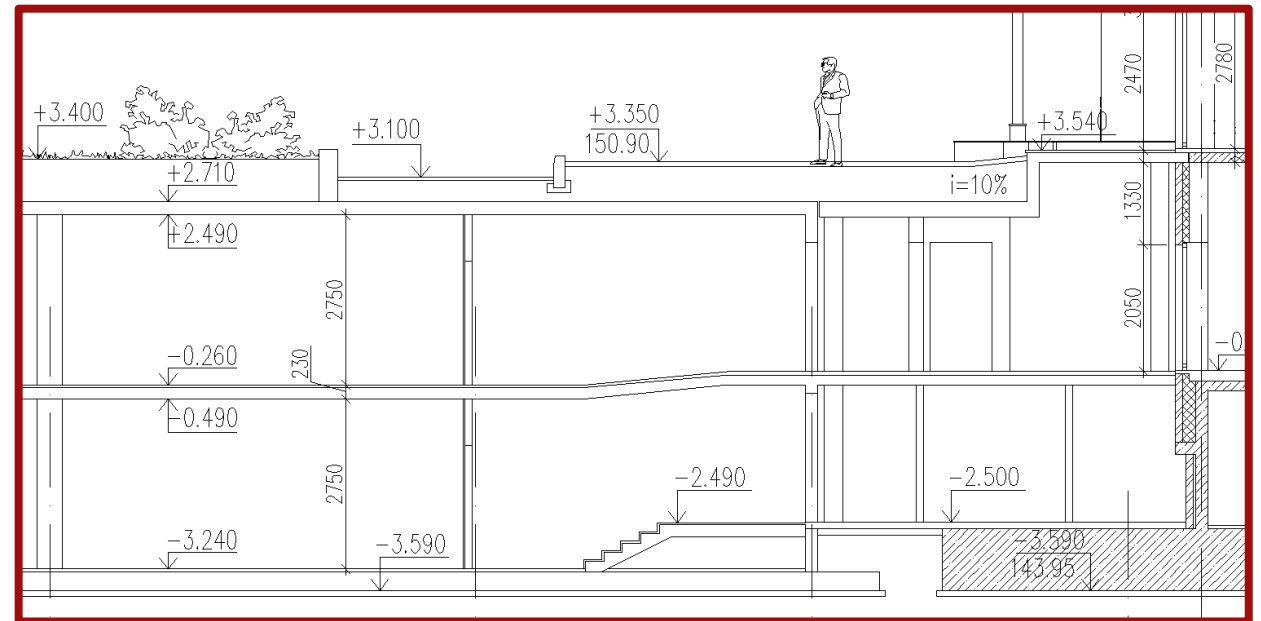
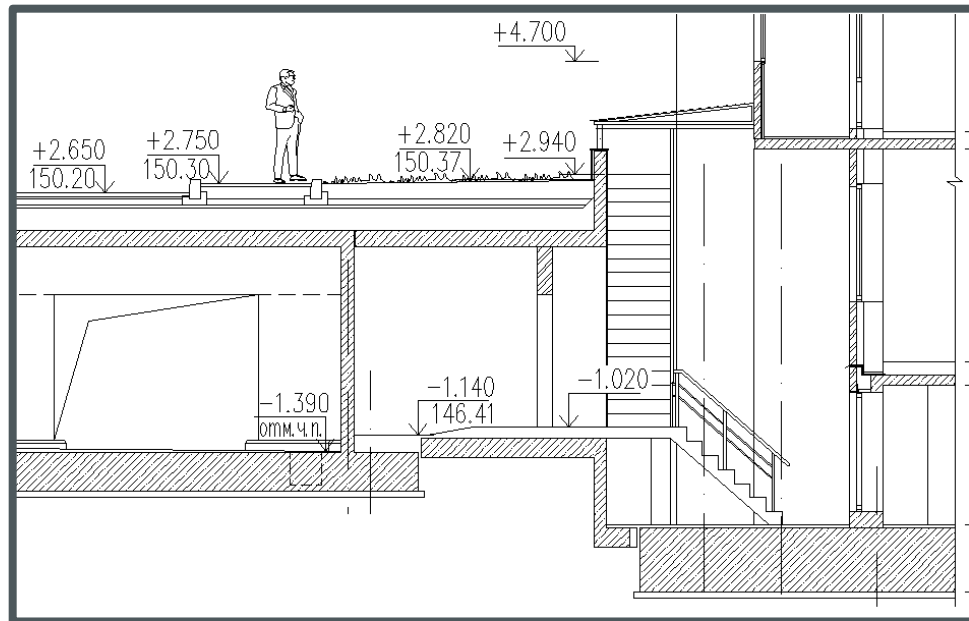
Пример 1. Многофункциональное здание в Москве

- Сталежелезобетонная фундаментная плита позволила уменьшить толщину с **600** до **400** мм при сетке колонн от 8×9 до $7,5 \times 9,7$ м и вертикальной нагрузке до ~ 800 тс, сократив расход железобетона на ~ 2000 м³ при площади плиты ~ 10000 м²



Пример 2. Подземная автостоянка в Подмосковье

- **Вариант 1** – Снижение общего расхода железобетона на **~3000 м³**
- **Вариант 2** – Сохранение общего расхода железобетона и стали при устройстве дополнительного этажа и увеличении м/м с **276 до 524 ед.**
- Для реализации заказчиком выбран **Вариант 2**



Пример 2. Фундаментная плита

- Сталежелезобетонная фундаментная плита позволила уменьшить толщину с **600** до **300** мм при сетке колонн от $5,1 \times 5,45$ до $6,9 \times 6,9$ м, сократив расход железобетона на **~2580** м³



Пример 2. Плиты перекрытия и покрытия

- Сталежелезобетонные плиты перекрытия (180 мм) и покрытия (240 мм) при сетке колонн от 5,1×5,45 до 6,9×6,9 м позволили добавить еще один этаж и увеличить м/м с **276** до **524** ед.



Другие успешные примеры реализации:

- Фундаментная плита 16-ти этажного жилого дома с нежилыми помещениями и подземной автостоянкой по адресу: Москва, ул. Наличная
- Фундаментная плита и плиты перекрытий торгово-выставочного центра с подземной автостоянкой по адресу: Тула, ул. Арсенальная
- Фундаментная плита и плиты перекрытий офисно-складского комплекса по адресу: Московская область, д. Николо-Хованское
- Фундаментная плита и плита покрытия подземной автостоянки многоэтажного жилого дома по адресу: Московская обл., г. Чехов
- Плиты перекрытий торгового центра по адресу: г. Калуга, ул. Болдина
- Общая выгода от применения данного КР – более **300** млн. руб.

Способ взаимодействия:

- При необходимости повысить эффективность принятых в проекте железобетонных конструкций или для разработки проекта КР «с нуля» заказчик направляет исходные данные и контакты
- Бесплатно получает экспресс-оценку принятых в проекте конструктивных решений и параметры возможного применения **Плитной сталежелезобетонной конструкции**
- По результатам рассмотрения нашего предложения заказчик принимает решение о дальнейшем сотрудничестве в виде разработки детальной **концепции КР** (затраты на подобную работу сопоставимы с **месячной** з/п главного конструктора)
- После рассмотрения концепции КР, ТЭП конструкций и нашего КП на корректировку или разработку проектной и рабочей документации заказчик принимает решение о необходимости дальнейшего сотрудничества

Автор изобретения – Пекин Дмитрий Анатольевич:

- 1995-2000: МГСУ (МИСИ),
Факультет – ТЭС, Специальность – ПГС
- 2000-2003: МГСУ (МИСИ),
Кафедра Металлических конструкций, Аспирант
- 2012-2016 и 2019-по наст. время : ЦНИИПромзданий,
Отдел конструктивных систем, Соискатель, Канд. техн. наук и
Докторант
- Начало карьеры с 1998: техник-конструктор, инженер-
конструктор, ..., главный конструктор с 2010 года в сторонних
проектных, строительных и девелоперских организациях,
основатель и владелец ООО «ИНВ-Строй»

Научно-исследовательская работа:

- Монография. Плитная сталежелезобетонная конструкция // Научное издание / Д.А. Пекин. – М.: Изд. АСВ, 2010. – 440 с.
- Монография. Несущая способность опорных зон монолитных железобетонных безбалочных перекрытий, усиленных скрытыми металлическими капителями // Диссертация на соискание степени канд. техн. наук / Д.А. Пекин. – М.: 2017. – 230 с.
- Статья. Влияние изгиба на механизм продавливания опорной зоны железобетонной плиты / Д.А. Пекин // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – №10. С.20-28.
- И др. статьи и публикации, а также ряд патентов

Спасибо за уделенное время и внимание!

В большинстве случаев нам удастся повысить
эффективность Ваших железобетонных конструкций!
Разрешите доказать это на Вашем конкретном примере!
Направляйте исходные данные по электронной почте:

www: <https://инв-строй.рф>

e-mail: inv-stroy@internet.ru

тел.: +7 495 508 23 04

