

УДК 692.23

## Пути совершенствования конструктивно-технологических решений несущих кирпичных стен

**Вячеслав Николаевич ЧЕРНОИВАН**, кандидат технических наук, профессор, e-mail: vnchernovian@list.ru

**Владимир Геннадьевич НОВОСЕЛЬЦЕВ**, кандидат технических наук, доцент, e-mail: vgnovoseltsev@yandex.ru

**Николай Вячеславович ЧЕРНОИВАН**, кандидат технических наук, доцент, e-mail: chernovian@inbox.ru

**Виталий Иванович ЮСКОВИЧ**, кандидат технических наук, доцент, e-mail: yuskovich\_vitaly@mail.ru

**Анна Вячеславовна ЧЕРНОИВАН**, кандидат технических наук, доцент, e-mail: bel\_anna@list.ru

УО «Брестский государственный технический университет», Республика Беларусь, 224013 г. Брест, ул. Московская, 267

***Аннотация.** Приведена информация об исследованиях, проводимых в России с начала XIX в, по совершенствованию конструктивных решений несущих стен. Практика строительства кирпичных зданий показала, что массивная кирпичная кладка на тяжелых растворах является более технологичной, чем аналогичная кладка на легких растворах. Отмечено, что дальнейшее совершенствование конструктивно-технологических решений несущих кирпичных стен было направлено на снижение массы кирпичной кладки. Проведен анализ конструктивного решения, технологии возведения и эксплуатационной эффективности наружных несущих стен, выполняемых из многослойной кирпичной кладки с плитным утеплителем на гибких связях. Разработано новое конструктивное решение наружной стены из кирпича с теплоизоляционно-декоративными конструктивными элементами заводского изготовления и технология возведения таких стен. Предложено несущие кирпичные стены выполнять из отдельных кирпичных элементов (простенков) полного заводского изготовления. Такая технология позволит возведение несущих кирпичных стен на стройплощадке перевести из ручного процесса кирпичной кладки в полумеханизированный монтажный процесс. Рекомендуемое конструктивно-технологическое решение обеспечит существенное снижение трудоемкости и стоимости строительства кирпичных жилых зданий.*

***Ключевые слова:** массивная кирпичная кладка, многослойная кирпичная кладка с плитным утеплителем, облицовочная стеновая панель, кирпичный элемент заводского изготовления.*

### WAYS TO IMPROVE STRUCTURAL-AND-TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF BEARING BRICK WALLS

**Vyacheslav N. CHERNOIVAN**, e-mail: vnchernovian@list.ru, **Vladimir G. NOVOSILTSEV**, e-mail: vgnovoseltsev@yandex.ru

**Nikolay V. CHERNOIVAN**, e-mail: chernovian@inbox.ru, **Vitaliy I. YUSKOVICH**, e-mail: yuskovich\_vitaly@mail.ru

**Anna V. CHERNOIVAN**, e-mail: bel\_anna@list.ru

Brest State Technical University, ul. Moskovskaya, 267, Brest 224013, Republic of Belarus

***Abstract.** The article contains information about research in the improvement of design solutions of bearing brick walls which has been held in Russia since the beginning of the XIX century. Mass construction of brick buildings has shown that the massive brickwork on heavy mortars is more technological, than the massive brick work on light mortars. It is noted that further improvement of structural-technological solutions of the bearing brick walls has been directed to decline of mass of a brick work. An analysis of the constructive decision, technology of construction and operational efficiency of external load-bearing walls made of multi-layered brick masonry with slab insulant with flexible connections is carried out. A new design solution and technology of construction of external walls with prefabricated heat insulation-decorative structural elements have been developed. It is offered to make load-bearing brick walls from fully prefabricated separate brick elements (partitions). Such technology will make it possible to transfer the construction of bearing brick walls on the building site from manual process of brick work to the semi-mechanized mounting process. The recommended constructive and technology solution will provide substantial reduction in labor intensiveness and cost of construction of brick residential buildings.*

***Key words:** solid brick work, multi-layered brick masonry with slab insulant, facing wall panel, prefabricated brick element.*

**В**опросам конструирования наружных несущих кирпичных стен, и в первую очередь определению их толщины, уделялось внимание еще с начала XIX в.

Вызвано это тем, что толщина стены влияет на многие характеристики, такие как конструктивное решение фундаментов, расход материалов на 1 м<sup>3</sup> кирпич-

ной кладки, сопротивление теплотеплопередаче наружных стен и т. п.

В начале XIX в. толщина стен для московских зданий была принята в 2,5 кирпича (старый

кирпич имел размеры  $6 \times 3 \times 1,5$  вершка, или  $266 \times 133 \times 67$  мм), что с наружной и внутренней штукатуркой составляло около 740 мм. С введением метрической системы измерений геометрические размеры кирпича изменились ( $250 \times 120 \times 65$  мм), что автоматически привело к уменьшению толщины стен до 510 мм без учета слоя штукатурки. По результатам эксплуатации зданий с наружными стенами толщиной 510 мм было установлено требование о минимальном общем сопротивлении теплопередаче кирпичных стен —  $R_0 = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Однако большая трудоемкость и повышенный расход материалов при возведении стен толщиной в 2,5 кирпича не удовлетворяли строителей. Известные же в то время облегченные кладки по разным причинам не получили широкого распространения в городском строительстве.

Дальнейшее совершенствование массивной кирпичной кладки с целью уменьшения ее толщины без существенного снижения теплотехнических характеристик было направлено на использование более эффективных материалов — облегченного кирпича и легкого кладочного раствора.

Ввиду того, что до середины XX в. облегченный кирпич выпускался в ограниченных объемах, основное внимание было уделено кирпичной массивной кладке на легком кладочном растворе. Однако, как показала практика, кирпичная кладка на таком растворе имеет повышенную воздухопроницаемость, вследствие чего температура внутренней поверхности стены в отопительный период почти на  $1 \text{ °C}$  ниже температуры, поддерживаемой в помещении. Подобные перепады температуры влекут за собой образование конденсата на поверхности стен и в первую очередь — в углах. Массовое применение легкого кладочного раствора выяви-

ло еще один недостаток — малую пластичность, что существенно усложняет производство работ при отрицательной температуре наружного воздуха.

После того, как натурные исследования показали, что стены в 2,5 кирпича на тяжелом растворе имеют эксплуатационные характеристики лучше, чем аналогичные стены на легком растворе, от применения легкого раствора для кладки стен отказались [1].

Отсутствие положительных результатов по совершенствованию кирпичной массивной кладки за счет применения легких кладочных растворов обусловило, что все дальнейшие исследования были сконцентрированы на разработке новых конструктивных решений стен. Как показала практика, наиболее удачным решением является колодцевая кладка системы Попова и Орлянкина [2]. Она состоит из двух продольных стенок (наружной и внутренней версты) толщиной в полкирпича, которые через пять рядов кладки перевязываются между собой полнотелым кирпичом. Внутренняя часть кладки (забутка) заполняется теплоизоляционным материалом (шлак, опилки и т. п.). Теплоизоляционный материал укладывают слоями 10–15 см с тщательным уплотнением трамбованием и, при достижении засыпным слоем толщины 50–60 см, заливают цементно-песчаным раствором. Однако высокая трудоемкость и малая несущая способность такой кладки позволили рекомендовать ее только для возведения несущих стен малоэтажных домов. Следует отметить, что колодцевая кладка, с заполнителем из легких бетонов, применялась в Беларуси вплоть до 2010 г.

Наряду с колодцевой кладкой была предложена конструкция стены без заполнения полости между наружной и внутренней

верстой — стена в 1,5 кирпича с воздушной прослойкой [2]. Как показала практика, при возведении стены с воздушной прослойкой нельзя использовать бой кирпича. Также регламентируется этажность возводимых зданий и требуются дополнительные материальные затраты на решение теплотехнических вопросов. Основной эксплуатационной проблемой таких стен стала их высокая воздухопроницаемость. Эффективное решение этой проблемы — устройство наружной мокрой штукатурки. Штукатурные работы достаточно материалоемки и трудоемки. Кроме того, с мокрой штукатуркой вносится большое количество влаги в кирпичную кладку. Установлено, что при объемной влажности кирпича 10 % его коэффициент теплопроводности увеличивается почти на 20 % по сравнению с объемной влажностью 0 % [3].

Введение в технологический процесс кирпичной кладки расшивки горизонтальных и вертикальных швов позволило отказаться от наружной мокрой штукатурки, что существенно снизило трудоемкость работ и решило проблему воздухопроницаемости стен. Однако высокая трудоемкость возведения таких стен и низкая их несущая способность не позволили рекомендовать такую кладку для массового строительства кирпичных зданий.

Налаженное в середине XX в. массовое промышленное производство эффективного облегченного (многощелевого) кирпича дало возможность, не увеличивая толщины массивной кирпичной кладки, обеспечить установленные на тот период времени теплотехнические характеристики наружных несущих стен [4].

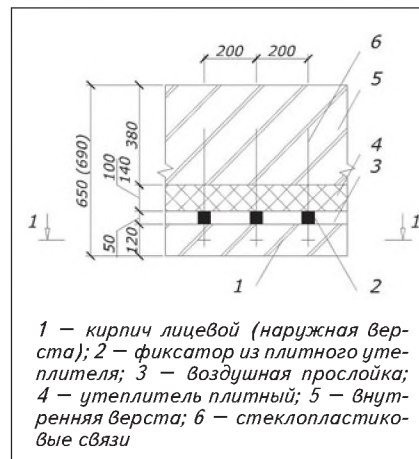
В 1998 г. в Республике Беларусь в рамках программы энергосбережения было рекомендовано при проектировании зданий и со-

оружий для наружных стен из штучных материалов (кирпич, шлакоблоки и т. п.) принимать нормативное сопротивление теплопередаче не менее  $2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , что стало новым этапом совершенствования конструктивных решений наружных несущих стен.

По результатам исследований была рекомендована многослойная кирпичная кладка наружных стен толщиной 640 мм с плитным утеплителем, закрепленным гибкими связями из стеклопластика (рис. 1). Однако, как показала практика, предлагаемая технология — достаточно сложный технологический процесс, и при массовом строительстве (отсутствие высококвалифицированных каменщиков) имеет место существенное снижение теплотехнических характеристик наружных стен [5, 6].

Проанализировав пути совершенствования конструктивно-технологических решений несущих кирпичных стен, авторы статьи предложили для возведения несущих наружных стен зданий и сооружений применять двухслойную утепленную кирпичную кладку. Отличительная особенность предлагаемой конструкции несущей двухслойной утепленной кирпичной кладки от известных решений — четкое разграничение эксплуатационных функций между ее составляющими конструктивными элементами (рис. 2).

**Несущий элемент** — это кирпичная кладка из полнотелого керамического кирпича на цементном растворе. Толщина стены, марка кирпича и кладочного раствора определяются расчетом, с учетом действующих нагрузок. Для закрепления (навески) на несущей конструкции облицовочной стеновой панели при выполнении кирпичной кладки в горизонтальные швы устанавливаются стеклопластиковые анкеры-кронштейны диаметром 8 мм. Количество (шаг расстановки) стеклопластиковых анкеров-

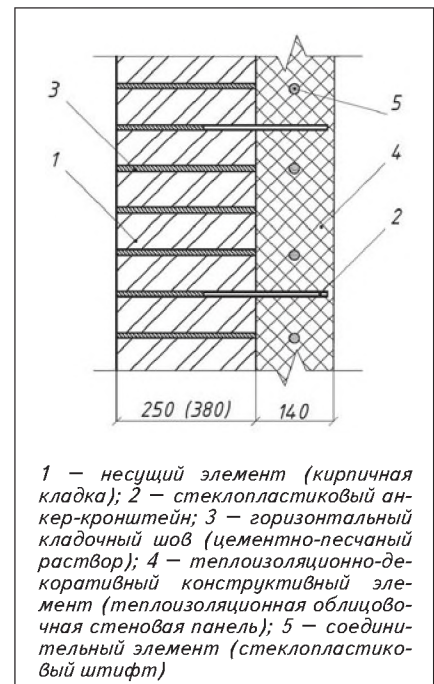


**Рис. 1. Поперечное сечение многослойной кирпичной кладки с плитным утеплителем**

кронштейнов на  $1 \text{ м}^2$  кладки определяется расчетом.

**Теплоизоляционно-декоративный конструктивный элемент** представляет собой облицовочную стеновую панель заводского изготовления [7]. Основные ее функции — обеспечить требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены на всех ее участках по всей площади (перемычки, участки опирания на стены железобетонных плит перекрытия и др.), а также защитить неоштукатуренную кирпичную кладку от атмосферных воздействий. Учитывая высокие эксплуатационные характеристики, а также негорючесть и недефицитность, рекомендуется в качестве теплоизоляции применять волокнистые минераловатные плиты.

Для снижения трудоемкости технологического процесса по навеске теплоизоляционных облицовочных стеновых панелей на



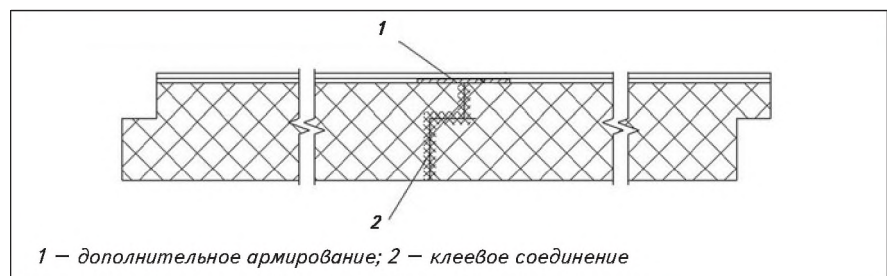
**Рис. 2. Конструктивное решение несущей двухслойной утепленной кирпичной кладки**

стеклопластиковые анкеры-кронштейны рекомендуется изготавливать их блоками размером  $2000 \times 1000$  мм. Конструктивно такой блок состоит из двух минераловатных плит размером  $1000 \times 500$  мм, соединенных стеклопластиковыми штифтами.

Для предотвращения появления «мостиков холода» по глади фасада зданий стыки между монтируемыми теплоизоляционными облицовочными стеновыми панелями рекомендуется выполнять соединением типа «фолдинг» (рис. 3).

Последовательность производства работ следующая. На первом этапе выполняется кир-

**Рис. 3. Конструктивное решение стыка типа «фолдинг»**





пичная кладка несущего элемента наружных стен. В это же время в горизонтальные растворные швы устанавливаются стеклопластиковые анкеры-кронштейны диаметром 8 мм. По завершении всех общестроительных работ и устройства кровли выполняется навеска теплоизоляционных облицовочных стеновых панелей.

Применение теплоизоляционных облицовочных стеновых панелей позволяет работы по утеплению фасада и его отделке совместить в одном технологическом процессе.

Для снижения стоимости производства работ по установке (навеске) таких панелей можно использовать в качестве средств подмащивания подвесные строительные люльки. Рекомендуется при работе на зданиях высотой до 30 м применять двухместную электрифицированную люльку типа ЛЭ-30-250, для зданий высотой до 80 м — типа ЛС-80-250.

Сравнительный анализ экономической эффективности предлагаемой конструкции несущей двухслойной утепленной кладки и массово применяемой многослойной кладки показал, что суммарные прямые затраты на

возведение 1 м<sup>3</sup> предлагаемой кладки (см. рис. 2) почти на 30 % ниже аналогичного показателя для массово применяемой кладки (см. рис. 1) [8].

#### Выводы

1. В Республике Беларусь действует более 35 предприятий стройиндустрии, оснащенных современным технологическим оборудованием по выпуску кирпича в промышленных объемах, в связи с чем совершенствование конструктивно-технологических решений несущих кирпичных стен является актуальной проблемой.

2. При проектировании наружных несущих кирпичных стен следует четко разграничить эксплуатационные функции конструктивных элементов кладки, т. е. несущий элемент стены, позволяющий обеспечить ее требуемую несущую способность, — это кирпичная кладка, которая рассчитывается только на восприятие прикладываемых к ней силовых воздействий.

3. Для обеспечения требуемого сопротивления теплопередаче кирпичных наружных ограждающих конструкций в процессе всего срока эксплуатации зданий и

сооружений толщину слоя теплоизоляции определяют без учета теплотехнических характеристик остальных материалов (кирпичная кладка, внутренняя штукатурка и др.), входящих в состав конструкции стен [9].

4. Учитывая, что основной недостаток кирпичной кладки — высокая трудоемкость (полностью ручной технологический процесс), предлагается повысить ее технологичность за счет возведения несущих стен из кирпичных блоков заводского изготовления, т. е. в специализированных цехах при кирпичных заводах изготавливать конструктивные элементы (простенки) несущих элементов двухслойных стен. Переход к возведению кирпичных зданий с несущими наружными двухслойными стенами из конструктивных элементов заводского изготовления позволит существенно снизить трудоемкость производства общестроительных работ и стоимость, что даст возможность увеличить спрос на кирпич и сохранить рабочие места на заводах за счет организации дополнительных цехов по изготовлению конструктивных элементов (простенков).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Б. Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий. М. : Госстройиздат, 1957. 210 с.
2. Колодцевая кладка системы Попова и Орлянкина. URL: [http://vlastra.ru/encyclopedia/books/detail.php?SECTION\\_ID=233](http://vlastra.ru/encyclopedia/books/detail.php?SECTION_ID=233) (дата обращения: 30.04.2017).
3. Франчук А. У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов. М. : Госстрой СССР, НИИСФ, 1969. 144 с.
4. Ананьев А. И., Лобов О. И. Керамический кирпич и его место в современном строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 10. С. 62–65.
5. Черноиван В. Н., Новосельцев В. Г., Черноиван Н. В., Ковенько Ю. Г., Матвиенко Е. В. К оценке эксплуатационной эффективности многослойной кирпичной кладки несущих стен с плитным утеплителем // Строительная наука и техника. 2013. № 2. С. 27–31.
6. Умнякова Н. П. Долговечность трехслойных стен с облицовкой из кирпича с высоким уровнем тепловой защиты // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 94–100.
7. Патент на полезную модель ВУ 8892. Теплоизоляционная облицовочная стеновая панель / Черноиван В. Н., Новосельцев В. Г., Черноиван Н. В. Опубл. 02.04.2012.
8. Черноиван В. Н., Черноиван А. В., Черноиван Н. В. Оценка эксплуатационных и технико-экономических характеристик утепленных несущих кирпичных стен // Вестник БрГТУ. Серия: Строительство и архитектура. 2015. № 1. С. 80–83.
9. Stupishin L. U., Masalov A. V. Features of measurement of the thermal parameters of masonry [Особенности определения теплотехнических характеристик каменной кладки] // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 501–504. Pp. 2217–2220.

## REFERENCES

1. Vasilev B. F. *Naturnye issledovaniya temperaturno-vlazhnostnogo rezhima zhilykh zdaniy* [Field studies of temperature and humidity conditions of residential buildings]. Moscow, Gosudarstvennoe izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu i arkhitekture Publ., 1957. 210 p. (In Russian).
2. *Kolodtsevaya kladka sistemy Popova i Orlyankina* [Hollow masonry system Popov and Orlyankina]. Available at: [http://vlastra.ru/encyclopedia/books/detail.php?SECTION\\_ID=233](http://vlastra.ru/encyclopedia/books/detail.php?SECTION_ID=233) (accessed 30.04.2017). (In Russian).
3. Franchuk A. U. *Tablitsy teplotekhnicheskikh pokazateley stroitel'nykh materialov* [Tables of thermal properties of building materials]. Moscow, Gosstroy SSSR, NIISF Publ., 1969. 144 p. (In Russian).
4. Ananov A. I., Lobov O. I. Ceramic brick and its place in the construction of modern buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2014, no. 10, pp. 62–65. (In Russian).
5. Chernov N. V., Novoseltsev V. G., Chernov N. V., Kovenko Ju. G., Matvienko E. V. To the assessment of the operational efficiency of multilayer brick masonry bearing walls with slab insulation. *Stroitel'naya nauka i tekhnika*, 2013, no. 2, pp. 27–31. (In Russian).
6. Umnyakova N. P. Durability of three-layered walls with brick facing that provides high thermal protection. *Vestnik MGSU*, 2013, no. 1, pp. 94–100. (In Russian).
7. Patent na poleznuyu model' BY 8892. *Teploizolyatsionnaya oblitsovochnaya stenovaya panel'* [Heat-insulating cladding wall panel]. Chernov N. V., Novoseltsev V. G., Chernov N. V. Opubl. 02.04.2012. (In Russian).
8. Chernov N. V., Chernov A. V., Chernov N. V. Estimate of operation and technical and economic characteristics for warmth-keeping bearing brick walls. *Vestnik BrGTU. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2015, no. 1, pp. 80–83. (In Russian).
9. Stupishin L. U., Masalov A. V. Features of measurement of the thermal parameters of masonry. *Applied Mechanics and Materials*, 2014, vol. 501–504, pp. 2217–2220.

Для цитирования: Черноуван В. Н., Новосельцев В. Г., Черноуван Н. В., Юськович В. И., Черноуван А. В. Пути совершенствования конструктивно-технологических решений несущих кирпичных стен // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 2. С. 43–47.

For citation: Chernov N. V., Novoseltsev V. G., Chernov N. V., Yuskovich V. I., Chernov A. V. Ways to Improve Structural-and-Technological Solutions of Bearing Brick Walls. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2018, no. 2, pp. 43–47. (In Russian). ■