

# КРУГЛЫЙ СТОЛ КАРКАСНО-МОНОЛИТНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

15 октября 2020 года в Министерстве строительства и развития инфраструктуры Свердловской области состоялся «круглый стол» «Каркасно-монолитное домостроение. Проблемы и перспективы», организованный при участии Ассоциации «Союз строителей Свердловской области», Союза строителей Свердловской области, Ассоциации СРО «Строители Свердловской области», Союза научных, проектных и изыскательских организаций Свердловской области, Ассоциации СРО «СОПроект» и редакции журнала «Стройкомплекс Среднего Урала».

По мнению Владимира Вениаминова, главного архитектора Свердловской области, в последние десятилетия в регионе налажено каркасно-монолитное домостроение в сфере секционного многоэтажного строительства. Это был большой шаг по сравнению с панельным, крупноблочным строительством. Однако по-прежнему сохраня-

ется актуальность внедрения новых технологий в малоэтажное домостроение, которое постепенно наращивает объемы. Сегодня оно находится в крайне непрофессиональном состоянии и выстроенные дома не добирают тех возможностей по качеству и стоимости, что способно дать индивидуальное жилищное строительство, включая фундаменты, объемно пространственные и планировочные решения. На рынке мало предложений, способных снизить стоимость малоэтажного домостроения. Большинство специалистов заточены на возведение домов от пяти этажей и выше. Стратегической задачей может стать и применение элементов каркасно-монолитного домостроения в малоэтажном строительстве на территории Свердловской области, которая отличается сложными грунтами и климатическими условиями, чтобы дома стояли как можно дольше.

Илья Бартош, начальник отдела стратегического развития

строительной отрасли министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области, подчеркнул, что, главное, не надо бездумно копировать решения для многоэтажных домов на индивидуальное жилищное строительство.

Участники круглого стола познакомились с опытом рационального проектирования монолитных железобетонных конструкций многоэтажных зданий в Екатеринбурге и Свердловской области. Много вопросов и предложений вызвала гидроизоляция фундамента методом сухой просыпки, разрабатываемая ООО ТД «Гидромикс». Большой интерес вызвал доклад об альтернативных композитных материалах и правильном выборе их для строительства, проектированием которых занимается ООО «НИИ ВСУ/ИНТЕР/ТЭК», а также возможности проектирования высотных зданий на элювиальных грунтах в Екатеринбурге от ООО «ТЕХКОН».



# УСТОЙЧИВОСТЬ ВРЕМЕННЫХ ОПОР ПРИ МОНТАЖЕ КОНСТРУКЦИЙ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ

Рассматриваемая сборно-монолитная каркасная система состоит из следующих элементов: сборных железобетонных колонн, наращиваемых по высоте с использованием штепсельного стыка, сборно-монолитных железобетонных ригелей, сборных

железобетонных предварительно-напряженных многопустотных плит перекрытия, монолитных железобетонных диафрагм жесткости.

Сборная часть ригеля состоит из предварительно-напряженной детали лоткообразной формы.

Монолитная часть ригеля представляет собой железобетонную балку прямоугольного сечения, нижняя часть которой размещена в лотке сборной детали. В местах примыкания ригелей тело колонны лишено бетона для пропуска дополнительной арматуры ригелей через тело колонны и омоноличивания, посредством чего образуется жесткий узел сопряжения ригеля с колонной (рис. 1).

Монтаж рассматриваемого каркаса выполняется на основе разработанного проекта производства работ и на основе технологических карт, в которых указывается порядок монтажа конкретных перекрытий. Так, до монтажа плит перекрытий требуется установить в проектное положение сборную деталь ригеля, которая поддерживается временными опорами. Временные опоры представляют собой телескопические стойки-домкраты. Эти стойки-домкраты необходимо подбирать по их грузоподъемности и обеспечить их устойчивость во время монтажа перекрытий дополнительными связями.

На одном из объектов для монтажа конструкций перекрытия по оси 4.6 (рис. 2) в технологической карте была указана следующая поддерживающая систем стоек (рис. 3, 4). Сечения стоек приняты для нижней части Ø60 мм с толщиной стенки 2 мм, для верхней части Ø51 мм с толщиной стенки 2,5 мм. Стойки располагаются непосредственно под сборной деталью ригеля и под балками, на которые сборная деталь ригеля также опирается. Сечение и жесткость поддерживающих балок соответствуют стандартным деревянным опалубочным балкам двутаврового сечения. Расстояние между стойками, на которые опираются балки, принято 1,2 м. При высоте технического этажа более 5,6 м стойки составлены из двух стоек-домкратов (рис. 5, 6). Количество стоек определяется по формуле  $n=N/Nr$ , где N – вся нагрузка на стойки, Nr – несущая способность стойки по паспорту изготовителя.

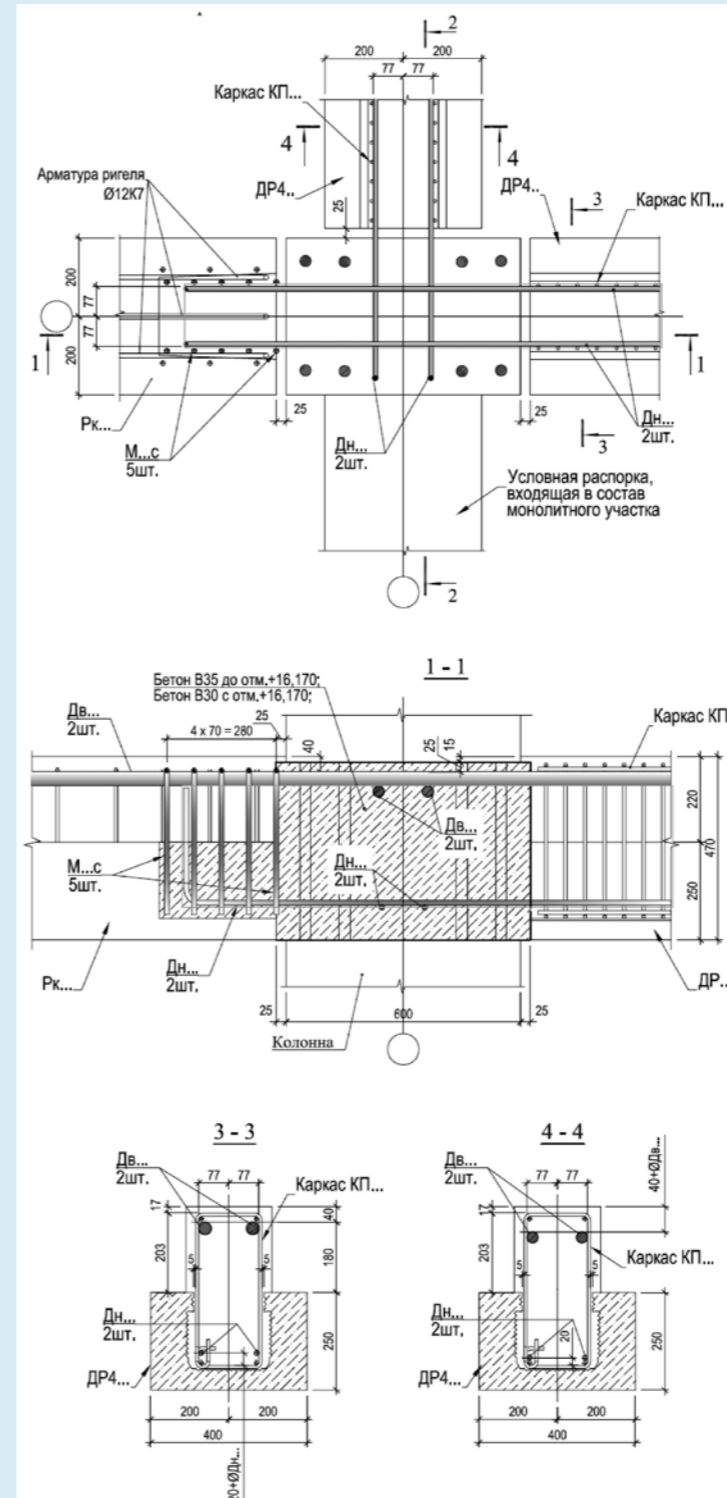


Рис. 1. Узел сопряжения колонны с ригелем

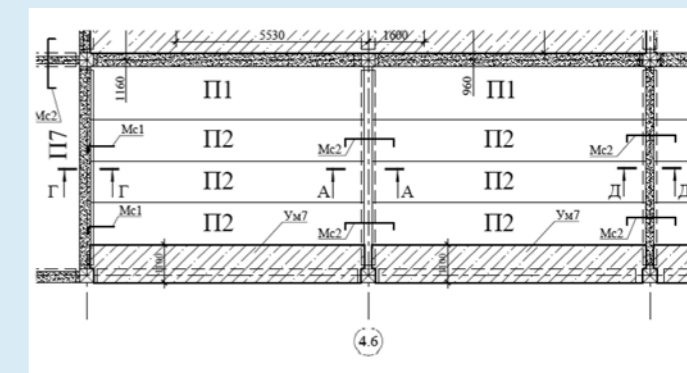


Рис. 2. Фрагмент перекрытия



**Сергей Макаркин,**  
к. т. н., доцент кафедры  
САПРОС ИСА УрФУ



**Анна Старикович,**  
старший преподаватель  
кафедры САПРОС  
ИСА УрФУ

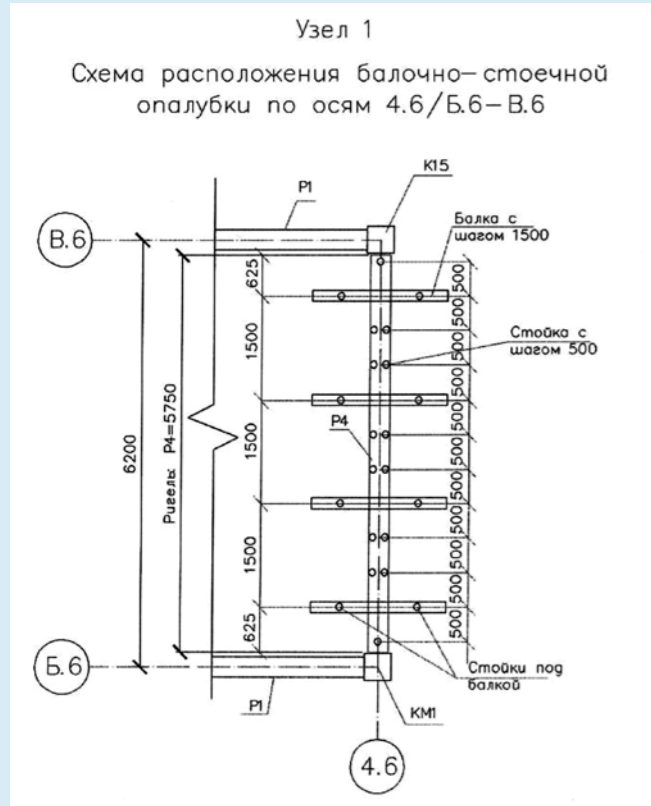


Рис. 3. Схема расположения поддерживающих стоек

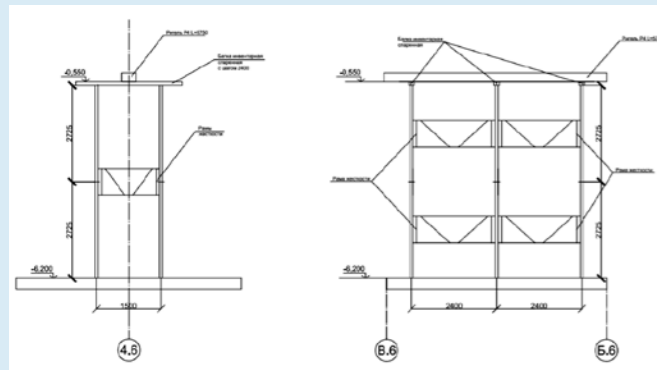


Рис. 4. Схема расположения связей между стойками

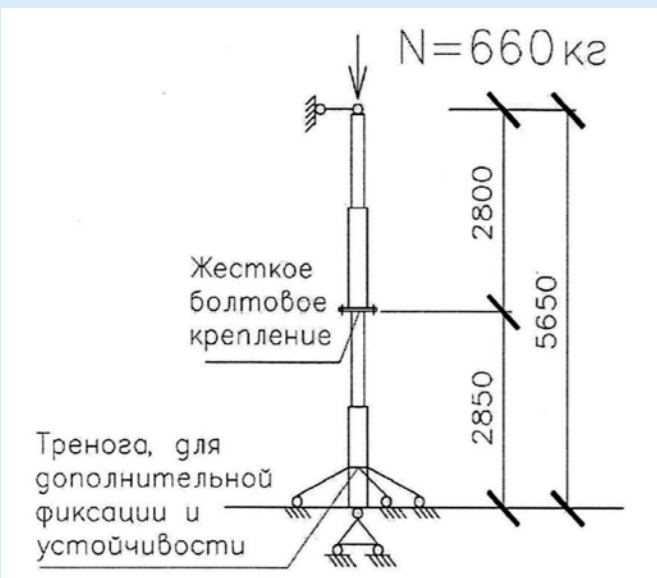


Рис. 5. Расчетная схема стойки из техкарты



Рис. 7. Разрушение спаренной стойки в зоне фланцевого соединения при потере ей устойчивости

обрушения были выполнены статические расчеты пространственной поддерживающей системы в программном комплексе Лира-САПР (рис. 8). Также были выполнены расчеты по определению критической силы при потере спаренными стойками устойчивости методом последовательных приближений в программном комплексе «Scad office» и по «новой» методике расчета на устойчивость [1].

Выполнено два варианта расчетной модели. В первом варианте расчетной модели стойки установлены одна на другую и жестко связаны друг с другом (рис.9, 10). В этом варианте не учитывается податливость стыка стоек. Во втором варианте расчетной мо-

Рис. 6. Схема расположения стоек домкратов на строительной площадке

В технологической карте были допущены грубые ошибки, которые привели к обрушению конструкций перекрытия при монтаже вследствие потери устойчивости спаренных стоек (рис. 7). Для выявления причин

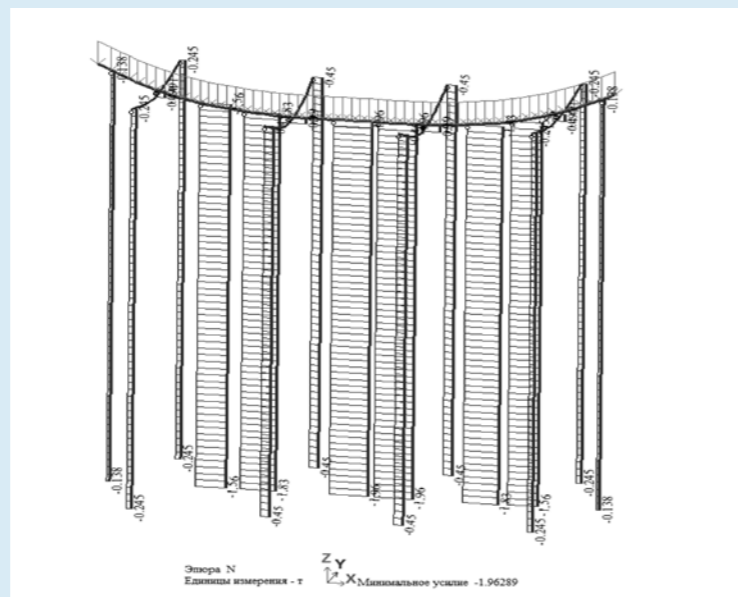


Рис. 8. Эпюры продольных сил в стойках по результатам статического расчета.  $N_{max}=982$  кгс на одну стойку

дели стойки сопрягаются через фланцевое соединение. Толщина фланца 6 мм. Фланцевое соединение на четырех болтах диаметром 10 мм (рис.11-14). В таком варианте модели стыка учитывалась податливость за счет использования специальных конечных элементов КЭ 256.

Для определения величины критической силы в рассматриваемой стойке по методике [1] геометрия стойки задана с учетом наличия начального несовершенства. Геометрия стойки принята наиболее близкой к деформированной схеме стойки в момент потери устойчивости, а именно в виде синусоиды с максимальным отклонением от вертикальной оси на величину 100 мм в уровне середины высоты стойки.

**Выводы:**

- в технологической карте указана схема стоек с наращиванием, однако в паспорте на стойки СД-3.1 такой схемы нет. Производители стоек не допускают такое наращивание. Гибкость состыкованных стоек больше предельной, как для варианта без раскрепления стоек связями (250>120), так и для варианта раскрепления стоек связями к не смещаемым опорам по середине высоты в двух направлениях (130>120);
- в технологической карте опирание ригеля предусмотрено как непосредственно на стойки,

так и на деревянные опалубочные балки, которые опираются на стойки. Возможность такой схемы опирания должна быть подтверждена расчетом, поскольку изгибная жесткость балок может оказаться меньше продольной жесткости стоек. В этом случае нагрузка на стойки должна быть определена не просто предварительным расчетом подбора количества стоек ( $n=N/N_r$ , где  $N$  – вся нагрузка на стойки,  $N_r$  – несущая способность стойки), а при решении статически неопределимой задачи строительной механики. Нагрузка на стойки должна распределиться пропорционально жесткостям. Такого расчета в ППР не представлено:

- на основании проведенных расчетов получена нагрузка на одну стойку – 982 кгс, что больше нагрузки на стойку указанной в технологической карте – 660 кгс. Учет перераспределения нагрузки на стойки приводит к тому, что на элементы с большей жесткостью приходится и большая нагрузка;
- расчет на устойчивость в расчетном комплексе “Scad office” и по методике, представленной в [1], позволил определить усилие в стойке при потере устойчивости – 720 кгс, что согласуется с несущей способностью, указанной в технологической карте – 660 кгс;
- расчет стойки на устойчивость показал, что устойчивость



Рис. 11. Общий вид расчетной модели телескопической стойки-домкрата с фланцевым соединением.

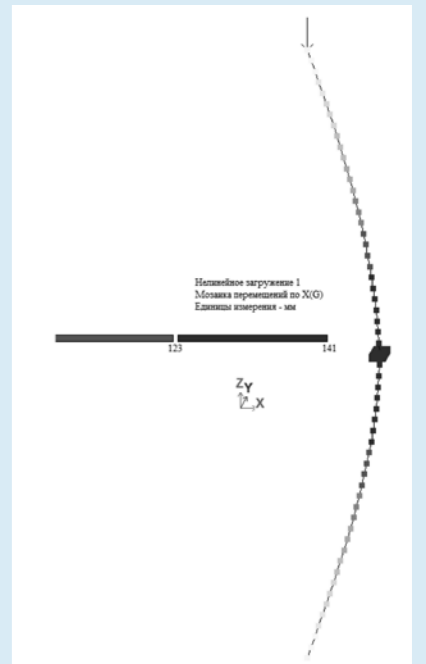


Рис. 12. Деформированная схема стойки. Максимальные перемещения по оси X – 141 мм, начальный выгиб 100 мм, единичная нагрузка 1тс, значение критической силы  $N_{cr}=709$  кгс

не обеспечена. Нагрузка на стойку – 982 кгс превышает предельную в 1,5 раза, критическую силу в 1,36 раза;

- систему поддерживающих элементов при монтаже конструкций сборно-монолитного каркасного здания требуется согласовывать с авторами проекта.

*Литература*  
Дворников, В. А. Новый метод расчета на устойчивость // В. А. Дворников // СМ и РС. – 2015. – N 1. – С.66–70.



Рис. 9. Общий вид расчетной модели телескопической стойки-домкрата без фланцевого соединения

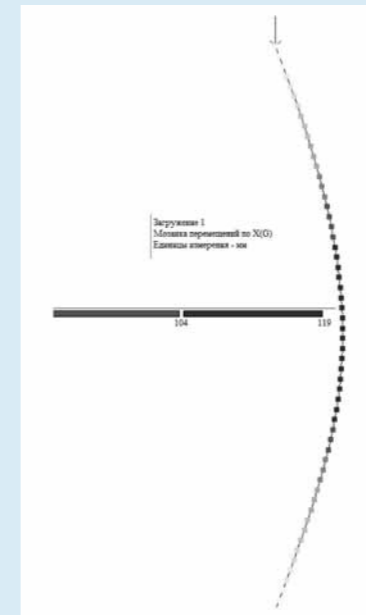


Рис. 10. Деформированная схема стойки. Максимальные перемещения по оси X – 119 мм, начальный выгиб 100 мм, единичная нагрузка 1тс, значение критической силы  $N_{cr}=840$  кгс



Рис. 13. Общий вид расчетной модели телескопических стоек-домкратов с фланцевым соединением, соединенных связями из трубы 25x2.5

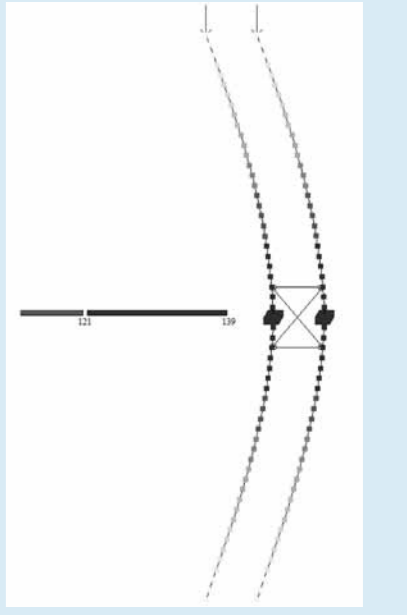


Рис. 14. Деформированная схема стоек, соединенных связями из трубы 25x2.5. Максимальные перемещения по оси X – 139 мм, начальный выгиб 100 мм, единичная нагрузка 1тс на каждую стойку, значение критической силы  $N_{cr}=719$  кгс

# О ПРОЕКТИРОВАНИИ ФУНДАМЕНТА ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ В ГОРОДЕ ЕКАТЕРИНБУРГЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ГРУНТА



**Алексей Алексин,**  
доцент кафедры  
«Мосты и тоннели»  
Уральского  
государственного  
университета путей  
сообщения, к. т. н.

Проектирование фундамента высотного здания в городе Екатеринбурге с использованием нелинейной модели грунта явилось важным этапом в процессе исключения из расчетов оснований сооружений неадекватных для грунта зависимостей Фусса-Винклера и Гука. И если первое из них, в принципе, не отвечает фундаментальным соотношениям механики, то второе, отвечая этим фундаментальным положениям, является физически линейным соотношением для металла, резины и для всех других материалов кроме грунтов. На первый взгляд парадоксально, но именно эта неадекватная грунту деформационная модель, в силу известных случайных обстоятельств, временно принята для расчета грунтовых оснований, некорректно используется проектными организациями.



**Андрей Алексин,**  
старший преподаватель  
кафедры строительных  
конструкций и механики  
грунтов Института  
строительства  
и архитектуры  
УрФУ имени первого  
Президента России  
Б. Н. Ельцина



Фото 1. Дом в ЖК «Цветной бульвар» (г. Екатеринбург, застройщик – Группа ЛСР). Через год осадка дома не превысила 2 см при расчетной – 3 см

Принятие сущностной, технической и экономической важной статьи 16 Федерального закона № 384-ФЗ от 2009 года «О технической безопасности сооружений, защищающей граждан и их имущество от последствий неграмотного проектирования», явилось следствием огромного прогресса в развитии информатизации и геотехнической науки. Безусловно, слабая геотехническая подготовка на фоне массового строительства технически крайне опасна, ведь грунтовое основание является специфическим несущим элементом любого сооружения. Но, к сожалению, с 1985 года геотехника преподается с позиций 1930-х...1960-х годов и, естественно, в этом случае не изучаются требования закона 2009 года, а попутно и аналогичные требования действующих СНиП и СП. Кроме того, в вузах Екатеринбурга практически упразднены кафедры оснований и фундаментов. В результате в городе, который ранее считался одним из главных геотехнических центров в стране, появляются фантастиче-

ски несуразные по конструкциям и стоимости фундаменты, как, например, плитный фундамент на сваях, забитых в скважины в прочной скале, или сваи, вбиваемые наугад в насыпи из глыб или просто насыпи из глыб. Но если первый случай – просто нонсенс, то второй случай часто способствует уничтожению притоков реки Исеть, превращая ее в болото. Да и само давление под насыпью, а значит, и ее осадки, крайне неоднородны, и метод устройства буровых свай-стоек через элювий до скалы, широко практикуемый некоторыми фирмами, является настоящим бедствием, поскольку при двойном завышении стоимости фундаментов еще и недопустимым образом соединяет горизонты подземных вод буровыми сваями как дренами, превращая в подземное кашеобразное болото, чреватое просадками, главный несущий и очень надежный древний грунтовый слой города и окрестностей – твердый элювиальный грунт возрастом 70...250 млн лет. Перечисленные серьезные геотехнические проблемы в городе послужили еще одной причиной для разработки плитного фундамента высотного здания (см. рисунки) в полном соответствии с законом № 384-ФЗ и соответствующими требованиями к расчетной модели основания в СП, обеспечившей при 50 млн рублей снижении стоимости фундамента еще и полную сохранность важного для города уникального древнего слоя грунта, который всегда был базой всех крупных сооружений на Среднем Урале.

Уникальное проектирование плитного фундамента было выполнено с применением хорошо проверенной физически нелинейной модели Боткина, расчетные параметры которой определялись из полевых испытаний по проверенной на ряде объектов уникальной же методике, что позволило также учесть указанные в статье 16 Закона № 384-ФЗ важные для проектирования факторы геометрической нелинейности и реологии. Но необходимо предупредить о недопустимости при-



Фото 2. Котлован для коробчатого фундамента в элювиальном грунте



Фото 3. Нижняя плита коробчатого фундамента

менения для такого проектирования программ ЛИРА и SCAD, за внешней привлекательностью которых скрыт факт несоответствия их расчетной геотехнической части фундаментальным соотношениям механики, в том числе механике грунтов: в результате имеются случаи нескольких аварийных ситуаций и даже обрушение цеха в нашем городе. Еще две немаловажные проблемы, отрицательно влияющие на качество строительства и его безопасность, связаны с непрофессиональным менеджментом, истоки которого также лежат в недостаточном геотехническом образовании. Первая проблема – это тендеры, способствующие получению худшего технического результата: ведь даже при покупке яблок на рынке мы сопоставляем их цену и качество. А вместе с тем в законе № 384-ФЗ имеется строгий критерий правильного решения – это способность или неспособность проектантов и изыскателей выполнять требования статьи 16 – по сути, центральной статьи этого закона. Вторая проблема связана с выбором организаций, осуществляющих геотехнический контроль при возведении и эксплуатации сооружения, контроль этот очень специфический, требующий специальных знаний, в том числе умения рассчитывать реальные напряжения под фундаментами, коренным образом отличающиеся от принятых в нормах. Неумение этого делать на рассмотренном объекте привело к потере большей части ценнейшей уникальной и невосполнимой научно-технической информации, позволившей бы совершенствовать отечественное проектирование.

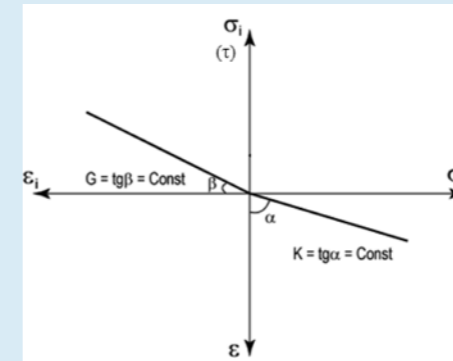


Рис. 2. Диаграмма линейной деформации конструкционных материалов (металлов и камня)

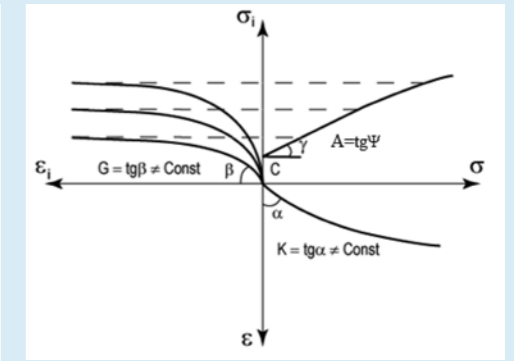


Рис. 3. Упрощенная диаграмма нелинейного деформирования грунта

Зарубежные специалисты такого не допускают, тем более, что информация эта довольно дорого стоит. Но! Издержки технической неграмотности! Правда, это можно поправить, усилив геотехническую подготовку, в том числе сотрудников проектных экспертиз и менеджеров, через курсы повышения квалификации. Представляется также целесообразным введение в практику наряду с должностью главного конструктора, курирующего надземную часть сооружения, должность главного геотехника, курирующего его подземную несущую специфическую часть, включая расчеты грунтов; в его же обязанности целесообразно было бы включить проведение и тендеров по геотехническому направлению. Наконец, главное резюме: проектировать основания и фундаменты зданий необходимо с использованием только физически нелинейных моделей, параметры которых для технической надежности и получения солидной экономии следует определять только из полевых испытаний. Как правило, за счет правильного учета свойств грунтов и оптимизации в этой свя-

зи конструкций фундаментов экономия по стоимости фундаментов больших сооружений составляет несколько десятков миллионов рублей, а для сооружений типа коттеджей – 2...4 млн рублей.

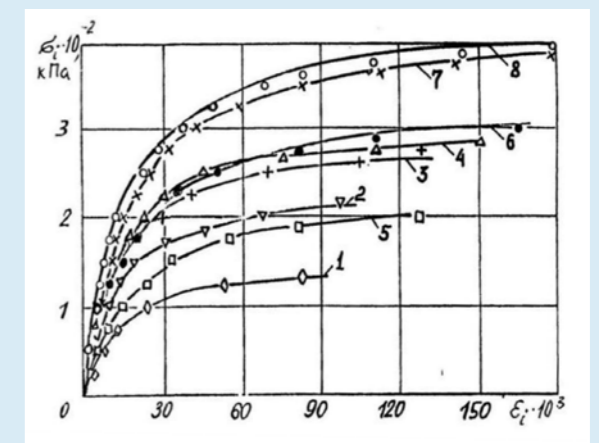


Рис. 4. Фрагмент результата девиаторного (обобщенный сдвиг) нагружения образца грунта в стабилометре

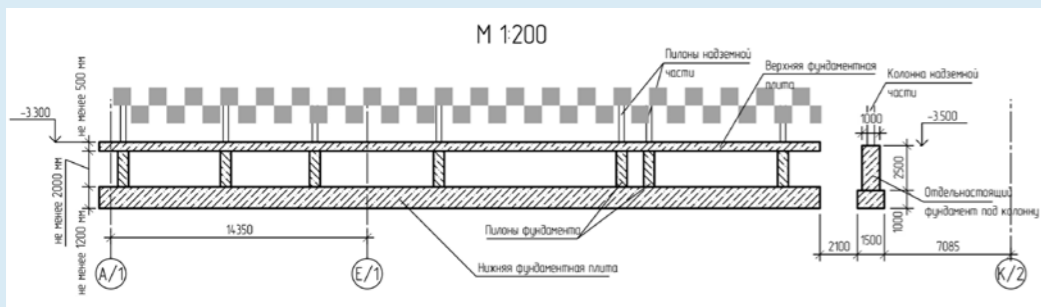
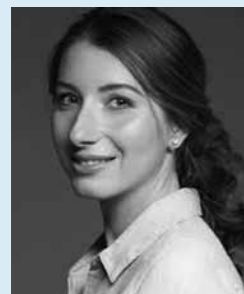


Рис. 1. Поперечный разрез плитного фундамента на элювиальном грунте (здесь форма фундамента диктовалась большой толщиной насыпных грунтов)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



**Анна Галиева,**  
индивидуальный  
предприниматель



**Денис Галиев,**  
заместитель  
председателя Комитета  
по строительству  
Администрации  
г. Екатеринбурга

Модификация строительных материалов, получаемых на основе минеральных вяжущих полимерами путем направленного изменения структуры и, соответственно, свойств этих материалов, широко используется в строительной отрасли.

Традиционные материалы на основе минеральных вяжущих – бетоны и растворы – по своим физико-механическим характеристикам являются типичными каменными материалами, характеризующимися высокой прочностью при сжатии и низкой – при изгибе и растяжении. У них высокий модуль упругости и малая деформативность, низкая адгезия к другим материалам и невысокое сопротивление ударным воздействиям. Наличие пор в затвердевшем бетоне и растворе и химический состав затвердевшего вяжущего определяют их ограниченную морозостойкость и невысокую химическую стойкость (особенно в кислых средах).

Полимерные материалы в большинстве своем, напротив, обладают высокой прочностью при растяжении и изгибе, у них более низкий модуль упругости и большая деформативность, хорошие адгезионные свойства и высокая химическая стойкость [1–3]. Фактором, ограничивающим применение полимеров в строительстве, является их высокая стоимость.

Попытки получить материалы на основе сочетания минеральных вяжущих и полимеров с тем, чтобы максимально использовать лучшие качества каждого компонента и свести к минимуму отрицательные свойства, предпринимались еще в 20–30-х гг. XX в. [2]. Большой вклад в исследование структуры, свойств и технологии композиционных материалов на основе полимерных связующих внесли Ю. М. Баженов, Г. М. Бартевев, А. Н. Бобрышев, А. Н. Волгушев, А. М. Данилов, А. С. Диденкула, В. Т. Ерофеев, А. Д. Зимон, П. Г. Комохов, Е. В. Королев, Н. И. Макридин, М. А. Меньковский, В. В. Патуроев, А. П. Прошин, П. А. Ребиндер, И. А. Рыбьев, Ю. А. Соколова, В. И. Соломатов, Н. Б. Урьев, В. М. Хрулев, Е. М. Чернышов, С. В. Федосов, Ю. И. Орлов-

ский, Дж. Хо, Р. Вудхамс, А. Ортега, Ф. Паррета, Р. Лува, И. Жордан, Т. Тадахино, Т. Масато, И. Томохиро и многие другие отечественные и зарубежные ученые [2–3, 4–7]. Теоретические исследования процессов структурообразования, разработки составов полимерных строительных материалов и технологий изготовления изделий на их основе посвящены работы В. И. Соломатова, В. В. Патуроева, И. М. Елшина, И. Е. Путляева, А. П. Прошина, Ю. М. Баженова, А. Н. Бобрышева, Б. А. Бондарева, В. Т. Ерофеева, Ю. И. Калгина, А. Д. Корнеева, Т. А. Низиной, А. М. Иванова, Ю. Б. Потапова, А. П. Федорцова, В. Д. Черкасова, В. П. Ярцева и других ученых.

Модификация бетонов и растворов может идти двумя путями: введением полимера в бетонную или растворную смесь, либо обработкой полимером затвердевшего бетона.

В первом случае, если полимер вводится в смесь как дополнительное вяжущее помимо основного минерального (цемента, гипсового вяжущего), получают так называемый полимерцементный материал. В полимерцементных материалах основную структурообразующую роль играет минеральное вяжущее, а полимер, оказывая влияние на свойства смеси, на процесс твердения минерального вяжущего и на структуру затвердевшего материала, существенно изменяет свойства готового материала. Так, добавляя в смесь полимер в количестве 2...20 % от массы минерального вяжущего, можно придать бетону или раствору высокую водонепроницаемость, стойкость к износу, низкую электропроводность, сильно повысить его адгезию к другим материалам. Если же минеральное вяжущее целиком заменить в бетонной смеси полимером, такой материал будет являться полимербетоном.

Во втором случае, при про-

питке затвердевшего бетона (или раствора) полимером, получают бетонополимер – бетон, в порах которого образовалась пространственная сетка затвердевшего полимера. Пропитка бетонов полимеризующимися составами на основе синтетических мономеров резко (в 3–5 раз) повышает их прочность и другие свойства, что позволяет снизить массу конструкций и изделий и значительно повысить их долговечность.

Большим достоинством полимерцементных и полимерных бетонов и растворов является технология их получения, которая мало отличается от технологии бетонов и растворов на минеральных вяжущих. Для них используется стандартное оборудование для приготовления и укладки бетонных и растворных смесей. Твердеют полимерцементные и полимерные бетоны и растворы при нормальных условиях; ускоряют твердение тепловой обработкой.

Расход полимеров в полимерцементных материалах составляет 2...20 % ( $P/C=0,02...0,2$ ) от массы минерального вяжущего, однако его стоимость значительно выше (в 10...100 раз), чем стоимость минеральных вяжущих. Поэтому стоимость полимерцементных растворов и бетонов значительно выше, чем обычных цементных. Так, например, латекс-цементный раствор на латексе с  $P/C=0,12$  дороже обычного раствора в 1,5...2 раза. Стоимость полимерцементных материалов на терморезистивных водонерастворимых олигомерах еще выше: так, оксидно-цементные растворы с  $P/C=0,10...0,15$  дороже обычных цементно-песчаных растворов в 10 раз и более.

Высокая стоимость и специфические свойства полимерных материалов определяют рациональные области их применения: тонкослойные покрытия (отделочные материалы, материалы для полов), составы при ремонтных работах, для гидроизоляции и герметизации, получения электроизоляционно-омоноличивающих составов и т.п.



Рис. 1. Ремонт язвенной коррозии металлической конструкции полимерным материалом на основе эпоксидной смолы

Полимерные материалы имеют хорошую адгезию как бетонным, металлическим, так и к деревянным поверхностям.

Пример ремонта язвенной коррозии металлической конструкции приведен на рисунке 1.

Широкое применение полимерные составы нашли в нефтегазодобывающей отрасли при строительстве и ремонте скважин. Современные полимерные материалы способны выдерживать давление до 700 атмосфер.

Перспективным применением полимерсодержащих строительных материалов при соответствующем технико-экономическом обосновании является производ-

ство и строительство:

- крупногабаритных элементов повышенной трещиностойкости;
- монолитных и сборных железобетонных конструкций и изделий, эксплуатируемых в условиях агрессивной среды;
- свай для строительства в вечномёрзлых грунтах, опор морских причальных сооружений, работающих в суровых климатических условиях;
- заглубляемых морских сооружений;
- различных видов сплошных и опорных покрытий полов с повышенными показателями износо- и трещиностойкости, а также беспыльности;

— дорожных и аэродромных покрытий с высокой износостойкостью и адгезией к старому бетону. Для принятия решения об использовании полимерсодержащих бетонов и растворов при строительстве, реконструкции или усилении строительных конструкций, целесообразно выполнять технико-экономическое сравнение различных вариантов реализации с учетом стоимостного анализа жизненного цикла объекта (учитывая стоимость строительства, периодичность и стоимость текущих и капитальных ремонтов, расчетный и нормативный срок эксплуатации объекта).

### Список использованной литературы:

1. Байер, В. Е. *Архитектурное материаловедение: учебник для студентов вузов* / В. Е. Байер. – Москва: *Архитектура*, 2012. – 234 с. – ISBN 978-5-9647-0224-5. – Текст: непосредственный.
2. Колосова, А. С., Сокольская, М. К., Виткалова, И. А., Торлова А. С., Пикалов Е. С. *Современные полимерные композиционные материалы и их применение* / А. С. Колосова, М. К. Сокольская, И. А. Виткалова, А. С. Торлова, Е. С. Пикалов // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2018. – № 5. – С. 245–256. – Текст: электронный. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12252> (дата обращения: 06.10.2020).
3. Попов, К.Н. *Полимерные и полимерцементные бетоны, растворы и мастики* / К. Н. Попов. – Москва: *Высшая школа*. 1987. – 40 с. – Текст: непосредственный.
4. R. Bedi, R. Chandra, S. P. Singh *Reviewing some properties of polymer concrete* // *Indian Concrete Journal*. – 2014. – № 8. – С. 47–68. – Текст: непосредственный.
5. M. Barbuta, M. Harja, I. Baran *Comparison of mechanical properties for polymer concrete with different types of filler* // *Journal of Materials in Civil Engineering*. – 2010. – № 7. – С. 696–701. – Текст: непосредственный.
6. M. Haidar, E. Ghorbel, H. Toutanji *Optimization of the formulation of micro-polymer concretes* // *Construction and Building Materials*. – 2011. – № 4. С. 1632–1644. – Текст: непосредственный.
7. B.W. Jo, S.K. Park, D.K. Kim *Mechanical properties of nano-MMT reinforced polymer composite and polymer concrete* // *Construction and Building Materials*. – 2008. – № 1. – С.14–20. – Текст: непосредственный.

# АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УТЕПЛЕНИЯ ВЫСТУПАЮЩИХ ФАСАДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



**Евгений Редикутьцев,**  
старший преподаватель  
кафедры строительного  
производства  
Строительного  
института УрФУ  
им. Б.Н. Ельцина

Организация выступающих элементов фасада является широко известным и часто применяемым архитектурным решением (Рис.1). Данное решение позволяет повысить архитектурную выразительность фасада, подчеркивает стройность и узнаваемость облика здания в целом.

При достаточно большой высоте здания данные элементы из-за увеличения ветровых нагрузок возможно выполнить только совместно с несущим железобетонным каркасом, что приводит к появлению в системе здания несущих элементов, выходящих за тепловой контур здания.

Наиболее часто вопрос утепления данных выступающих частей решается архитекторами достаточно просто – контурным утеплением выступающего элемента.

Однако, как показывает практика, в том числе результаты тепловизионного обследования, данное решение является неэффективным. Причиной данной неэффективности является неверное толкование распределения тепловых потоков в пределах единой монолитной железобетонной конструкции. Действительно, нормативные документы предлагают довольно простой метод расчета требуемой толщины утеплителя для наружных ограждающих конструкций. Однако следует учитывать, что этот метод, предполагающий одномерное решение задачи теплопроводности применим только для термически однородных конструкций, в то время как стена, утепленная по контуру, такой конструкцией не является. Для данных стен следует применять плоскую задачу теплопроводности, а с учетом примыкания стен к плитам перекрытий и трехмерную задачу.

Специалистами строительного института Уральского федерального университета выполнены расчеты тепловых потоков для трехмерной задачи теплопроводности в зоне примыкания выступающих участков несущих стен к наружным несущим стенам. В целях расчета были рассмотрены монолитные железобетонные стены толщиной 200 и 300мм с вылетом за тепловой контур здания до 2000 мм. Утепление наружной части стены предполагалось контурным в виде минераловатного утеплителя толщиной 100 мм.

Результаты расчета в программном комплексе ANSYS показывают, что эффективность контурного утепления в значительной

мере снижается при увеличении выноса плиты за тепловой контур здания. В частности, при вылете 2000 мм тепловой поток через поперечное сечение стены увеличивается приблизительно в 2,5 раза относительно стены с нулевым выносом (60 Вт/кв. м и 25 Вт/кв. м соответственно для стены толщиной 200 мм, см. Рисунок 2).

Аналогично снижается температура поверхности стены в углах сопряжения несущей и не несущей стены, например, для стены толщиной 200 мм и выносом 2000 мм температура снижается почти на 3 градуса относительно такой же стены без выноса (Рис. 3).

В то же время, расчеты показали, что увеличение толщины утеплителя на наружном контуре выступающих конструкций не является эффективным мероприятием – увеличение толщины утеплителя в 2 раза приводит к снижению теплового потока приблизительно на 20 %, что вряд ли можно признать экономически обоснованным решением. По результатам выполненных расчетов в архитектурно-строительном проектировании рекомендуется предусматривать в несущих монолитных железобетонных стенах вертикальные термовкладыши, аналогичные горизонтальным термовкладышам в плитах перекрытий, которые уже прочно вошли в практику монолитного домостроения. В этом случае для теплового потока создается преграда, расположенная перпендикулярно линиям теплового потока и утепление работает значительно эффективнее, даже при меньшем суммарном расходе материалов.

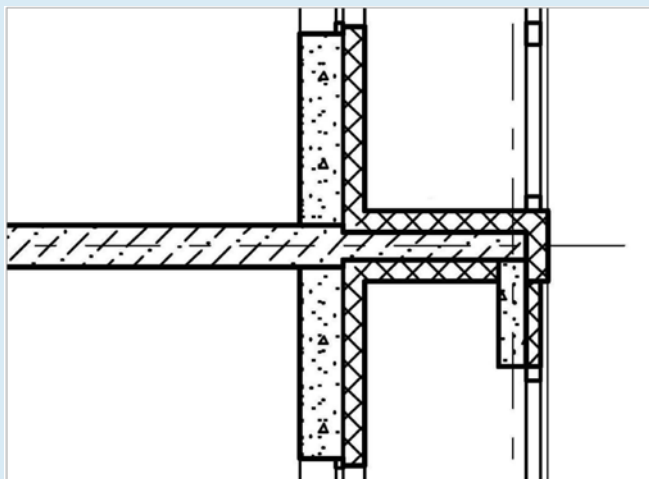


Рис.1. Пример архитектурного решения несущей стены, проходящей через тепловой контур здания

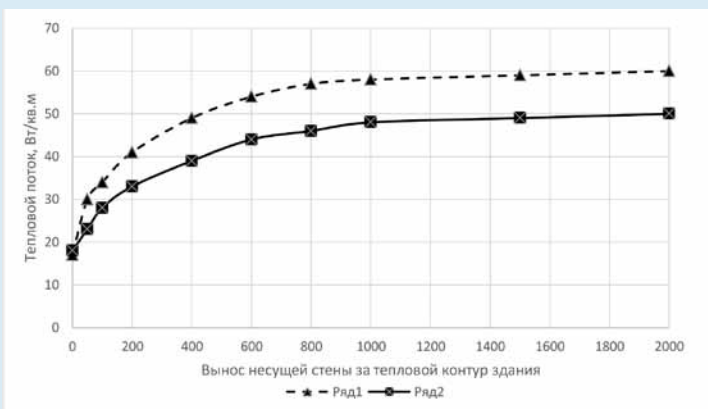


Рис. 2. Зависимость теплового потока от выноса несущей стены за тепловой контур здания

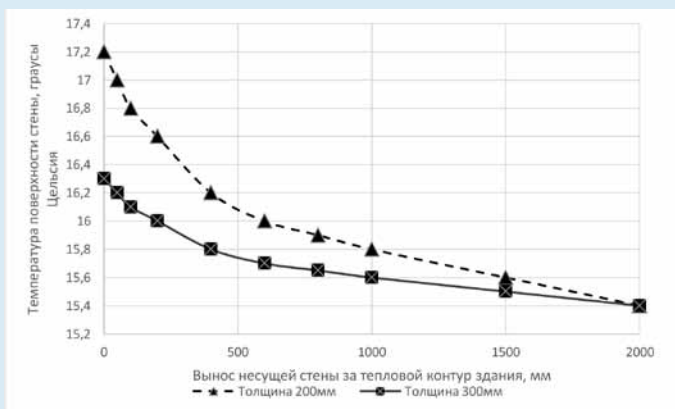


Рис. 3. Зависимость температуры поверхности стены от выноса несущей стены за тепловой контур здания