

ИЗДЕЛИЯ И КОНСТРУКЦИИ



СЕКРЕТ СТАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ. КАК УЛУЧШИТЬ ЭКОНОМИКУ ПРОЕКТА

ПЛИТНЫЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
КОНСТРУКЦИИ (ПСК) КАК ФАКТОР
ЭКОНОМИИ МАТЕРИАЛА, ВРЕМЕНИ
И ФИНАНСОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Дмитрий ПЕКИН
главный конструктор «ИНВ-СТРОЙ»

Монолитные железобетонные безбалочные перекрытия и фундаментные плиты давно доказали свою эффективность при строительстве жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений. Известно, что толщина плитных железобетонных конструкций каркасных зданий с большими пролетами и существенными нагрузками, превышающими собственный вес несущих конструкций, определяется на основе решения задачи о продавливании опорных зон в месте сопряжения с колоннами. В этой связи при проектировании возникает необходимость устраивать капители (подколонники) или устанавливать скрытую жесткую арматуру в месте сопряжения плитных конструкций с колоннами.

НА ПРЕДЕЛЕ ВОЗМОЖНОГО

Традиционные капители, выступающие вниз относительно перекрытия, приводят к существенному усложнению строительно-монтажных работ в части установки опалубки и последующего бетонирования, что увеличивает сроки строительства. Капители, выступающие вверх, ограничены по высоте конструкцией архитектурного пола и в большинстве случаев не позволяют должным образом увеличить поперечное сечение опорных зон плитных конструкций. Конструктивные решения с жесткой арматурой из двутавров или швеллеров также существенно усложняют процесс возведения безбалочных перекрытий, поскольку требуют соединения арматуры с полками стальных конструктивных элементов при помощи сварки.

К основным достоинствам плитных железобетонных конструкций можно отнести сравнительно небольшую высоту поперечных сечений, которая позволяет максимально возможным образом задействовать пространство внутренних помещений, сократить общую высоту здания и последующие затраты на энергоснабжение (отопление, вентиляцию, кондиционирование незадействованных объемов воздуха), которые непрерывно возрастают на протяжении последних нескольких лет.

Конструктивных решений, позволяющих отказаться от устройства различных типов традиционных капителей и в то же время уменьшающих количество и трудоемкость работ на строительной площадке, немного, они до сих пор недостаточно исследованы. С этих позиций поиск технологичного решения с высокой степенью заводской готовности и минимальным количеством операций на монтаже становится важной задачей, позволяющей усовершенствовать применение плитных железобетонных конструкций.

Альтернативное конструктивное решение было найдено в процессе оптимизации традиционных плитных железобетонных конструкций на примере многоэтажного каркаса торгового центра с сеткой колонн 9×9 м. На фотографиях (рис. 1 и 2) показаны скрытые стальные решетки фундаментной плиты и плиты перекрытия, состоящие из перекрестных стальных листов. Они размещены вертикально в двух ортогональных направлениях армирования, при этом высота листов равна толщине плитных конструкций. В листах предварительно выполнены отверстия, в которые вставляются арматурные стержни, не требующие фиксации при помощи сварки. Отсутствие сварки повышает технологичность изготовления плитных конструкций, исклю-

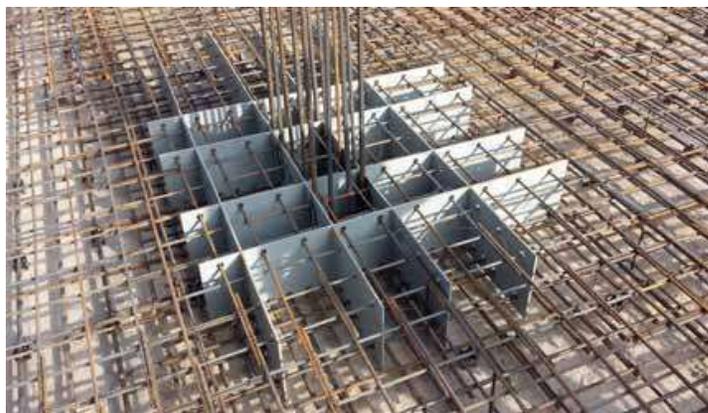


Рис. 1, а. Скрытая металлическая решетка фундаментной плиты

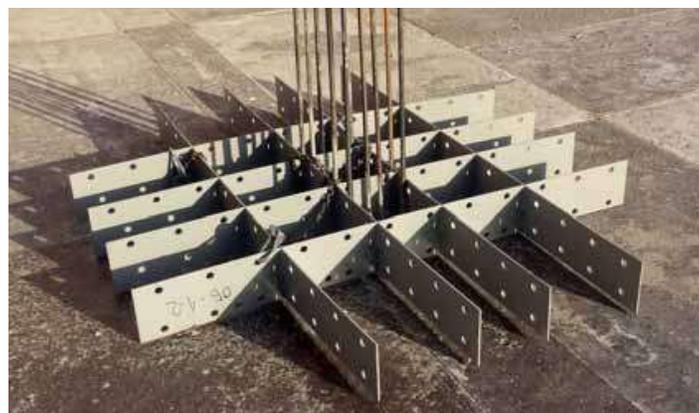


Рис. 2, а. Скрытая металлическая решетка перекрытия



Рис. 1, б. Плитная сталежелезобетонная фундаментная плита



Рис. 2, б. Плитное сталежелезобетонное перекрытие

**ПСК – плитные
сталежелезобетонные
конструкции**

чает механизм хрупкого разрушения опорных зон и увеличивает прочность и трещиностойкость плитных конструкций. Соединение листов между собой выполняется при помощи сварки односторонними швами в сжатой зоне и двусторонними швами – в растянутой. Сборку металлических решеток можно выполнять как в заводских условиях, так и на строительной площадке. После соединения листов и монтажа решетки в

проектном положении в предварительно сделанные отверстия устанавливается продольная арматура.

Это конструктивное решение повышает несущую способность опорных зон плитных железобетонных конструкций и позволяет отказаться от устройства различных типов традиционных капителей. При этом трудоемкость работ на строительной площадке возрастает незначительно.

Конструкция скрытой металлической решетки запатентована, она показала на практике свою эффективность при строительстве безбалочных перекрытий и фундаментных плит.

Необходимость теоретических и экспериментальных исследований для внедрения предложенного конструктивного решения в массовое строительство была продиктована отсутствием нормативных требований, регламентирующих

Альтернативное конструктивное решение было найдено в процессе оптимизации традиционных плитных железобетонных конструкций на примере многоэтажного каркаса торгового центра с сеткой колонн 9 × 9 м.

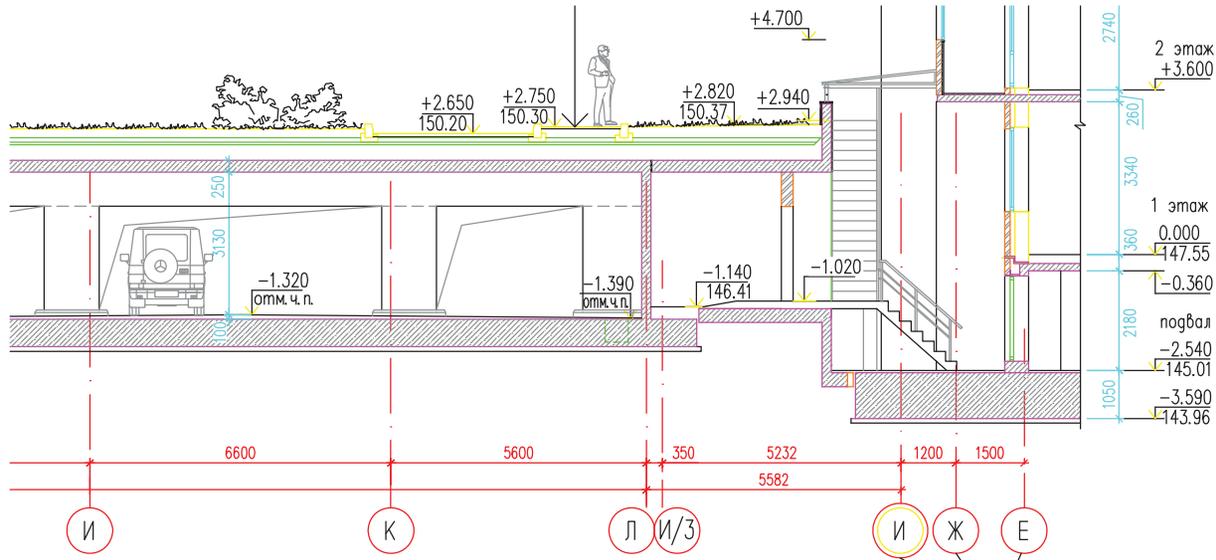


Рис. 3, а. Поперечный разрез с автостоянкой в 1 уровне

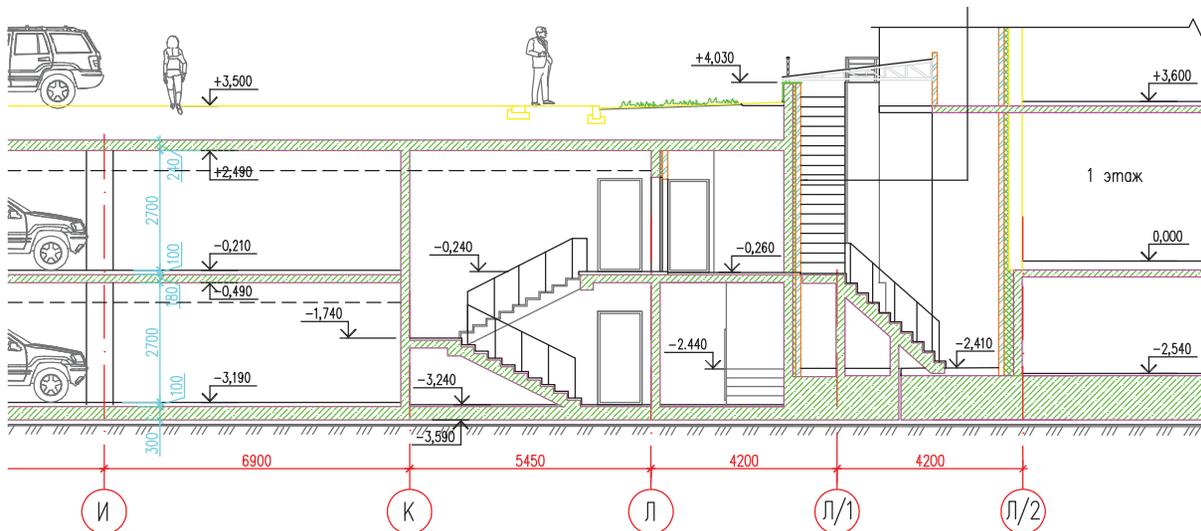


Рис. 3, б. Поперечный разрез с автостоянкой в 2 уровнях;

Альтернативное конструктивное решение позволило повысить несущую способность опорных зон плитных железобетонных конструкций и отказаться от устройства различных типов традиционных капителей.

применение конструкции данного типа. В процессе исследовательской работы выяснилось, что скрытые стальные решетки коренным образом меняют напряженно-деформированное состояние (НДС) опорных зон плитных железобетонных конструкций, поэтому они были отнесены автором к новому типу конструкций, требующих применения другого подхода уже на стадии определения внутренних усилий. Для того чтобы подчеркнуть отличия от традиционных конструкций, было предложено новое определение – плитная сталежелезобетонная конструкция (ПСК), которое в полной мере подчеркивает существенные отличия в характере работы конструкции.

Начиная с 2005 года мы занимаемся разработкой проектной документации и авторским надзором за ходом строительно-монтажных работ при возведении плитных сталежелезобетонных конструкций. Данная технология позволяет существенно повысить прибыльность строительного проекта в целом, одновременно решая задачи по получению дополнительной полезной площади, снижению объема строительных материалов и сокращению сроков строительства.

За десять лет, с момента появления ПСК, было реализовано более 25 проектов с ее применением. Выполненные проекты, с одной стороны, доказали эффективность технологии ПСК, а с другой – показали консервативное и осторожное отношение девелоперов к инновациям.



Рис. 4, а. Патент «Плитная сталежелезобетонная конструкция»

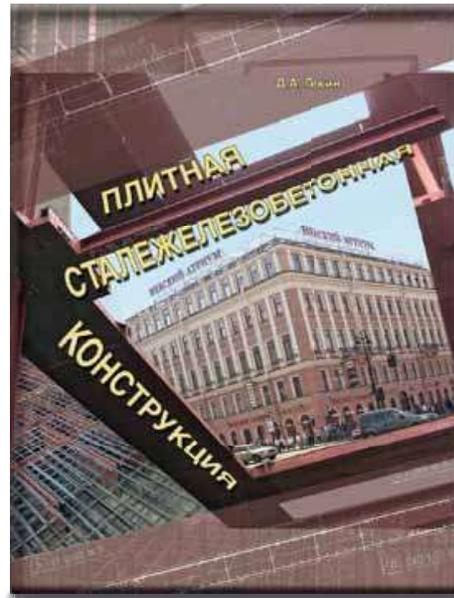


Рис. 4, б. Обложка монографии «Плитная сталежелезобетонная конструкция»



Рис. 4, в. Фотография испытательного стенда, на котором исследовались фрагменты конструкций

ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ – АРГУМЕНТ ДЛЯ ЗАКАЗЧИКА

Мы уже начали забывать, что «свободная планировка» с сеткой 6 × 6 м когда-то казалась прорывом и невероятной свободой в обустройстве помещения. Сейчас сетка колонн с пролетами 9 × 9 м уже никого не удивляет, и это далеко не предел, развитие продолжается. Стараясь выполнить требования заказчиков, архитекторы со временем упираются в экономическую составляющую. Красивая и функциональная архитектура требует дорогостоящих решений, чем больше смелость – тем больше стоимость. Проектировать и строить удобные и современные дома дорого, и именно высокая стоимость, а не недостаток технологий становится главным препятствием для массового строительства подобных объектов.

Увеличение стоимости обусловлено попытками применения традиционных конструктивных решений для нестандартных задач, отсутствием должного внимания к новым, изменяющимся условиям, бытующим консерватизмом, высокой конкуренцией на рынке проектирования, стремлением за счет средств инвестора реализовать чрезмерные архитектурные амбиции, разработать проектные решения под конкретного подрядчика. Большинство проектировщиков решает свои узкие задачи, связанные с формальным выполнением обязательств, в рамках отведенных бюджетов и сроков проектирования. На проектном рынке укореняется разделение на организации с различным набором функций. Одни выполняют эскизные проекты или комплексные концепции с дополнительной разработкой у-

верждаемой части проектов для прохождения экспертизы, другие перерабатывают полученные решения под реальные нужды инвесторов и строителей. В обоих случаях девелопер попадает в сложную ситуацию: одни проектировщики не задумываются об экономичных решениях, другие работают на строителей и заинтересованы в их благосостоянии. Независимых проектных организаций на рынке немного, и они, как правило, узкопрофильные, например, проектируют только стальные или железобетонные конструкции или выполняют задачи, связанные с геотехникой. Недальновидные девелоперы, которые хотят на всем экономить и не готовы выстраивать взаимовыгодные отношения с подобными организациями, в результате значительно, иногда в разы, переплачивают на этапе возведения

Красивая и функциональная архитектура требует дорогостоящих решений, чем больше смелость – тем больше стоимость.

На примере большого количества проектов можно привести усредненные технико-экономические показатели применения ПСК для разных конструкций:

- фундаментные плиты – уменьшение толщины на 25–50 %;
- плиты перекрытий – уменьшение толщины на 10–20 %;
- плиты покрытия – уменьшение толщины на 15–25 %;
- земляные работы по устройству котлована – снижение до 20 %;
- сроки строительства – снижение до 10 %;
- полезный объем, при сохранении общей высоты – увеличение до 30 %.

зданий и сооружений относительно стоимости проектных работ в узкоспециализированных организациях.

Подобная ситуация сложилась у одного из наших заказчиков в городе Железнодорожном. Объект – подземная автостоянка с габаритами 160 × 70 м в плане на 280 машиномест в одном уровне. Автостоянка проектировалась в составе многоэтажного жилого комплекса и располагалась между построенными ранее жилыми корпусами. Проектная документация на строительство автостоянки у заказчика была разработана, пройдена экспертиза, более того, получено разрешение на строительство. На этом этапе мало кто решится на перепроектирование, на потери времени, однако мы договорились с заказчиком, что параллельно покажем ему наши конструктивные решения. Расчеты показали, что с применением технологии ПСК толщина фундаментной плиты уменьшается в два раза, с 600 до 300 мм, а балочная клетка покрытия автостоянки с балками 200 × 750 (h) мм в одном направлении и плитой 250 мм становится безбалочной с толщиной 240 мм. Снижение расхода железобетона на возведение несущих конструкций каркаса подземной автостоянки составило более 3,5 тысячи м³, что в денежном выражении составило 70 млн руб. с учетом уменьшения объема земляных работ. Но даже такая существенная эконо-

мия не помогла изменить решение заказчика и отложить начало строительства.

Следующее предложение, по оптимизации конструктивных решений на объекте, на которое удалось уговорить заказчика, было таким: сохранить общий объем железобетона, но при этом устроить дополнительный, второй уровень подземной автостоянки, позволяющий увеличить количество машиномест с 280 до 520. Дополнительные 240 машиномест – подчеркнем, при сохранении первоначального объема железобетонных конструкций – заметно изменили технико-экономические показатели объекта. Стоимость одного машиноместа снизилась на 800 тысяч руб., и заказчик принял решение о перепроектировании, повторном прохождении экспертизы и изменении сроков сдачи объекта в эксплуатацию. На рис. 3 показаны поперечные разрезы здания первоначального проекта и второго предложения по оптимизации несущих конструкций с устройством автостоянки в двух уровнях и увеличением машиномест до 520 при сохранении общего расхода железобетона, составляющего большую часть затрат на возведение здания (до 70 %).

Важный аспект применения технологии ПСК на этом объекте состоял в том, что до добавить еще один уровень подземной автостоянки с помощью традиционных конструктивных решений было практически невозможно: к моменту принятия решения по перепроектированию несущих конструкций многоэтажные каркасы первых двух жилых корпусов были возведены и существовали ограничения по высотным отметкам.

Таким образом, благодаря уменьшению толщины монолитной фундаментной плиты с 600 до 300 мм на площади 10 тысяч м², замене балок 200 × 750 (h) мм и плиты покрытия толщиной 250 мм на безбалочное покрытие толщиной 240 мм с применением ПСК в первом варианте удалось сократить объем железобетона более чем на 3,5 тысячи м³. Тем не менее был выбран более эффективный вариант с устройством до-

полнительного этажа в стесненных по высоте условиях, с сохранением общего расхода бетона и увеличением общего количества машиномест с 280 до 520. Реализованы: фундаментная плита толщиной 300 мм, безбалочное перекрытие и покрытие с толщинами 180 и 240 мм соответственно. Сетка колонн каркаса в местах проездов – 6,9 × 6,9 м и стоянок – 5,1 × 5,45 м. Общий экономический эффект при стоимости одного машиноместа в 1,1 млн руб. составил, по нашей оценке, более 150 млн руб.

Эти результаты были получены благодаря многолетней научно-исследовательской работе специалистов нашей компании, разработке новой теории расчета плитных сталежелезобетонных конструкций, проведению комплекса экспериментальных исследований, подтвердивших правильность расчетных предпосылок, на примере образцов в натуральную величину, доводимых до разрушения. Данная работа проводилась при участии ведущих профильных научно-исследовательских институтов с получением соответствующих заключений и проведением экспертиз. На рис. 4 показаны патент, обложка монографии и фотография испытательного стенда, на котором натурные образцы доводились до разрушения.

Эффективность применения технологии ПСК значительно меняет экономику проекта в целом. Есть единичные примеры, когда применение одного конструктивного решения оказывает существенное влияние на весь проект, улучшая его прибыльность, снижая объемы строительных материалов, сокращая сроки строительства. Ну, и главное – позволяет отодвинуть ограничения, которые каждый заказчик и архитектор учитывает при разработке проекта.

Многолетний опыт показал, что если перед проектировщиками поставлена задача разработки проекта с максимальными показателями по прибыльности, то технология ПСК является очень эффективным инструментом, а некоторые задачи можно решить только благодаря технологии ПСК.

Общий экономический эффект при стоимости одного машиноместа в 1,1 млн руб. составил более 150 млн руб.