

- Rannila termoprofiilseinad 2001 RUS. С301: [Электронный ресурс] // Rannila rakennejärjestelmät-käsikirja. Rannila Steel Oy. 2001. ISBN 951-98687-1-2. URL: <http://dwg.ru/dnl/8524>. – Дата доступа: 10.09.2015.
- Прокат листовой горячеоцинкованный: ГОСТ Р 52246-2004.
- Брудка, Я. Легкие стальные конструкции / Я. Брудка, М. Лубиньски; пер. с польск.; под ред. С.С. Кармилова. – Изд. 2-е, доп. – М.: Стройиздат, 1974. – 342 с.
- Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования = Ахова будаўнічых канструкцый ад карозіі. Будаўнічыя нормы праектавання: ТКП 45-2.01-111-2008 (02250). – Введ. 08.09.2008 (с отменой на территории РБ СНиП 2.03.11-85). – Минск: Минстройархитектуры, 2008. – 88 с.
- Здания и сооружения, возводимые с применением изделий поэлементной сборки. Правила проектирования и устройства = Будынікі і збудаванні, узводзімыя з прымяненнем вырабаў паэлементнай зборкі. Правілы праектавання і ўстройвання: ТКП 45-3.02-156-2009 (02250). – Введ. 14.10.2009. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 28 с.
- Легкие ограждающие конструкции. Правила монтажа = Лёгкія агараджальныя канструкцыі. Правілы мантажы: ТКП 45-5.06-136-2009 (02250). – Введ. 14.04.2009 (с отменой на территории РБ раздела 6 СНиП 3.03.01-87). – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 10 с.
- КНАУФ. АКВАПАНЕЛЬ® Наружная стена. Технико-экономическое сравнение вариантов возведения административного здания с различной конструкцией наружных стен: [Электронный ресурс]. 2010. – Режим доступа: URL: http://www.knauf.ru/media/download/booklet/Aquapanel_TE_srav.pdf. – Дата обращения: 10.09.2015.
- КНАУФ. GIVE SPACE. Снесите традиционные стены: [Электронный ресурс]. 2010. – Режим доступа: URL: http://www.aquapanel.ru/netcat_files/brochures/GIVE%20SPACE_Inspirational%20brochure_RUS.pdf. – Дата обращения: 10.09.2015.

Материал поступил в редакцию 09.03.16

DUBATOVKA A.I. Modern constructive solutions of frame buildings with the use of lightweight enclosing structures

Actual constructive solutions of lightweight enclosing structures for multi-storey civil buildings is considered. Introduction of cold-formed profile based construction panels will allow to improve technical and economic indicators of construction and to gain energy saving effect both by construction production, and at operation of buildings.

Instead of a perforated profile the normal profile without rows of slotted holes is used in the construction. The cold bridge problem is solved by the use of special heat- and fireresistant gaskets. The use of magnesium oxide assembled cladding serving as a sheathing is proposed.

УДК 624.01

Зинкевич И.В., Шевчук В.Л.

К ОПЫТУ ВОЗВЕДЕНИЯ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ С ПОЭТАЖНЫМ ОПИРАНИЕМ НАРУЖНЫХ СТЕН

Введение. В последнее время (10–15 лет) в строительстве достаточно широкое распространение получили каркасные здания с поэтажным опиранием наружных стен на междуэтажные перекрытия. Это позволяет не только экономить на стоимости здания (вследствие применения материалов невысокой прочности), но и придавать фасаду архитектурную выразительность.

Однако в процессе возведения и эксплуатации таких зданий (не только у нас, но и в других странах СНГ, в частности, в России) выявились и определённые проблемы. Это связано и с обеспечением температурного режима ограждающих конструкций, и с работой облицовочного слоя, воспринимающего горизонтальные нагрузки и передающего их основной кладке, а также другие. В данной статье, в частности, анализируется опыт возведения каркасного 16-этажного жилого дома с поэтажным опиранием наружных стен на междуэтажные перекрытия по ул. Октябрьской революции в г. Бресте.

Строительство жилого дома было начато в 2008 году строительной организацией ООО «Облик», которая и являлась одновременно разработчиком проектно-сметной документации. В 2009 году строительство было приостановлено. К этому времени был почти полностью возведен железобетонный монолитный каркас и выполнена кладка первых двух этажей здания. С 2011 года строительно-монтажные работы на объекте выполнялись СУ №98 стройтреста №8.

В 2011 году СУ №98 была выполнена кладка наружных стен здания с 3 по 10 этаж. На этом этапе работы были приостановлены из-за выявленных отклонений кладки наружных стен от проектного решения, вызванных отклонениями торцевых граней плит перекрытий от проектного положения. В дальнейшем было принято решение на верхних этажах здания перейти на опирание наружных стен пол-

ностью на плиту, и строительство было продолжено.

В конструктивном плане жилой дом представляет собой односекционное каркасное здание башенного типа с полным железобетонным монолитным каркасом. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается железобетонными диафрагмами и ядрами жесткости и монолитными безбалочными перекрытиями. Наружные стены выполнены трехслойными: из стеновых блоков из ячеистого бетона, воздушной прослойки и облицовочного слоя из лицевого керамического кирпича с поэтажным опиранием на края плит перекрытий. Общий вид здания на момент обследования приведен на рисунке 1.

При обследовании наружных стен жилого дома, анализе проектной документации с учетом, результатов геодезической съемки и проверки физико-механических характеристик материалов наружных стен, в лаборатории БрГТУ были получены следующие результаты.

Согласно проекту 10/2006-63 наружные стены выполнены из газосиликатных блоков, средней плотностью D500, класс по прочности В 1.5 на клею. Толщина внутреннего слоя 400мм. Наружная облицовка стен выполнена из кирпича керамического облицовочного пустотелого утолщенного с 32-мя прямоугольными пустотами размером 15x15 мм. Проектная марка кирпича КРПУ 100/35 по СТБ 1160-99 на цементно-песчаном растворе М75 F50.

Перемычки на прямых участках стен выполнены брусковыми, для облицовочного слоя применены перемычки из стального уголка с нанесением антикоррозионного покрытия. На криволинейных участках стен использованы цементно-песчаные перемычки, армированные стержнями $\varnothing 12S400$ (рис. 2).

Зинкевич Игорь Владимирович, к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Шевчук Валерий Леонидович, к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.



Рис. 1. Общий вид здания



Рис. 2. Перемычки над криволинейным проемом

Проектный зазор между блоками и облицовкой составляет 10 мм и заполняется раствором. В действительности этот зазор на 1–10 этажах колеблется в широком диапазоне. Для уменьшения зазора в ряде мест газосиликатные блоки выпущены за край монолитной плиты перекрытия на величину до 70 мм. В ряде случаев в этом месте образовались незаполненные раствором полости. Согласно проектному решению облицовочный слой на 1–10 этажах опирается на тычковый ряд, уложенный по плите перекрытия на цементно-песчаном растворе. Для восприятия горизонтальных усилий предусмотрены связи из коррозионностойкой проволоки $\varnothing 4$ мм. Проектом предусмотрено торцы плит перекрытий закрывать плитками толщиной 30 мм, полученными путем резки лицевого кирпича. Облицовка выполняется на этаж и заканчивается деформационным горизон-

тальным швом по всему периметру плиты перекрытия, выполненный из пенополистирольного вкладыша толщиной не менее 15 мм.

Для проверки физико-механических характеристик материалов наружных стен были отобраны в 5-ти местах образцы кирпича, раствора облицовочного слоя, газосиликата и произведены испытания на сжатие в лабораторно-испытательном корпусе БрГТУ. Результаты испытаний показали соответствие проектных марок материалов стен действительным. Поэтому для дальнейших расчетов усиления конструкций наружных стен принимались проектные характеристики материалов.

Как показало проведенное обследование и выполненная ранее съемка, имелись существенные отклонения выпуска края монолитных плит от проектного положения. Эти отклонения достигали максимальной величины порядка 130 мм.

Также имело место отклонение кладки облицовочного слоя от вертикали. В результате чего площадка опирания тычкового ряда облицовочного слоя недостаточна, а в местах наибольших отклонений практически отсутствует (рис. 3).



Рис. 3. Опирание тычкового ряда на перекрытие в местах наибольших отклонений

Гибкие связи лицевого и основного слоев кладки изготовлены из оцинкованной проволоки $\varnothing 4$ мм. Из-за несовпадения отметок горизонтальных швов внутреннего и облицовочного слоев анкера изгибаются в построчных условиях, что является недопустимым. Выгиб анкеров, а также увеличение их длины из-за увеличенного зазора между облицовочным слоем и газосиликатом, приводит к их излишней податливости и снижению сопротивления сжатию от действия ветровых нагрузок (рис. 3). Количество анкеров в зонах оконных и дверных проемов не увеличено по сравнению с анкерами на глухих участках стен.

В облицовочном слое на отдельных локальных участках выявлены некачественное заполнение и расшивка швов.

Начиная с 11-го этажа опирание облицовочного слоя производилось на плиты перекрытий. В проектные решения были внесены изменения. Предусмотрены гибкие связи из стеклопластиковой арматуры $\varnothing 6$ мм с шагом 400 мм.

Для приведения стен здания в работоспособное состояние нами были разработаны и предложены следующие мероприятия:

1. Предусматривалось усиление облицовочного слоя наружных стен здания в соответствии со схемой (рис. 4, 5).

Опорные столики выполнены из равнополочного уголка 125x10. Защита от коррозии опорных столиков предусматривалась как для слабоагрессивной среды [2]. В частности, использовалась антикоррозионная цинковая защита, нанесенная методом гальванизации в ванне с массой не менее 940 г/м². Опорные столики устанавливались на участках плит перекрытий, на которых величина свеса тычкового ряда превышала 60 мм. Перед установкой столиков на верхнюю пластину укладывался выравнивающий слой цементно-песчаного раствора М75 F 50 толщиной 10–12 мм. Для включения опорных столиков в работу производилось попеременное натяжение болтов. После натяжения болтов ниши столиков утеплялись и выполнялась наружная штукатурка по сетке согласно проектному решению.

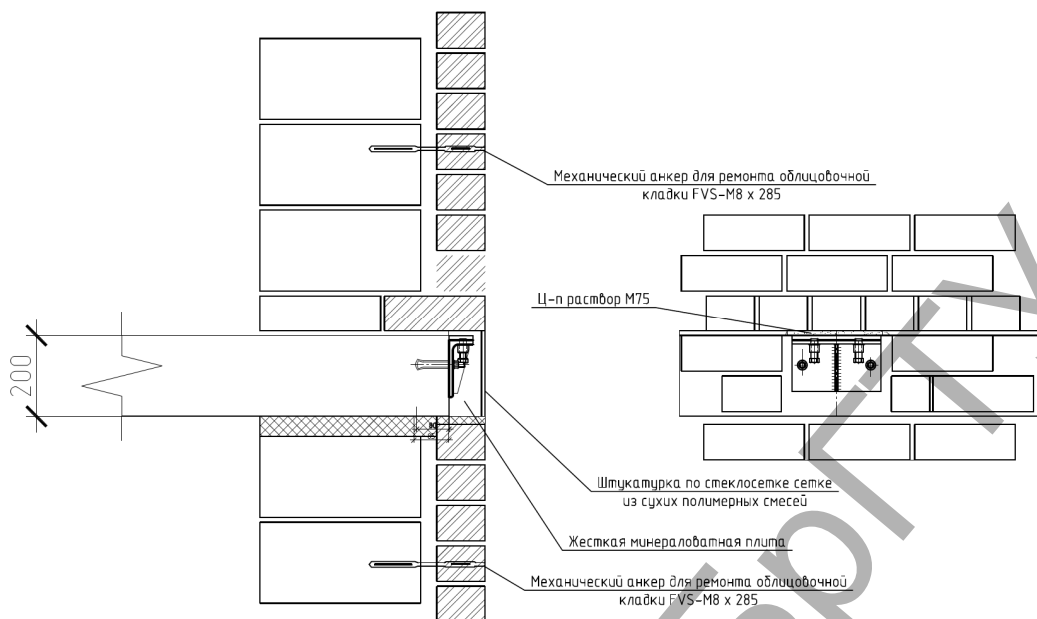


Рис. 4. Схема установки опорных столиков и анкеров

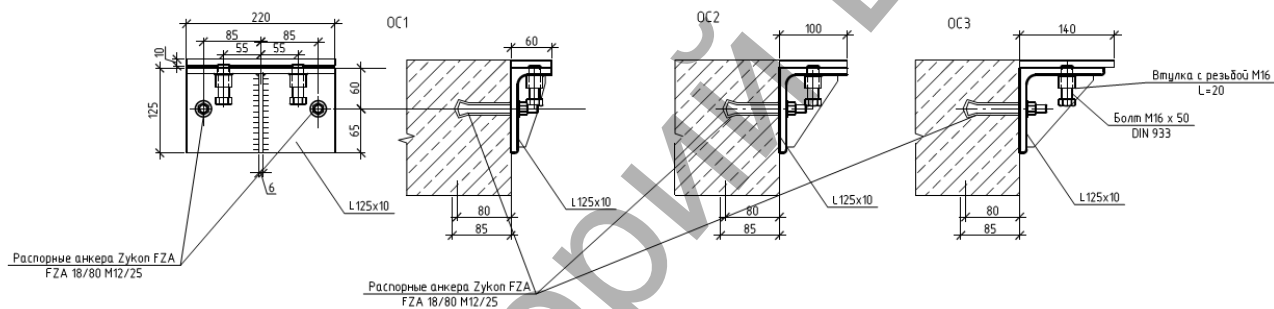


Рис. 5. Устройство опорных столиков

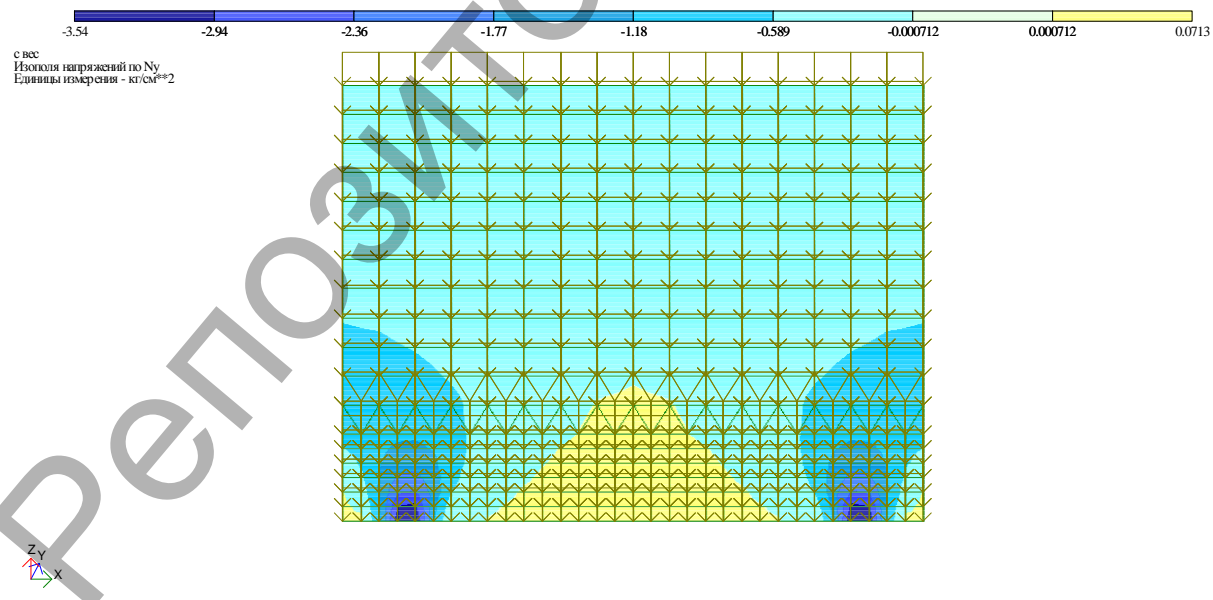


Рис. 6. Нормальные вертикальные напряжения при шаге столиков 3 м

2. Для восприятия и передачи горизонтальных усилий устанавливались ремонтные анкера фирмы Fisher, которые располагались на ровных участках стен с максимальным шагом 1200 мм, на участках стен вблизи оконных проемов или углов – с шагом 600 мм.

3. В местах образования воздушных полостей между облицовочным слоем и газосиликатом необходимо было просверлить отверстия вверху и внизу полости $\varnothing 12$ мм для обеспечения вентилирования.

С целью выбора оптимального шага опорных столиков производилось конечно-элементное моделирование и расчеты участков облицовочного слоя стен.

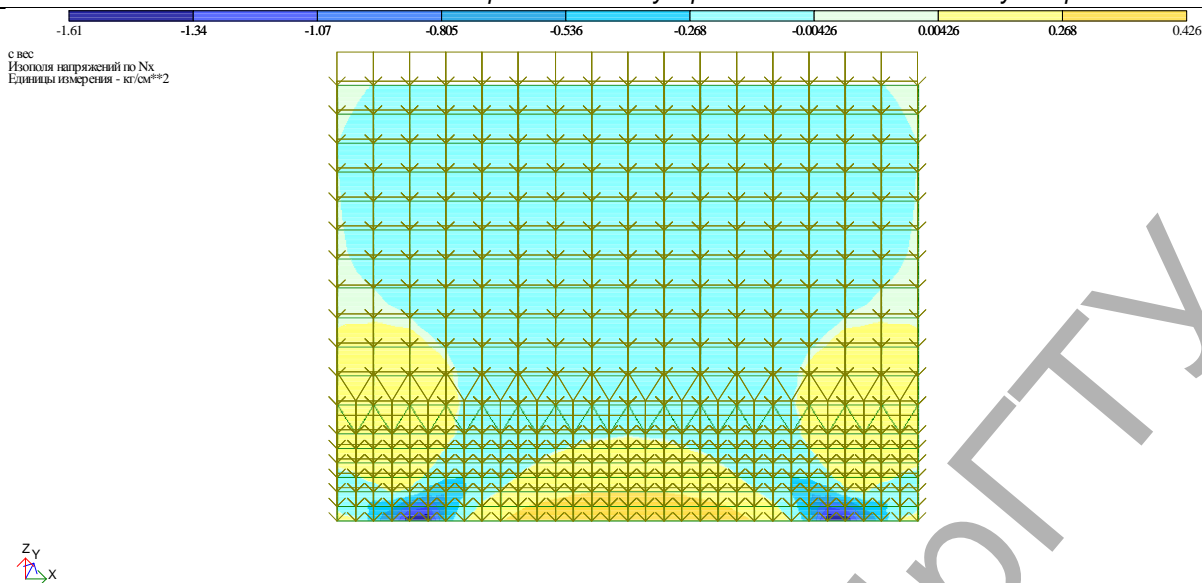


Рис. 7. Нормальные горизонтальные напряжения при шаге столиков 3 м

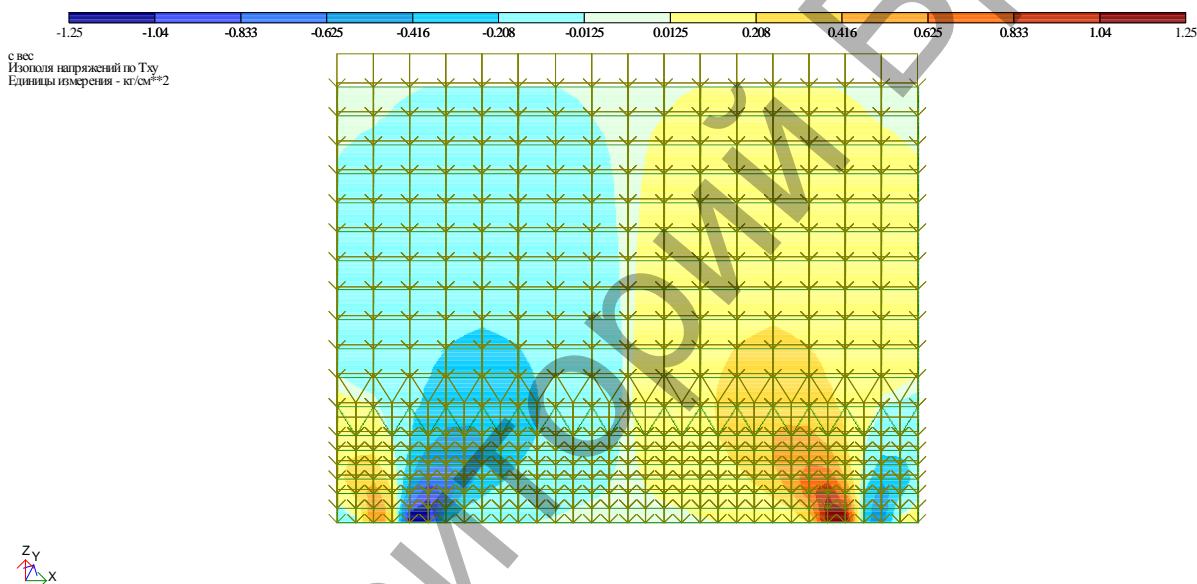


Рис. 8. Касательные напряжения при шаге столиков 3 м

Прочностные характеристики облицовочного слоя кладки определялись согласно проектным маркам кирпича и раствора [3].

Ветровая нагрузка принималась для I-го ветрового района для типа местности А ($W_0=23 \text{ кгс/м}^2$) [1]. Расчеты производились при помощи вычислительного комплекса Lira-Windows. Участки облицовочного слоя стен моделировались четырехугольными конечными элементами оболочек с шестью компонентами напряженно-деформированного состояния. Рассчитывались отдельные фрагменты прямолинейных и криволинейных участков стен с различным расположением опорных столиков и ремонтных анкеров с целью выбора рационального их расположения и количества.

Ниже приводим изополя внутренних усилий для наиболее неблагоприятных случаев прямолинейного участка стены. Криволинейные участки находятся в более благоприятных условиях ввиду более высокой пространственной жесткости.

В запас прочности опирание на существующий тычковый ряд не учитывалось, не учитывались также существующие гибкие связи.

Как показал мониторинг, за последние 3 года не выявлено дефектов и повреждений облицовочного слоя здания, что может свидетельствовать об эффективности принятых конструктивных решений по его усилению и включению в работу элементов усиления.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85 – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 35 с.
2. Защита строительных конструкций от коррозии: СНиП 2.03.11-85 – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
3. Каменные и армокаменные конструкции: СНиП II-22-81 – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.

Материал поступил в редакцию 17.03.16

ZINKEVICH I.V., SHEVCHUK V.L. To experience of construction of frame buildings with a floor-by-floor opiraniye of external walls

Experience of construction frame 16 floor houses in Brest with a floor-by-floor opiraniye of external walls on interfloor overlappings is analyzed.