



• ЦНИИПРОМЭДАНИЙ •

Реферат-презентация для участия в конкурсе РААСН

Подземная парковка многоэтажного жилого комплекса «Чайка»

по адресу: Московская область, г. Железнодорожный, ул. Главная

www: <https://инв-строй.рф>

e-mail: inv-stroy@internet.ru

тел.: +7 495 508 23 04

Пекин Д.А., Трекин Н.Н.



ИНВ-Строй

Аннотация

Номинация – за лучшую научно-исследовательскую и/или проектно-конструкторскую разработку в области строительства

Описание проекта (работы): переработка конструктивных решений здания подземной парковки жилого комплекса, позволившая встроить дополнительный этаж, увеличив общее количество м/м с 276 до 524 ед., и сохранить первоначальный общий расход железобетона, принятый для одноуровневой подземной парковки, выполненная под руководством главного конструктора ООО «ИНВ-Строй» Пекина Д.А., к.т.н. и при участии его научного руководителя Трекина Н.Н., д.т.н., проф.

Основание для выдвижения проекта (работы): проектно-конструкторская разработка на основе ранее выполненной научно-исследовательской работы в области строительства, в результате которой получен значительный экономический и социальный эффект

Объемно-планировочное решение здания:

- Подземная парковка, встроенная между 4-я жилыми корпусами
- Первоначальное количество этажей – 1
- Первоначальная высота этажа – 3,5 м
- Сетка колонн – 5,1×5,6; 5,1×6,6; 6,6×6,6 м
- Первоначальное общее количество машино-мест – 276
- Количество въездов-выездов – 3
- Габариты в плане ~150×65 м
- Пятно застройки ~10 тыс. м²
- Три пожарных отсека по ~50×65 м
- Планируемая стоимость 1 м/м для покупателей – 1,8 млн. руб.

Первоначальные конструктивные решения:

- Рамно-связевая схема каркаса
- Этажность – **1**, общая высота этажа – **3,5** м
- Три температурных блока по $\sim 50 \times 65$ м с осадочными швами
- Фундаментные плиты толщиной **600** мм
- Пилоны толщиной 200 мм, высотой **2,5** м
- Ригели в поперечном направлении сечением **200×1000(h)** мм
- Плита покрытия в уровне ригелей – **250** мм
- Перепад по высоте между заложением фундаментных плит жилых корпусов и подземной парковки – **1,57** м
- Общий расход железобетона на несущие конструкции \sim **8500** м³

Альтернативные конструктивные решения №1:

- Связевая схема каркаса с ядрами жесткости
- Этажность – **1**, общая высота этажа – **3,04** м
- Три температурных блока по $\sim 50 \times 65$ м с осадочными швами
- Фундаментные плиты с листовой арматурой толщиной **300** мм
- Колонны сечением 300×500 ; 300×600 ; 400×600 мм, высотой **2,8** м
- Сетка колонн – $5,1 \times 5,45$; $5,1 \times 6,9$; $6,9 \times 6,9$ м
- Безбалочная плита покрытия с листовой арматурой – **240** мм
- Перепад по высоте между заложением фундаментных плит жилых корпусов и подземной парковки – **2,03** м
- Общий расход железобетона на несущие конструкции \sim **5500** м³

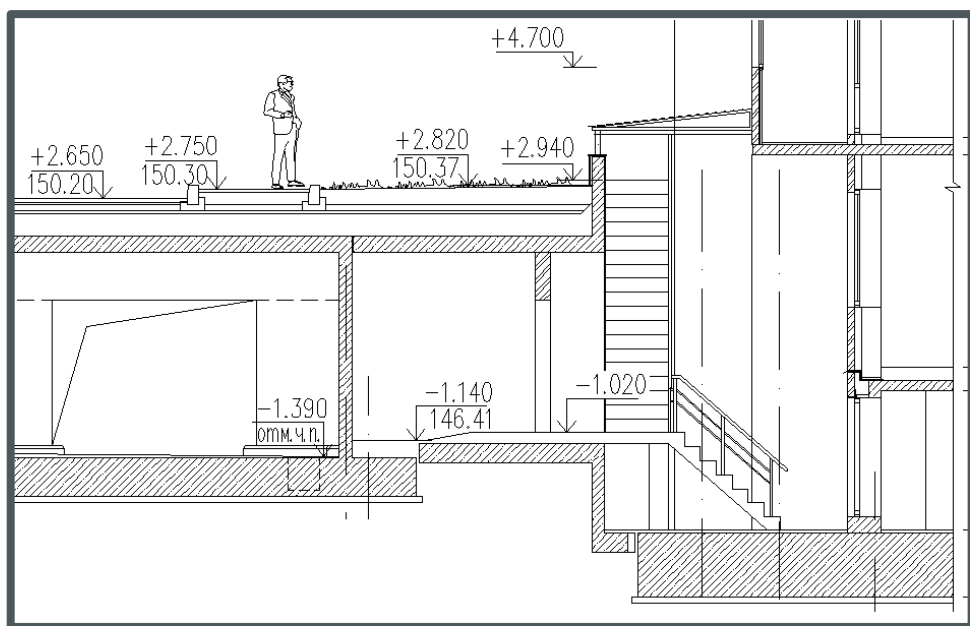
Альтернативные конструктивные решения №2:

- Связевая схема каркаса с ядрами жесткости
- Этажность – **2**, общая высота этажей – **2,98** и **3,04** м
- Три температурных блока по $\sim 50 \times 65$ м с осадочными швами
- Фундаментные плиты с листовой арматурой толщиной **300** мм
- Колонны сечением 300×500 ; 300×600 ; 400×600 мм, высотой 2,8 м
- Сетка колонн – $5,1 \times 5,45$; $5,1 \times 6,9$; $6,9 \times 6,9$ м
- Безбалочная плиты с листовой арматурой – **180** и **240** мм
- Перепад по высоте между заложением фундаментных плит жилых корпусов и подземной парковки – **0,0** м
- Общий расход железобетона на несущие конструкции \sim **8500** м³

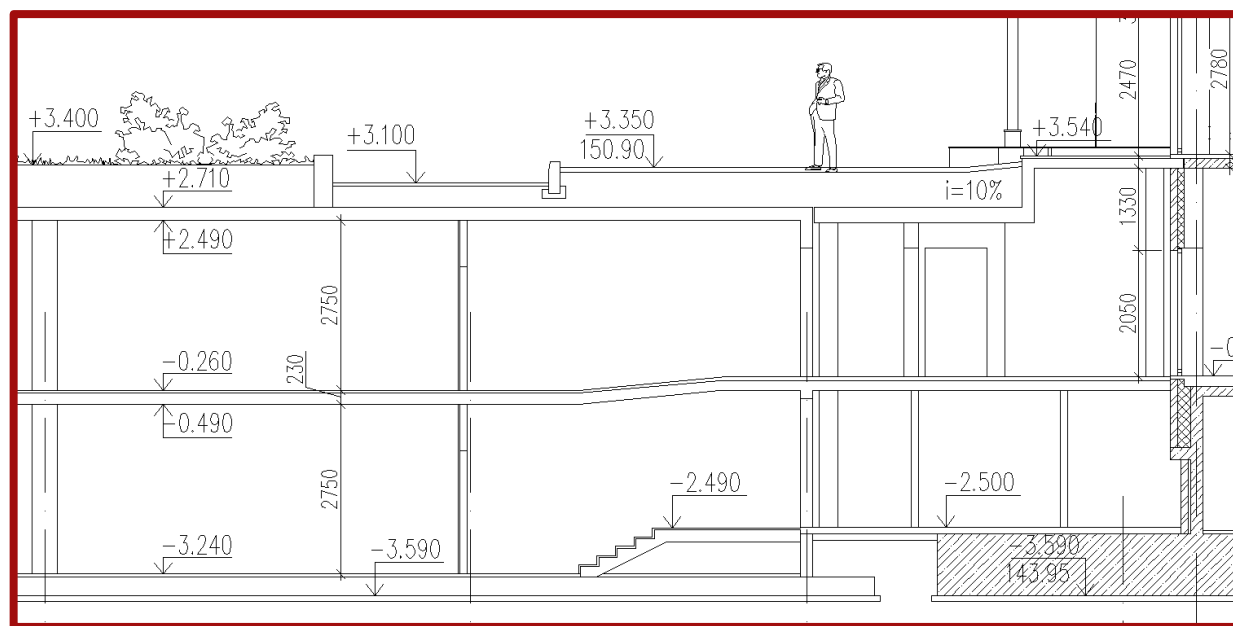
Выбор альтернативного решения:

- **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 был выбран **Вариант 2**



Первоначальное решение



Выбранное альтернативное решение

Конструктивное решение фундаментной плиты

- С листовой арматурой позволило снизить 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**



Конструктивное решение плит перекрытия и покрытия

- С листовой арматурой позволило принять толщины 180 и 240 мм, соответственно, и при сетке колонн от 5,1×5,45 до 6,9×6,9 м добавить еще один этаж и увеличить число м/м с **276** до **524** ед.



Конструктивные решения реализованы на основе:

- Внедрения патентов на изобретение №2457302 «Плитная строительная конструкция», авторы Пекин Д.А., Прилуцкий О.Г., заявка № 2011108708» и полезную модель №73891 «Плитная железобетонная конструкция», авторы Пекин Д.А., Мочалов А.Л., заявка №2006133624
- Теоретических исследований, проведенных Пекиным Д.А., в монографии «Плитная сталежелезобетонная конструкция // Научное издание / Д.А. Пекин. – М.: Изд. Ассоциации строительных вузов, 2010. – 440 с.»
- И научно-экспериментальных исследований, проведенных Пекиным Д.А., в диссертации на соискание степени к.т.н. «Несущая способность опорных зон монолитных железобетонных безбалочных перекрытий, усиленных скрытыми металлическими капителями», выполненной под руководством проф., д.т.н. Трекина Н.Н.

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 Пекина Д.А. использовано название – «скрытые металлические капители», поскольку обосновывалась возможность применения данного конструктивного решения для плит перекрытий и покрытий

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:

- 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)
- При **замене** или **отказе** от устройства капителей, подколонников или жесткой арматуры
- Когда на этапе эксплуатации не соблюдаются заданные в проекте параметры нагрузок и воздействий



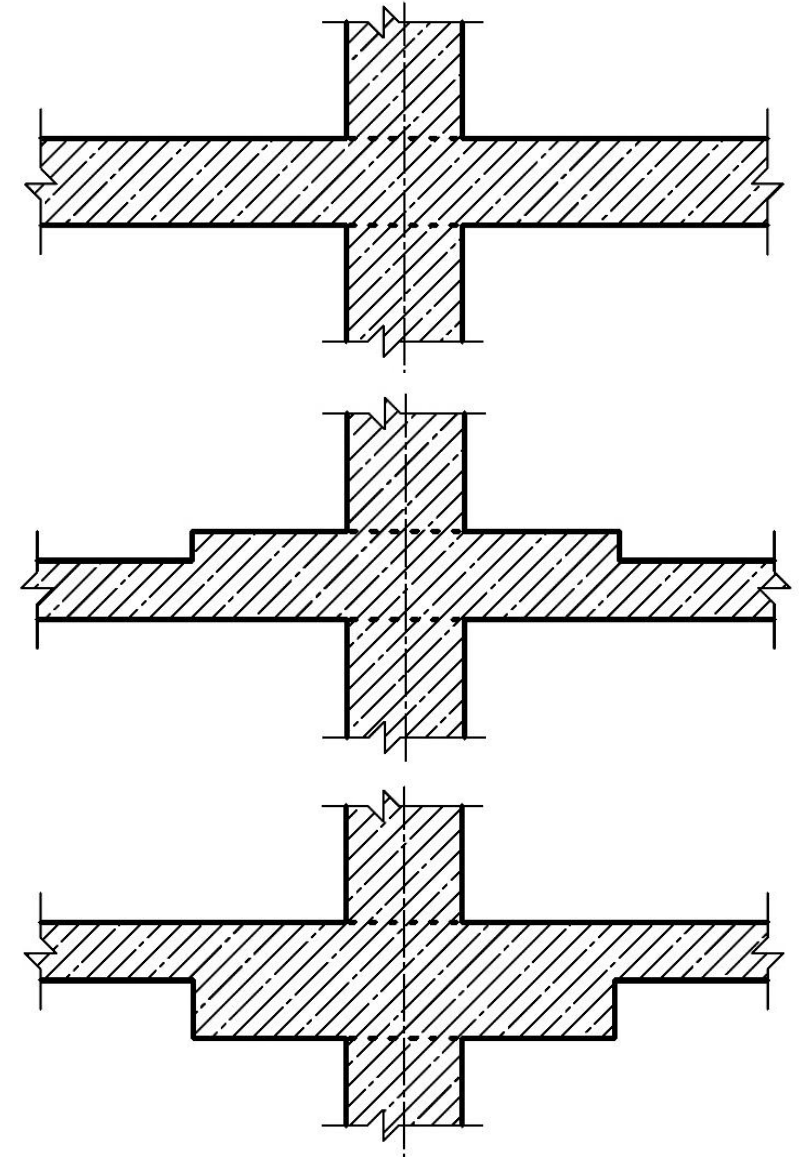
Результаты продавливания:

- 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



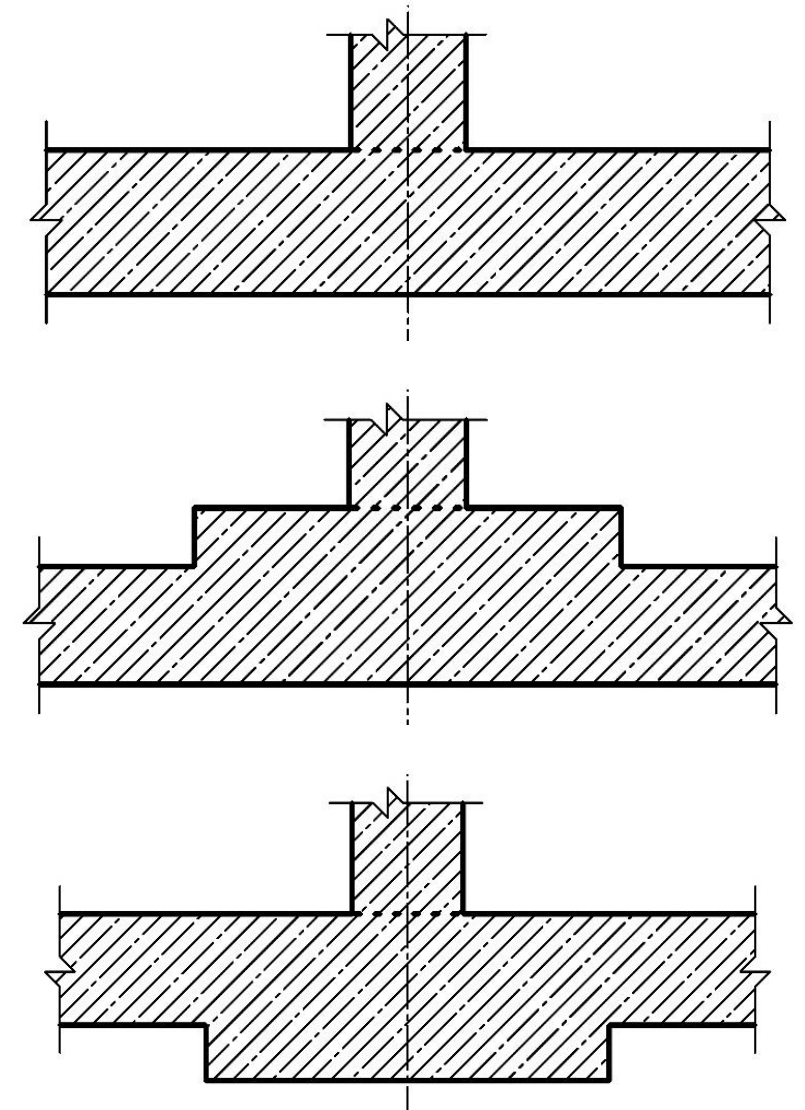
Традиционные решения для перекрытий:

- 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



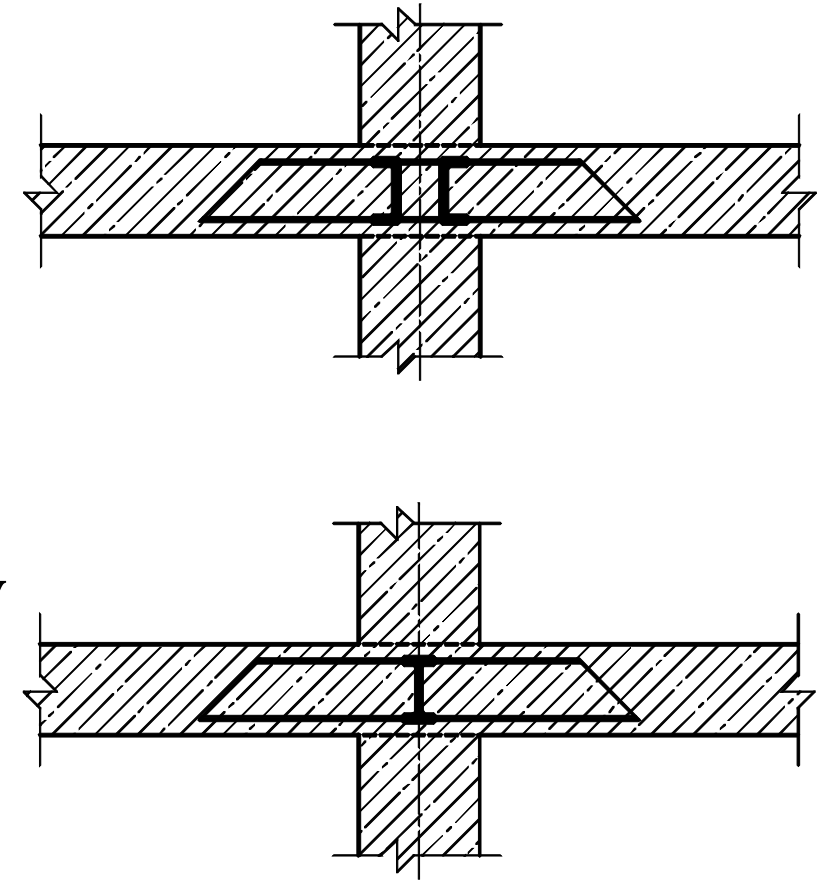
Традиционные решения для фундаментов:

- 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



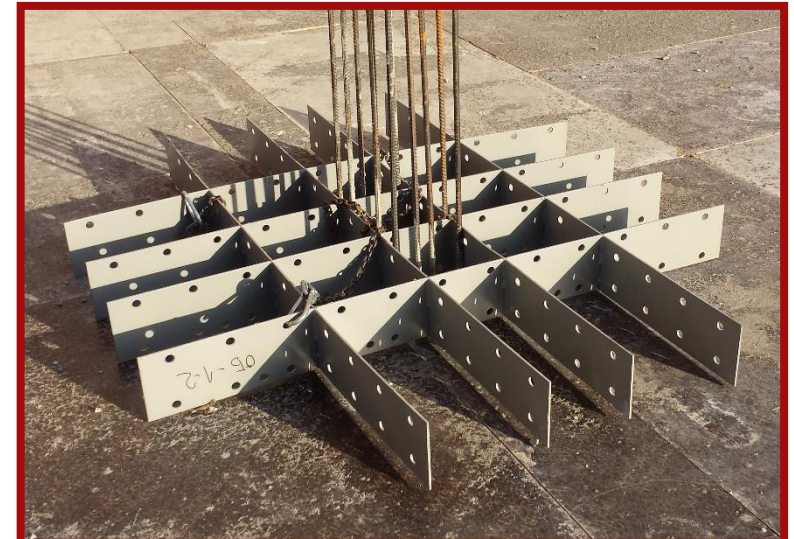
Решения с жесткой и листовой арматурой:

- 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



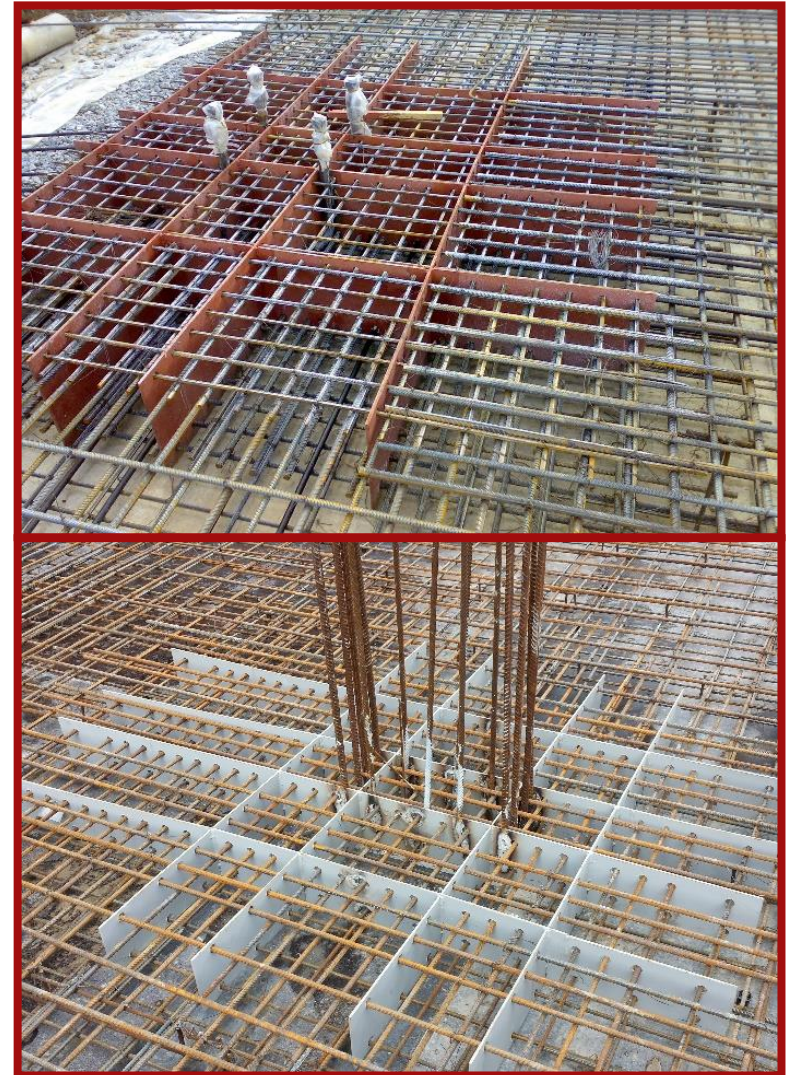
Суть изобретения:

- 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:

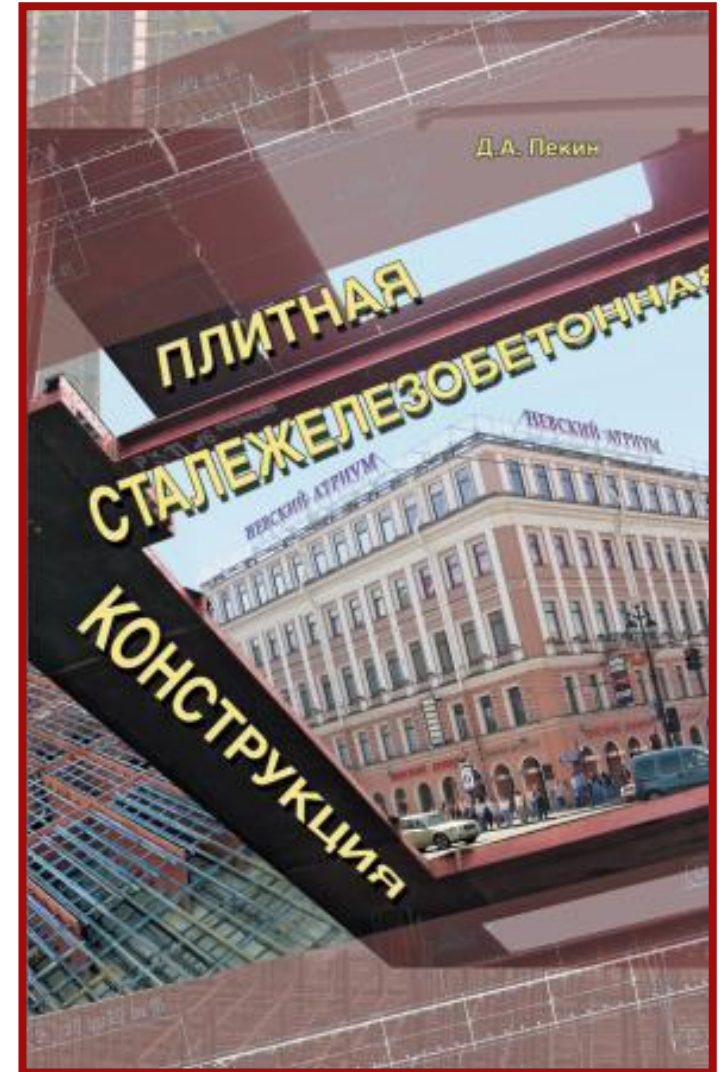
- Совместная работа всех компонентов конструкции: бетон – «**ткани**», арматура – «**мышцы**» и стальная решетка – «**скелет**», достигается за счет сил **трения** без дополнительных мероприятий и обеспечивается вплоть до разрушения
- Существенное увеличение **изгибной жесткости** опорных зон по сравнению 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



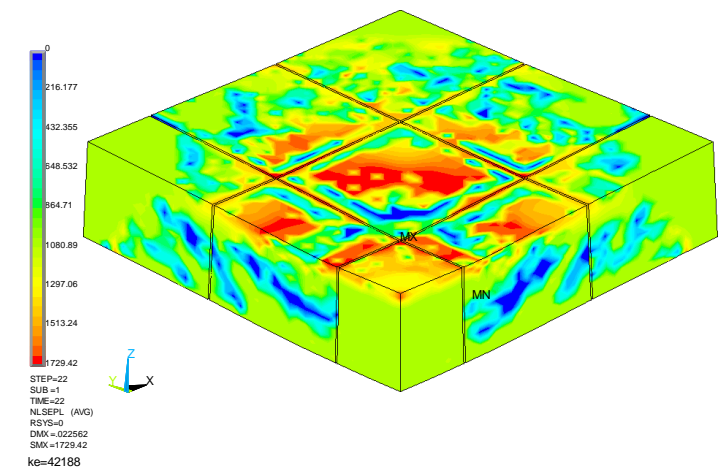
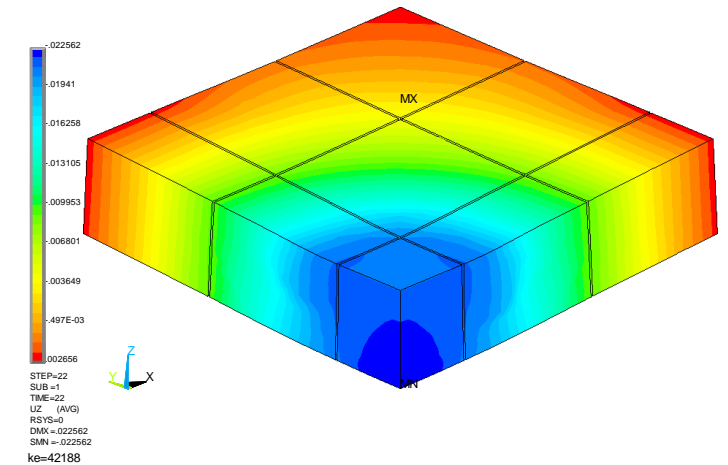
Научно-экспериментальные исследования:

- 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



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

Другие успешные примеры реализации:

- Фундаментная плита 16-ти этажного жилого дома с нежилыми помещениями и подземной автостоянкой по адресу: Москва, ул. Наличная
 - Фундаментная плита многофункционального здания по адресу: Москва, ул. Азовская
 - 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.

Многофункциональное здание в Москве по ул. Азовская

- 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 ~ 10 тыс. м²



Выводы и заключение:

- Использование листовой арматуры для создания металлических решеток в опорных зонах плитных железобетонных конструкций позволяет решить проблему продавливания и существенно повысило технико-экономические показатели данного объекта
- Характер работы опорных зон при этом принципиально меняется, что позволяет выделить их в новый класс конструкций – плитные сталежелезобетонные конструкции
- Применение данного конструктивного решения для широкого круга задач позволит заметно снизить общий расход железобетона и повысить надежность конструктивных систем