

5. Наибольшей деформативностью (жесткостью), способностью воспринимать нагрузку без прогиба, обладают панели, изготовленные из минеральной ваты Парок 85 (широкий замок).

6. Разрушение панели изготовленной из минеральной ваты Парок 85 (узкий замок) произошло до достижения относительного прогиба 1/150.

7. Панели, изготовленные на первой линии (широкий замок) имеют прочность при изгибе на 31,5 % больше, чем панели, изготовленные на второй линии (узкий замок).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТУ РБ 37430847.166-98 «Панели металлические с утеплителем из минераловатных плит. Технические условия»
2. ГОСТ 17177-94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний.
3. ГОСТ 12004. Сталь арматурная. Методы испытаний на растяжение.
4. ГОСТ 23486-79. Панели металлические трехслойные стеновые с утеплителем из пенополиуретана. Технические условия.

УДК 624.012.35

Садовский Ю.И.

ПОДАТЛИВЫЕ СТЫКИ КОЛОНН С ФУНДАМЕНТАМИ В ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ СВЯЗЕВОЙ СХЕМЫ

ВВЕДЕНИЕ

Основные достоинства существующих типов каркасов, которые сложились с момента появления сборных железобетонных конструкций, заключаются в членении на отдельные линейные элементы при достаточно простых способах соединения их между собой. Это создавало возможность независимой унификации элементов каркаса, не нарушая его общей компоновки. Подобный подход к каркасу одноэтажного промышленного здания был вполне оправдан до начала 70-х годов, когда применялись в основном бетоны низких марок, размеры сечений были велики и доля напряжений в бетоне от изгиба мала. Однако с появлением конструкций с высокопрочными бетонами и арматурой темпы снижения материалоемкости конструкций при их независимой унификации стали снижаться.

Дальнейшее снижение материалоемкости конструкций тесно связано с необходимостью совершенствования методов расчета, изучения совместной работы конструкций, поиску новых конструктивных форм и решений каркасов одноэтажных промышленных зданий.

Одним из направлений этих работ является разработка схем каркасов, получивших общее название «каркасов с элементами жесткости». В основе этих схем лежит принцип обеспечения работы большинства колонн и фундаментов в основном на местные вертикальные нагрузки. Каркас здания решается следующим образом. Горизонтальные усилия воспринимаются жесткими в плоскости рамы опорами, остальные колонны опираются на фундаменты податливо (степень податливости зависит от конструктивного решения узла сопряжения колонны с фундаментом). Система жестких опор, установленных в продольном и поперечном направлениях, обеспечивает общую устойчивость здания и восприятие всех горизонтальных усилий. Элементами жесткости могут быть жестко заземленные в фундаментах усиленные (анкерные) колонны, в том числе двухветвевое сечения, пристроенные или встроенные многоэтажные части здания (например, административно-бытовые пристройки), вентиляционные вставки, рампы и т.д.

Многообразие видов элементов жесткости и разнообразие компоновочных схем зданий дает возможность скомпоновать достаточно большое число конструктивных схем каркасов одноэтажных промышленных зданий, реализующих этот принцип.

Одним из первых вариантов каркасов зданий с элементами жесткости явился предложенный Проектным институтом №1 (г. Санкт-Петербург), НИИ бетона и железобетона (г. Москва) и Белорусским политехническим институтом (ныне БНТУ) каркас, в котором роль элементов жесткости выполняют колонны большого сечения, расположенные в плоскости каждой поперечной и продольной рамы, расположенные таким образом в виде креста (каркас с крестом жесткости) [1, 2].

Несколько позже в ЦНИИПромзданий (г. Москва) было предложено решение каркаса с элементами жесткости, в котором роль элементов жесткости выполняют двухветвевые колонны-диафрагмы,

воспринимающие основную часть горизонтальных нагрузок на каркас в плоскости поперечной рамы. В плоскости продольной рамы предусматривается установка вертикальных стальных связей в каждом ряду колонн. При этом установка двухветвевых диафрагм жесткости возможна по расчету не в каждом поперечном ряду, а концентрированно, с созданием ядра жесткости. Большинство остальных (рядовых) колонн устанавливается в стаканые фундаменты со стаканом уменьшенной глубины (при этом сопряжение считается податливым), обеспечивая работу колонн и фундаментов под них на сжатие с небольшими эксцентриситетами [3].

Несмотря на очевидные преимущества новой схемы каркаса, она не получила широкого распространения в связи с нерешенностью ряда научных и проектных вопросов. К их числу в первую очередь относятся вопросы, связанные с компоновочными схемами данного типа зданий и областями их рационального применения, вопросы обеспечения жесткости каркаса колоннами-диафрагмами, разработкой их конструкции и экспериментального исследования, а также вопросы, связанные с разработкой и экспериментальными исследованиями податливых стыков колонн с фундаментами. Применение данной конструктивной схемы зданий рационально также и при реконструкции зданий.

В рамках нового решения каркасов актуальной проблемой является задача изучения и внедрения в практику строительства податливых стыков колонн с фундаментами, которые по своим жесткостным параметрам занимают промежуточное место между жесткими и шарнирными. Использование этих стыков до настоящего времени сдерживается в силу малой изученности их работы и отсутствия методов расчета, особенно в случае их нелинейной работы. Знание действительных величин жесткостных характеристик податливых соединений является одним из ключевых моментов этой проблемы. Не учет действительных параметров соединений ведет к снижению надежности конструкций, необходимости предусматривать запасы несущей способности, перерасходу материалов.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЫКОВ И ИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В практике отечественного и зарубежного строительства для соединения сборных железобетонных колонн с фундаментами применяют монолитные (с передачей усилия через железобетон благодаря замоноличиванию), сборные (с передачей усилия посредством стальных закладных деталей, соединенных на сварке) и сборно-монолитные (с передачей усилия частично через железобетон, частично через закладные детали).

Классификационная схема основных видов узлов сопряжения колонн с фундаментами показана в табл. 1.

Стык колонны с фундаментом стаканного типа (вид 1) широко применяют в связи с его достоинствами – отсутствием металлических закладных деталей, выпусков арматуры, небольшой чувствительностью к неточностям изготовления сопрягаемых элементов. Основные же недостатки стаканного стыка – повышенный расход материалов на фундаменты из-за необходимости устраивать стаканную часть, наличие перерыва в процессе монтажа конструкций, вызванного необходимостью выдерживания бетона замоноличивания до приобретения им 70 % проектной прочности.

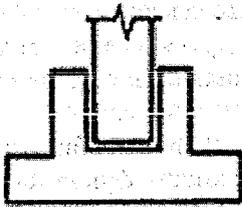
Все остальные стыки относятся к бесстаканным стыкам колонн с подколонником фундаментов такого же или несколько большего поперечного сечения.

Стык вида 2 широко распространен в строительстве во Франции, Германии, Югославии, Голландии и США [4]. Он основан на замоноличивании полимерраствором арматурных выпусков из тела колонны в отверстиях, высверленных в фундаменте.

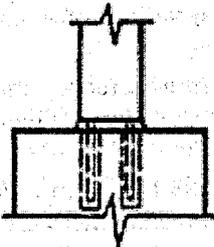
Другой вид стыка (тип 3а) бесстаканного типа – резьбовое соединение анкерных стержней фундамента с опорной пластиной низа колонны либо закладной деталью колонны. Такие стыки широко используются в США и Англии при строительстве многоэтажных каркасных зданий, в отечественной практике он используется в основном для установки колонн фахверка. Рассмотренному решению аналогичен стык, применяемый в отечественной практике, который отличается только опорной частью колонны, имеющей уширения с гнездами под анкерные болты (тип 3б).

Стыки с резьбовым соединением арматурных выпусков муфтами используются в Голландии и Бельгии для строительства промышленных зданий (тип 4). Его достоинства – минимальное сечение подколонника, простота монтажа, отсутствие сварки. Разновидностью этого типа стыков являются стыки, в которых временно крепят анкерные стержни фундаментов резьбовым соединением с закладными деталями колонн, а в последующем сваривают ванной сваркой, образуя жесткий стык.

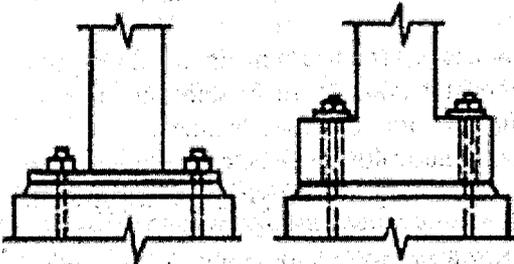
Таблица 1 – Основные типы стыков колонн с фундаментами



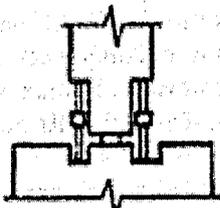
Стаканный стык
(тип 1)



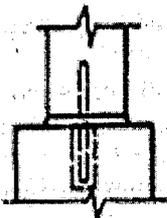
Стык с замоноличиванием
арматурных выпусков в пазах
фундамента
(тип 2)



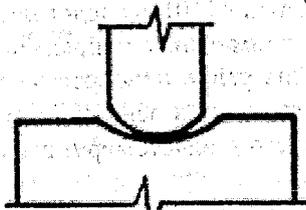
Стыки с соединением на резьбе
(тип 3а – с опорной пластиной),
(тип 3б – с уширением колонны).



Муфтовые соединения
(тип 4)



Бессварной стык на
полимеррастворе (тип 5)
или эластомере (тип 6)



Стык с опиранием
по сферической поверхности
(тип 7)

Стыки 5 и 6 типов связаны с возможностями применения полимеров в узлах сопряжения сборных железобетонных конструкций, что позволяет решать многие инженерные задачи более экономично и технологично.

Бессварной стык на полимеррастворе по аналогии со стыком колонн многоэтажных зданий осуществляется сопряжением плоских торцов колонн с помощью полимерраствора и (или без) цен-

трирующей прокладки. Элементы стыка дополнительно соединяют штырем из арматурной стали для центровки и предотвращения смещения при поперечном сдвиге. В последнее время в отечественной практике чаще применяются стыки с непосредственным опиранием торцевой поверхности верхнего элемента на торец нижнего без центрирующей прокладки (контактные стыки).

Особенность стыков 6 вида – опирание одной конструкции на другую через тонкую эластомерную прокладку, обладающую достаточной прочностью и деформативностью. Такие стыки применяются в практике строительства в Германии, Голландии, Бельгии.

Известны также стыки колонн с фундаментами, которые представляют опирание колонны со сферической торцевой поверхностью на гладкую или вогнутую поверхность фундамента (тип 7).

По характеру воспринимаемых усилий все вышеописанные стыки могут быть условно разделены на две группы:

- жесткие, передающие на фундамент как изгибающие моменты, так и поперечные силы;
- шарнирные, передающие на фундамент в основном поперечную силу.

По этим признакам стыки 1, 2, 3, 4 видов следует отнести к жестким, стыки типа 7 – к шарнирным. Стыки 5 и 6 видов являются скорее промежуточными, т. е. податливыми, воспринимающими изгибающий момент ограниченной величины.

Анализ перечисленных стыков, а также факторов, влияющих на их работу, позволил отнести к числу податливых стыков стаканые с уменьшенной глубиной стакана и заполнением его материалами повышенной деформативности (асфальтобетон, песок и т.д.). Именно эти типы стыков – стаканый с уменьшенной глубиной и заполнением податливыми материалами и бесстаканный с опиранием колонны на подколонник через слой полимерного материала – и были выбраны в качестве основных перспективных типов стыков для исследований.

Обзор основных исследований стаканых стыков показал, что все они проводились применительно к стыкам типовых параметров, выполняемым в соответствии с требованиями нормативных документов. Вопросы деформативности при этом целенаправленно не исследовались.

Наибольший интерес из бесстаканных стыков представляют контактные стыки с опиранием через слой эластомера – полимера, способного проявлять большие обратимые упругие деформации.

Стыки этого типа начали исследоваться и внедряться сравнительно недавно. Несмотря на то, что резиновые плиты применялись в качестве опорных частей мостов во Франции и Великобритании еще в 30-х годах XX века, эластомерные опорные части в строительстве получили распространение благодаря идеям Фрейссине только в конце 50-х годов. Эта достаточно специфическая область конструкций становится известной за рубежом к концу 60-х годов в основном в странах Западной Европы, ФРГ, Англии, США, Канаде и Японии, традиционно отличавшимися большим производством и потреблением каучуков и резин.

В СССР проблема применения эластомерных материалов в строительстве встала в последние 20 лет и ее положительное решение связано с успехами отечественной химии полимеров, получившей искусственные эластомеры требуемых прочностных и деформативных характеристик и, что особенно важно, достаточной долговечности [5].

Использование эластомеров в стыках железобетонных конструкций получило распространение в зарубежном строительстве только в начале 80-х годов, доступных публикаций о результатах исследований в этой области пока немного.

Все известные исследования базируются в основном на экспериментальных материалах. Д.Иверсон и Д.Пфейфер [6], Л.Вини [7, 8], Ф.Леонгардт, Е.Бейер, А.Уинтергерст, М.Флорер, Ю.Гроте, Х.Шорн, Х.Рикман, О.Штейнхардт [9], К.Кордина и Д.Нолтинг [10] исследовали поведение эластомеров в железобетонных конструкциях. Ими установлены максимальные напряжения сжатия в зависимости от прочности бетона, определены допустимые значения углов поворота, величины модуля сдвига эластомеров, подбор характеристик эластомеров, положенных в основу норм ряда европейских стран рекомендаций по подбору марок бетона, прилегающего к эластомеру, расчет его косвенного армирования.

Несмотря на обширность экспериментальных исследований указанных выше авторов, основная их направленность заключалась в изучении работы самих эластомерных элементов и установлению требований к ним (конструктивных, технологических, монтажных и др.) как составным частям конструкций зданий и сооружений.

Наиболее интересной из известных работ последнего времени является программа исследований, выполненная Х.-Р. Шассе, Ф.Мюллером и У.Тормаленом [11]. Главное ее отличие от выполнен-

ных ранее работ заключается в том, что исследования проводились на образцах железобетонных колонн с разным продольным и поперечным армированием и размерами поперечного сечения 150, 300 и 500 мм с эластомерными частями толщиной 4, 7 и 10 мм. Испытания проводились с приложением только вертикальных нагрузок при их центральном и внецентренном приложении. Методом электротензометрии детально исследовалось напряженное состояние торцов колонн, прилегающих к эластомеру. Выявлены особенности распределения внутренних усилий в колоннах разного поперечного сечения. На основе анализа опытных данных предложена методика расчета опорных частей стыка колонн с эластомерными частями при действии продольных усилий.

Экспериментальные данные о деформативности подобных стыков при одновременном действии продольных и поперечных нагрузок отсутствуют.

Именно эти научно-практические задачи легли в основу Комплексной программы Госстроя СССР 0.55.01 «Провести исследования, разработать и внедрить новый тип одноэтажного промышленного здания с элементами жесткости в виде устоев, этажерок и связей, обеспечивающих восприятие горизонтальных нагрузок», а также Республиканской программы 0.55.01р «Разработать и внедрить каркасы одноэтажных зданий из центрифугированного железобетона, обеспечивающих работу колонн и фундаментов на центральное сжатие» (задание 07) в части исследования работы податливых стыков колонн с фундаментами.

Начиная с 1980 г. и по настоящее время на кафедре «Железобетонные и каменные конструкции» и Отраслевой НИЛ строительных конструкций БНТУ в рамках исследований работы стыков железобетонных элементов выполнялись и исследования податливых стыков колонн с фундаментами.

В настоящее время намеченный объем конструкторско-экспериментальных разработок завершен. Выполнена программа натурных экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния стыков колонн с фундаментами с уменьшенной глубиной стакана и заполнением материалами разной податливости [12].

Основной целью исследований стыков стаканного типа было определение деформативных характеристик стыков в зависимости от вида материала заполнения стакана и закономерностей их изменения при нагружении стыков как продольной, так и поперечной нагрузкой. На основе полученных данных разработана методика расчета деформативности стыков с различными материалами заполнения стакана (бетон, керамзитобетон, асфальтобетон, песок), основанная на деформационной модели стыков железобетонных конструкций общего вида. Получены зависимости в виде дробно-степенных функций, позволяющие описывать нелинейные диаграммы деформирования данных стыков на любом этапе для всех испытанных материалов заполнения стыков /13 /.

Основной целью проведенных экспериментальных исследований бесстаканных стыков [14,15] явилась оценка их напряженно-деформированного состояния при различных конструктивных параметрах (толщине слоя эластомера, размерах стыкуемых элементов) и одновременном действии постоянных продольных и переменных поперечных нагрузок. Впервые разработана деформационная модель расчета стыков такого типа, в основу которой положена диаграмма деформирования материала прокладки и гипотеза плоских сечений, реализованная в виде программы расчета ELASTOMER на ПЭВМ [16].

Применительно к стаканному стыку колонны с фундаментом разработана конструкция и проведены исследования прочности торцевых зон центрифугированных колонн кольцевого сечения с бетонным ядром [17] и предложена методика расчета прочности кольцевой колонны в торцевом сечении [18].

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты проведенных исследований использованы при проектировании и строительстве экспериментального объекта – корпуса цеха запасных частей производственного объединения «БелАВТОМАЗ» в г. Жодино.

Корпус имеет размеры в плане 144×144 метров, шаг крайних колонн – 6 метров, средних – 12 метров, пролет несущих конструкций покрытия – 24 метра, высота до низа стропильных конструкций – 8,4 метра.

В первоначальном варианте, разработанном институтом ПИ-1 (г. Санкт-Петербург), колонны были приняты прямоугольного сечения, фундаменты – стаканного типа. Колонны жестко защемлены в стаканах фундаментов.

Первоначальный вариант был переработан ПИ-1 и Отраслевой НИЛ строительных конструкций Белорусской политехнической академии с участием автора. Разработан индивидуальный каркас корпуса со следующими изменениями:

- изменена конструктивная схема каркаса на схему с элементами жесткости, в качестве которых использованы усиленные жесткозащемленные колонны;
- колонны сплошного сечения заменены на центрифугированные колонны кольцевого сечения;
- для обеспечения дифференцированной работы колонн в составе нового конструктивного решения для колонн, не являющиеся элементами жесткости, принято податливое соединение со стаканым фундаментом с заполнением стакана песком.

В качестве элементов жесткости приняты центрифугированные колонны кольцевого сечения диаметром 600 мм, толщиной стенки 80 мм из тяжелого бетона марки 600.

На этом же объекте было осуществлено внедрение шарнирно-опертых колонн кольцевого сечения. Эти колонны выполнены также кольцевого сечения диаметром 500 мм с толщиной стенки 60 мм. Податливый стык рядовых колонн с фундаментом стаканного типа осуществлен с уменьшенной до 350 мм глубиной заложения колонны и заполнением стакана фундамента песком с гидроизоляцией слоем мастики поверху. Торцевая зона рядовых колонн выполнена с внутренним бетонным ядром высотой 500 мм из бетона марки 400. Под основанием колонны предусмотрен слой песка толщиной 50 мм, обеспечивающий угловые деформации стыка. Монтаж каркаса здания показан на рис. 1.

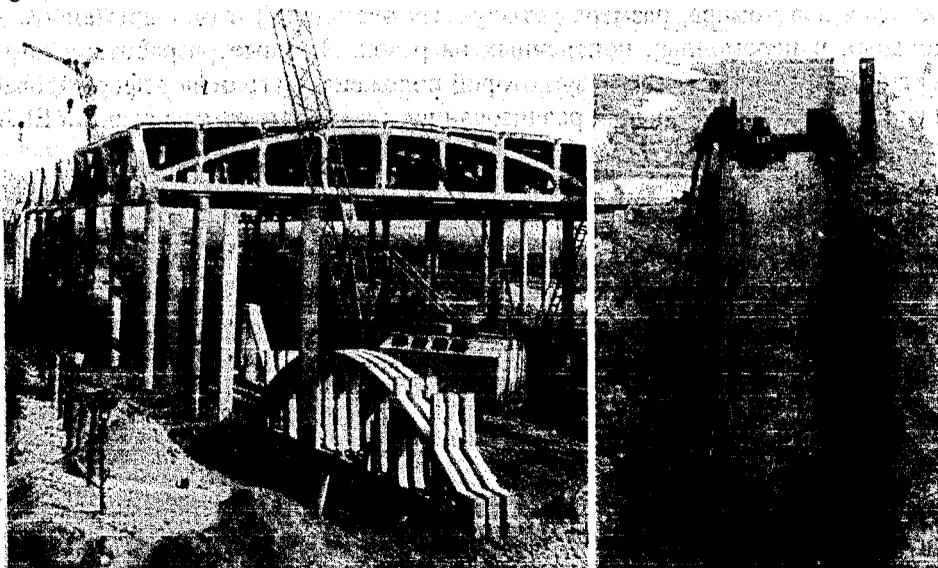
Конструктивная связевая схема каркаса с бесстаканными стыками колонн с подколонниками фундамента была внедрена при строительстве вспомогательного корпуса кондитерской фабрики «Коммунарка» в г. Минске. Узлы сопряжения анкерных колонн с фундаментами – стаканного типа с заделкой колонны в стакане. В связи с небольшими размерами блока здания и, следовательно, небольшими угловыми деформациями стыков колонн, в целях ускорения внедрения объекта узлы сопряжения податливо-опертых колонн приняты с опиранием на подколонник через слой мелкозернистого бетона.

Общий экономический эффект от применения новых проектных решений составил – по бетону 20 %, по стали – 17 %.

Кроме указанных построенных объектов, результаты исследований были внедрены в проектную документацию производственного корпуса льнокомбината в г. Толочин и использованы проектным институтом ПИ-1 (г. Санкт-Петербург) при разработке экспериментальных серий Э-1561 и Э-1633.

Результаты исследований работы стыков используются на кафедре «Железобетонные и каменные конструкции» БГПА-БНТУ в течение ряда лет в курсовом и дипломном проектировании.

а б



(а) – общий вид монтажа объекта;
(б) – монтаж шарнирно-опертой центрифугированной колонны с помощью кондуктора

Рисунок 1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совершенствование конструктивных схем каркасов одноэтажных промышленных зданий идет по пути введения элементов жесткости, представляющих либо более мощные колонны, либо многоэтажные пристройки или вентиляционные вставки, которые воспринимают большую часть горизонтальных нагрузок на здание, при этом обеспечивая работу большинства колонн и фундаментов на местные нагрузки.

Дифференцированное восприятие колоннами и фундаментами горизонтальных усилий может быть обеспечено соответствующим конструктивным решением узлов их сопряжения.

Одним из путей совершенствования методов расчета каркасов зданий с элементами жесткости является учет в их расчетных схемах податливости узлов сопряжения колонн с фундаментами. Действительная деформативность этих узлов определена на основе результатов их экспериментальных исследований, которые позволяют выявить величины и границы изменчивости этих характеристик стыков.

Проведенные исследования узлов сопряжения колонн с фундаментами легли в основу разработки методик расчета их деформативности, учитывающих нелинейную работу.

Исследования работы торцевых зон центрифугированных колонн кольцевого сечения с бетонным ядром во внутренней полости и разработанная на их основе методика расчета их прочности дала возможность использовать в каркасах с элементами жесткости высокоэффективные центрифугированные конструкции.

Результаты проведенных исследований использованы при проектировании и строительстве объектов экспериментального строительства, в курсовом и дипломном проектировании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пецольд Т.М. Сборный железобетон в будущем столетии // Эффективные строительные материалы, конструкции и технологии: Сб.ст. - Минск: Технопринт, 2000. - с. 397-405.
2. Сергеева Е.Т. Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности одноэтажных производственных зданий с диафрагмами жесткости: Автореф. дис. ... канд. техн. наук./ БГПА. - Минск, 1989. - 24 с.
3. Розенблом А.Я., Коробков В.А., Кеслер М.Ю., Гершанок Р.А. Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий смешанной этажности с использованием многоэтажных частей в качестве элементов жесткости. // Совершенствование железобетонных конструкций одноэтажных промышленных предприятий. Сб.ст./ ЦНИИПромзданий - Москва, 1987. - с. 10-27.
4. Гончаренко Д.Ф., Шулипа А.Н., Панченко В.А. Сокращение трудоемкости монтажа сборных железобетонных конструкций. - Киев: Будивельник, 1990. - 144 с.
5. Горелик Б.М. Научные основы использования резины как конструкционного материала: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: - М., 1974. - 48 с.
6. Iverson J.K., Pfeifer D.W. Bearing pads for precast concrete buildings // PCI Journal. - 1985. - Vol. 30, №5. - p. 128-154.
7. Vinje L. Behaviour and design of elastomeric bearing pads in precast structures // PCI Journal. - 1985. - № 6. - p. 120 - 146.
8. Vinje L. Design of elastomeric bearing pads in precast concrete structures // Nordisk Betong. - 1986. - №1-2. - p. 74-77.
9. Эгерт Х., Грофе Ю., Каушке В. Опорные части в строительстве: - М.: Транспорт, 1978. - 358 с.
10. Kordina K., Nolting D. Zur auflagerung von stahlbauteilen mittels unbewehrter elastomerlagern // Der Bauingenieur. - 1981. - №2. - s. 41-44.
11. Sasse H.R., Muller F., Thormalen U. Stutzenstoße im stahlbeton-fertigteilbau mit unbewehrten elastomerlagern // Beton - und stahlbetonbau. - 1982. - №11-12, p. 54 - 62.
12. Клевцов В.А., Садовский Ю.И. Деформативность податливых стыков колонн с фундаментами в зданиях с элементами жесткости // Эффективные строительные конструкции зданий и сооружений: Сб. научных тр./ БЕЛНИИС.- Мн., 1995.- с. 46-51.
13. Рак Н.А., Садовский Ю.И. Диаграммы деформирования стыков колонн с фундаментами с уменьшенной глубиной стакана // Вести БНТУ. - 2003. - № 1. - с. 3 - 6.
14. Садовский Ю.И. Особенности работы и конструирования стыков сборных железобетонных колонн с использованием полимерных материалов // Ускорение научно-технического прогресса в промышленности строительных материалов: Тр./ БелНИИСМ. - Белгород, 1987. - с. 79.
15. Садовский Ю.И., Тарасов В.В. Работа податливых стыков колонн с фундаментами с использованием полимерных материалов // Исследование работы и применение в строительстве эффективных элементов и конструкций: Тез. докл. науч. конф. - Ровно, 1990. - с.11.
16. Рак Н.А., Садовский Ю.И. Исследование деформативности податливых стыков колонн с подколонником фундаментов глубокого заложения с использованием полимерных материалов // Вести БГПА. - 2002. - № 2. - с. 9-15.

17. Клевцов В.А., Садовский Ю.И. Экспериментальные исследования работы торцевых зон шарнирно опертых колонн полого сечения // Техника, технология, организация и экономика строительства: Межвед. сб. научных трудов / Минск: Наука и техника, 1988. – вып. 14 - с.39-41.
18. Рак Н.А., Садовский Ю.И. Методика расчета прочности торцевых зон шарнирно опертых колонн кольцевого сечения // Вести БГТУ. – 2003. - № 1. - с. 129 – 135.

Салех Али

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ВЛИЯНИЕ СПОСОБА УСИЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ НА ПРОЧНОСТЬ, ЖЕСТКОСТЬ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ

В настоящем столетии способы восстановления и усиления конструкций, а также обоснованная методика их расчета приобрели особую значимость в связи с направлением мирового вектора развития строительной отрасли на увеличение доли реконструкции гражданских и промышленных зданий и сооружений по сравнению с новым строительством.

Внедрение новых технологий, замена существующего оборудования приводит к изменению нагрузок, действующих на конструкции, что требует усиления строительных конструкций. И также нарушение нормальных условий эксплуатации, недоработки на стадии проектирования вызывают переход конструкции в состояние, отличное от проектного, что требуют усиление.

Из методов усиления плитных конструкций широко распространенным методом усиления является усиление растянутой зоны установкой предварительно напряженной дополнительной арматуры и наращивание сжатой зоны бетона конструкций. Впервые в практике усиления принят и исследован метод усиления растянутой зоны изгибаемых железобетонных конструкций установкой предварительно напряженной высокопрочной арматуры в качестве дополнительной.

На момент усиления железобетонные плиты перекрытий находятся в напряженно-деформированном состоянии, вызванном нагрузками на конструкцию, минимальными из которых являются ее собственный вес и вес свежесушеного бетона при проведении работ по устройству наращивания. Для учета напряженно-деформированного состояния до усиления при расчете прочности и жесткости усиленных железобетонных конструкций установкой напряженной дополнительной арматуры и наращиванием бетона используется принцип суперпозиций, который справедлив только для линейно деформируемых систем.

Перед загрузением усиленная плита превращается в многокомпонентную конструкцию, состоящую из основной части, находящейся в определенном напряженно-деформированном состоянии, и дополнительной части, находящейся в первоначальном напряженно-деформированном состоянии.

В данной работе использовали комбинированный метод усиления, который заключается в установке дополнительной предварительно напряженной арматуры в растянутой зоне и увеличении поперечного сечения наращиванием со стороны верхней грани (рис. 1). Варьируемые факторы в данной диссертации принимались: класс дополнительной арматуры (S500, S800) и уровень ее предварительно напряжения (min, mid, max).

Объем эксперимента включал испытание 7-ми железобетонных многопустотных плит перекрытия размером 220(h)×740×5980 мм, изготовленных по типовой серии Б1.0411-1.2000. Все опытные образцы испытывались по однопролетной балочной схеме с приложением четырех сосредоточенных сил с помощью металлических траверс и подвесных грузов.

Задача расчета напряженно-деформированного состояния нормального сечения на основе деформационной модели формулируется как задачи поиска такого расположения плоскости распределения деформаций в 2-мерном пространстве $\varepsilon = \{\varepsilon_y, \varepsilon_z\}$, которое бы соответствовало действию на элемент вектора нагрузки $F = \{My\}$. Таким образом, решение задачи находится в 2-мерном пространстве.

$$\varepsilon(y) = \varepsilon_z - \frac{1}{r_y}(y - y_0) + \varepsilon_1(y), \quad (1)$$

где $\varepsilon(y)$ – деформация элементарной площадки;