

POUTA P.S., LEVCHUK A.A., PCHELIN V.N., YUSKOVICH V.I. Definition of pure time of immersion of piles by blockage

The presented technique of definition of pure time of immersion of забивных свай at a design stage allows to reduce duration of development of technological documentation by works on the device of the pile bases.

УДК 692.232

Черноиван В.Н., Новосельцев В.Г., Черноиван Н.В.

ЭФФЕКТИВНОЕ НЕСУЩЕЕ НАРУЖНОЕ СТЕНОВОЕ ОГРАЖДЕНИЕ
«ТЕРМИЧЕСКИЙ ЭКРАН»

Введение. Анализ конструктивных решений несущих наружных стен из штучных материалов показал, что за последние 15 лет при возведении жилых зданий до 9 этажей включительно в Республике Беларусь в основном применяется многослойная кирпичная кладка стен толщиной 640 мм с плитным утеплителем на гибких связях и воздушной прослойкой 50 мм [3, 4, 9]. Внутренняя верста такой кладки толщиной 380 мм выполняется из керамического рядового пустотелого утолщенного кирпича марки КРПУ-125/35(СТБ 1160-99). Наружный облицовочный слой толщиной 120 мм выполняется из кирпича лицевого пустотелого утолщенного керамического марки КЛПУ -125/35 (СТБ 1160-99) или пустотелого лицевого утолщенного силикатного по СТБ 1228-2000.

Теплоизоляционный слой, в целях снижения стоимости 1м² наружного ограждения, как правило, проектируется из пенополистирольных плит типа ПСБС-25 (ГОСТ 15588).

При использовании пенополистирольных плит в качестве теплоизоляции для обеспечения норм пожарной безопасности не более чем через 6 метров устраиваются вертикальные противопожарные пояса из керамзитобетона.

Между плитным утеплителем и наружным облицовочным слоем устраивается постоянно вентилируемая воздушная прослойка, толщиной не менее 50 мм. Эффективная работа вентилируемой воздушной прослойки должна осуществляться за счет не заполненных кладочным раствором вертикальных швов в наружном облицовочном слое кладки.

Для закрепления плитного утеплителя в проектное положение и предотвращения в процессе эксплуатации зданий отклонения наружного облицовочного слоя от вертикали применяют стеклопластиковые связи длиной 580 мм, диаметром 6 мм (СТБ 1103). Среднее количество связей на 1м² стены - не менее 6 шт.

Следует отметить, что возведение многослойной кирпичной кладки является достаточно трудоемким ручным технологическим процессом: затраты труда на 1 м³ конструкции стены составляют 7,4...8,2 чел.-час [3].

Анализ конструктивного решения многослойной кирпичной кладки со стеклопластиковыми связями с утеплением плитным утеплителем, примыкающим без зазора к внутренней версте кладки, позволяет сделать вывод, что такая конструкция наружной стены неоправданно материалоемка. Основная причина высокой материалоемкости многослойной кирпичной кладки заключается в том, что воздушная прослойка между слоем плитного утеплителя и наружной верстой кладки является постоянно вентилируемой, и в связи с этим наружный облицовочный слой толщиной 120 мм (64 кирпича на 1 м³ кладки) не учитывается при теплотехнических расчетах стенового ограждения.

Теплотехнические расчеты многослойной кирпичной кладки с теплоизоляционным слоем из пенополистирольных плит толщиной 100 мм, выполненные согласно ТКП 45-2.04-43-2006 [1] (при влажности материалов кладки не более 4%), показали, что термическое сопротивление теплопередаче такой ограждающей конструкции около 2,5 м² °С/Вт.

Натурные исследования эксплуатируемого стенового ограждения. Для оценки эксплуатационных качеств многослойной кирпичной кладки с теплоизоляционным слоем из пенополистироль-

ных плит в мае 2012 года были проведены натурные исследования технического состояния наружных стен жилого дома по ул. Жукова №10 в г. Бресте, который эксплуатируется около 12 лет.

По результатам вскрытия кладки установлено, что на участках стен, имеющих деформации, вызванные неравномерной осадкой фундаментов, между плитным утеплителем и внутренней верстой кирпичной кладки образовался зазор около 25 мм. Основной причиной появления данного дефекта является низкая прочность пенополистирола на срез. Очевидно, что образовавшийся дефект многослойной кирпичной кладки приведет к существенному снижению теплотехнических характеристик наружного ограждения в целом.

На эксплуатируемом жилом доме по ул. Жукова №10 в г. Бресте также были выполнены исследования по оценке эффективности работы вентилируемой воздушной прослойки. Натурные исследования включали в себя измерения фактических значений влажности воздуха в воздушной прослойке, а также в пустотах (щелях) кирпича внутренней версты кладки. Результаты замеров, выполненные с помощью портативного термогигрометра марки ТГУ - МГ4, позволили установить, что:

- влажность воздуха в воздушной прослойке около 45%;
- влажность воздуха в пустотах (щелях) кирпича внутренней версты кладки близка 35%.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Многослойная кирпичная кладка толщиной 640 мм с утеплителем полистирольными плитами на гибких связях и воздушной прослойкой 50 мм является трудоемким и материалоемким конструктивным решением несущих стен.

2. Вентилируемая воздушная прослойка, расположенная между плитным утеплителем и облицовкой из кирпичной кладки, не обеспечивает отвод эксплуатационной влаги из материалов внутренней версты кладки наружного ограждения зданий и сооружений. Зафиксированная влажность воздуха в пустотах (щелях) кирпича внутренней версты кладки близка 35%, что, по всей видимости, привело к снижению термического сопротивления теплопередаче многослойной кирпичной кладки. (Натурные исследования по определению величины фактического термического сопротивления теплопередаче наружных стен эксплуатируемого жилого дома по ул. Жукова №10 в г. Бресте запланированы на январь-февраль 2013 года.)

Увеличение в 2009 году нормативного сопротивления теплопередаче наружных стен жилых и общественных зданий в 1,6 раза до 3,2 м² °С/Вт [2] привело к корректировке конструкции многослойной кирпичной кладки:

- минимальная толщина плитного утеплителя марки ПСБС-25 увеличилась до 140 мм;
- полная толщина конструкции многослойной кладки соответственно достигла 690 мм.

Изменение толщины многослойной кирпичной кладки несущих наружных стен до 690 мм, при максимальной ширине выпускаемых сборных блоков стен фундамента 600 мм, привело к необходимости выполнять на стройплощадке дополнительные работы по уширению обреза фундамента и, как следствие этого, к дополнительному увеличению трудоемкости и материалоемкости кладки.

Кроме того, учитывая, что термическое сопротивление теплопе-

Черноиван Вячеслав Николаевич, кандидат технических наук, профессор кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Новосельцев Владимир Геннадьевич, кандидат технических наук, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Брестского государственного технического университета.

Черноиван Николай Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Брестского государственного технического университета.

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

редаче монолитных противопожарных поясов из керамзитобетона не превышает $2,5 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, что почти в 1,3 раза меньше $R_{\text{тпр}} = 3,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ [2], использование в качестве тепловой изоляции кладки дешевых плит пенополистирольных типа ПСБС-25 (ГОСТ 15558) для многослойной кладки становится невозможным.

Конструктивное решение наружного несущего ограждения «Термический экран». Анализ технологичности возведения и эффективности эксплуатационных характеристик конструктивных решений наружного стенового ограждения из мелкоштучных материалов, рекомендуемых к массовому применению в РБ, а также результаты исследований [4, 5, 6, 7] позволили разработать эффективную несущую конструкцию наружного несущего ограждения «Термический экран» (рис. 1).

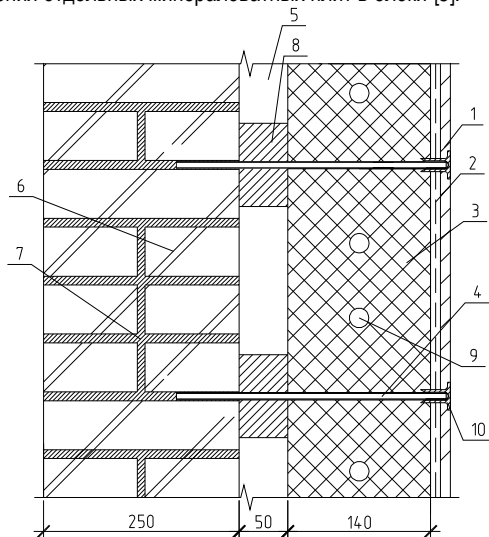
Отличительной особенностью предлагаемой конструкции наружной несущей стены от рассмотренного выше конструктивного решения является четкое разграничение функций между несущим (кирпичная кладка) и теплоизоляционно-отделочными слоями «Термический экран», а также – герметичность воздушной прослойки.

Несущий слой конструкции (внутренняя верста) в зависимости от этажности здания выполняется толщиной 250 мм или 380 мм из кирпича керамического полнотелого на цементном кладочном растворе.

Кирпичная кладка предназначена для восприятия нагрузок от вышележащих этажей и передачи их на обрез фундамента. Для закрепления (навески) конструктивного элемента «Термический экран» в швы кладки несущего слоя, при его устройстве, устанавливаются стеклопластиковые анкеры-кронштейны.

Теплоизоляционно-отделочный слой «Термический экран» предназначен для обеспечения требуемого сопротивления теплопередаче [1], а также защиты материалов кирпичной кладки несущего слоя от атмосферных воздействий – увлажнения и замораживания/оттаивания.

«Термический экран» – конструктивный элемент заводского изготовления. Выполняется он из негорючих минераловатных плит «Фасад 15», выпускаемых ОАО «Гомельстройматериалы», с нанесенным на них декоративно-защитным слоем, аналогичным по составу легкой штукатурной системе утепления. Согласно выполненным теплотехническим расчетам, требуемая толщина теплоизоляционного слоя из минераловатных плит «Фасад 15» должна быть не менее 140 мм. Для снижения трудоемкости технологического процесса по навеске элемента «Термический экран» на стеклопластиковые анкеры-кронштейны рекомендуется монтаж вести блоками размером $2000 \times 1200 \text{ мм}$, предварительно соединяя две минераловатные плиты «Фасад 15» размером $1000 \times 600 \text{ мм}$ между собой в заводских условиях. На сегодня разработана и прошла лабораторные исследования технологичная конструкция стыка на штифтах для соединения отдельных минераловатных плит в блоки [5].



1 – декоративно-защитный слой; 2 – армирующий слой (ССШ-160); 3 – теплоизоляционный слой из плитного утеплителя; 4 – стеклопластиковый анкер-кронштейн; 5 – воздушная прослойка; 6 – кирпичная кладка; 7 – цементно-песчаный раствор; 8 – мембрана, 9 – соединительные штифты; 10 – втулка-заглушка

Рис. 1. Конструктивное решение наружного стенового ограждения «Термический экран»

Для снижения трудоемкости работ и во избежание появления «мостиков холода» рекомендуется при производстве работ соединение (стык) между уже смонтированными и монтируемыми блоками «Термический экран» выполнять типа «фолдинг».

Воздушная прослойка является герметичной в процессе эксплуатации ограждающей конструкции. В связи тем, что она расположена между несущим слоем конструкции и теплоизоляционно – отделочным слоем «Термический экран» сопротивление паропроницания кирпичной кладки для стены толщиной 380 мм $R_{\text{гг}} = 3,5 \text{ м}^2 \text{ ч Па}/\text{мг}$. Очевидно, при таких значениях сопротивления паропроницания кирпичной кладки есть возможность за счет естественного просушивания конструкции в теплое время года свести накопление эксплуатационной влаги в кирпичной кладке несущего слоя до минимального значения. Для обеспечения эффективного просушивания кирпичной кладки предусмотрено устройство в теплоизоляционно-отделочном слое «Термический экран» системы вытяжек, которые открывают в теплое время года [7].

Заключение. Анализ результатов исследований, представленных в статье, позволяет сделать следующие выводы:

1. Невозможность использования дешевых пенополистирольных плит типа ПСБС-25 в качестве тепловой изоляции многослойной кирпичной кладки в связи с увеличением нормативного сопротивления теплопередаче наружных стен зданий до $3,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ [2] лишает данное конструктивное решение несущей ограждающей конструкции основного преимущества – относительно низкой стоимости 1 м^3 кладки.

2. Применение взамен несущих наружных стен многослойной кирпичной кладки конструктивного решения «Термический экран» позволяет:

- за счет отказа от устройства наружного облицовочного слоя уменьшить расход кирпича более чем на 30%;
- снизить трудоемкость работ на строительной площадке более чем на 45%, а также исключить выполнение «мокрых» процессов при отделке фасадов;
- обеспечить влажность материалов кладки не выше 4...5% на весь период эксплуатации здания.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) – Мн.: Минстройархитект РБ., 2007. – 32 с.
2. Изменение №1 ТКП 45-2.04-43-2006(02250). Утверждено и введено в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 29 декабря 2008г. № 484.
3. ТТК-26. Типовая технологическая карта на многослойную кирпичную кладку наружных стен толщиной 640 мм с утеплением пенополистиролом толщиной 100 мм и воздушной прослойкой 40 мм со стеклопластиковыми связями: ТТК-26. – Минск.: ПК «Минстрой», УП «Оргтехстрой», 2001. – 55 с.
4. Черноиван, В.Н. Анализ конструктивно-технологических решений дополнительной теплозащиты стен эксплуатируемых зданий / В.Н. Черноиван, Н.В. Черноиван // Вестник БГТУ. – 2004. – №1 (25): Строительство и архитектура – С. 34–36.
5. Черноиван, В.Н. Конструктивное решение стыка плитного утеплителя, воспринимающего ветровые воздействия в системах доутепления / В.Н. Черноиван, Н.В. Черноиван // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2008. – №1 (49): Строительство и архитектура. – С. 116–120.
6. Черноиван, Н.В. Оценка влияния атмосферных воздействий на теплотехнические характеристики минераловатных плит «Белтеп» / В.Г. Новосельцев, Н.В. Черноиван [и др.] // Вестник БрГТУ. – 2008. – № 2 (50): Водохозяйственное строительство и теплотехника – С. 16–19.
7. Черноиван, В.Н. К изучению вопроса об обеспечении качественных параметров воздуха в жилых помещениях зданий, прошедших тепловую реабилитацию. Новые образовательные технологии в экологической подготовке студентов: материалы областной научно-методической конференции: сборник трудов / В.Н. Черноиван, Н.В. Черноиван, В.А. Самкевич – Брест, 2005. – С. 65–68.

8. Васильев, Б.Ф. *Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий.* – М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1957. – 210 с.
9. Пилипенко, В.М. К вопросу создания и эксплуатации легких штукатурных систем / В.М. Пилипенко, В.Н. Черноиван, Н.В. Черноиван // *Архитектура и строительство* – 2012. – № 1(225) – С. 62–67.
10. Франчук, А.У. *Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов / А.У. Франчук.* – М.: Госстрой СССР, НИИСФ, 1969. – 144 с.

Материал поступил в редакцию 18.12.12

CHERNOIVAN V.N., NOVOSELTSEV V.G., CHERNOIVAN N.V. Effective bearing additional thermal protection «Thermal screen»

The construction for additional thermal protection of external walls of buildings – the warning system «Thermal screen» - is presented in the paper.

УДК 624.155

Чернюк В.П., Семенюк С.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ И УГЛА ЗАОСТРЕНИЯ НАКОНЕЧНИКА СВАИ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ В ГРУНТ

Введение. Важное значение в системе капитального строительства придается свайному фундаментостроению. Немаловажную роль в этом играет энергоёмкость погружения свай и несущая способность свайных фундаментов. Одним из многих путей повышения эффективности и снижения энергоёмкости погружения свай является установление оптимальной формы и рационального угла заострения свай при их забивке в грунт.

Обзор экспериментальных и теоретических исследований зависимости усилия погружения сваи от формы заострения наконечника, профиля или вертикального элемента [1, 2] показывает, что задача сводится в основном к определению угла заострения симметричного клина, конуса, ножа или пирамиды, при котором сопротивление будет минимальным.

Определим оптимальную форму и угол заострения наконечника и режущих профилей из условия минимальной энергоёмкости погружения сваи в грунт, а также для образования опережающих трещин разрыва грунта (трещинообразования), при условии отсутствия уплотненных ядер грунта, впереди сваи.

При погружении вертикальной сваи в грунтовой массив процесс заглубления наконечника происходит неравномерно, со скоростями, меняющимися от нуля до максимального значения. При таком характере погружения энергия расходуется на преодоление лобового сопротивления грунта разрушению, касательных сил сцепления грунта с наконечником, сопротивления трению, являющегося результатом взаимодействия заостренной части наконечника сваи с грунтом (рис. 1, а). Установим, при какой форме и угле заострения общее сопротивление погружению будет минимальным, для чего выделим на глубине, большей критической, элементарный участок на заостренной части наконечника, посредством которой впереди расположенный грунт сминается, вытесняется и уплотняется в стенки прорези. В результате преодоления сопротивления грунта вытеснению, касательных сил сцепления грунта с наконечником и сопротивления трению на элементарный участок действует полное напряжение σ , которое отклонено от нормали к плоскости на угол γ , причем $\gamma = \mu + \beta$, где μ – угол трения наконечника сваи о грунт; β – угол отклонения напряжения σ от влияния касательных сил сцепления наконечника сваи с грунтом.

Полное напряжение σ может быть разложено на касательную $\tau + \sigma_n \operatorname{tg} \mu$ и нормальную σ_n составляющие или на составляющие σ_x и σ_y , параллельные координатным осям x и y (см. рис. 1, а).

Из условия статического равновесия ($\sum Sx = 0$) приложенных к выделенной части наконечника сваи сил будем иметь:

$$\begin{aligned} dP &= \sigma_n \sin \alpha dS + \sigma_n \operatorname{tg} \mu \cos \alpha dS + \tau \cos \alpha dS = \\ &= (\sigma_n \operatorname{tg} \alpha + \sigma_n \operatorname{tg} \mu + \tau) \cos \alpha dS = \\ &= [\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg}(\mu + \beta)] \sigma_n \cos \alpha dS = (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma) \sigma_n \cos \alpha dS, \end{aligned} \quad (1)$$

где dP – элементарное приращение усилия погружения сваи, приходящееся на выделенный элементарный участок заостренной части наконечника;

σ_n – нормальное напряжение, действующее со стороны грунта на элемент заостренной части наконечника;

α – угол наклона элемента боковой поверхности заострения к оси симметрии пирамиды наконечника X ;

μ – угол трения наконечника о грунт;

dS – площадь элемента боковой поверхности, взятого на расстоянии X от вершины наконечника;

τ – касательное удельное сцепление грунта с наконечником сваи;

γ – угол отклонения полного напряжения σ от нормали;

β – угол влияния касательных сил сцепления грунта на полное напряжение σ .

Учитывая, что $\cos \alpha ds = dz dx$, а пределами интегрирования по X и Z соответственно являются $X_1 = 0$, $X_2 = X_0$ и $Z_1 = 0$, $Z_2 = ax/X_0$, будем иметь:

$$P = \int_0^{X_0} \int_0^{ax/X_0} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma) \sigma_n dz dx = \int_0^{X_0} \sigma_n (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma) \alpha \frac{X}{X_0} dx, \quad (2)$$

где P – усилие погружения, приходящееся на одну грань наконечника сваи;

a – ширина поперечного сечения сваи;

X_0 – высота наконечника.

Анализ исследований показывает, что для случая предельного равновесия клиновидного штампа или наконечника зонда распределение напряжений по боковой поверхности заострения не зависит от ширины штампа или радиуса скважины (в нашем случае от размера b). Физические явления процесса нагружения свай на глубине, где не происходит скол грунта в сторону открытой поверхности, аналогичны явлениям, возникающим при взаимодействии с грунтом штампов глубокого заложения. Поэтому можно считать, что распределение напряжений по боковой поверхности заострения и боковой отпор также не зависят от ординаты y .

Чернюк Владимир Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Семенюк Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

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

Строительство и архитектура