

УДК 693.22

А. А. ПУЗЫРНИКОВ, И. В. ПЕТРЕНЁВА

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АНКЕРА ОТ ШАГА УСТАНОВКИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

В статье рассмотрено влияние шага установки анкеров по высоте стены на напряженно-деформированное состояние гибких связей в многослойных стенах облегченной кладки с наружным облицовочным слоем из кирпича при внешнем температурном воздействии.

слоистая кладка, гибкие связи, анкер, температурное воздействие, напряженно-деформированное состояние

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Изменения в нормативной документации Российской Федерации [1] внесли резкое повышение требований к величинам сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций. Нововведения привели к массовому применению многослойных стен облегченной кладки, состоящей из внутреннего несущего/самонесущего слоя каменной кладки, слоя наружной кладки и утеплителя, расположенного между основными слоями. В настоящее время обследование зданий с подобными ограждающими конструкциями обнаружило определенный ряд дефектов и повреждений. Низкое качество анкеровки – одна из причин, определяющих повышенную дефектность конструкции.

Наиболее распространенные ошибки при устройстве гибких связей, которые уже привели или могут привести к аварийным ситуациям: недостаточная стойкость к коррозии, излишняя податливость из плоскости стены, излишняя жесткость на сдвиг, неудовлетворительная анкеровка в кладку лицевого и внутреннего слоев, большое расстояние между связями.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Суть стен с облегченной кладкой заключается в многослойной структуре, при которой внутренний слой направлен на обеспечение комфортных санитарных условий внутри ограждаемых помещений, а внешний призван защищать нижележащие слои от неблагоприятных атмосферных воздействий [2].

В 1829 году российский военный инженер А. И. Герард впервые использовал гибкие связи для соединения наружного и внутреннего слоя кладки кирпича. Слои соединялись между собой металлическими скобами, закрепляемыми в просверленные в кирпиче отверстия.

В начале прошлого века расстояние между связями назначалось без какого-либо обоснования и по мере накопления опыта строительства и эксплуатации зданий с многослойными стенами. В источниках [3] говорится о связях, «делаемых из оцинкованной проволоки или полосового железа, располагаемых на расстоянии 1,0–1,5 м одна от другой в шахматном порядке по высоте». В отечественной практике прочностные характеристики связей в многослойных стенах не регламентируются и зачастую неизвестны.

Стоит отметить, что в ряде Европейских стран существуют нормы, регламентирующие количество анкеров (табл. 1) [4], устанавливаемых при возведении стены облегченной кладки, а также

рекомендации относительно раскладки анкерных устройств (рис.) [5]. При этом следует заметить увеличение числа анкеров на участках, примыкающих к проемам и близ деформационного шва на 30–50 %.

Таблица 1 – Минимальное количество гибких металлических анкеров на 1 м² поверхности слоистой стены

Страна	Толщина воздушной прослойки, см	Расстояние между анкерами по вертикали	Количество анкеров на 1 м ² стены, шт	Сечение гибкого анкера, мм
Дания	12	28×15	2,38	d 4
Норвегия	10	46×50	4,35	d 5
Германия	4–15	25×75	5	d 4
Англия	5,0–7,5	45×90	2,5	19×0,6
	7,5–10,0	45×90	2,5	19×0,8
	10–15	45×45	4,94	d 5
Польша	5–15	46×50	4,3	d 4–d 6

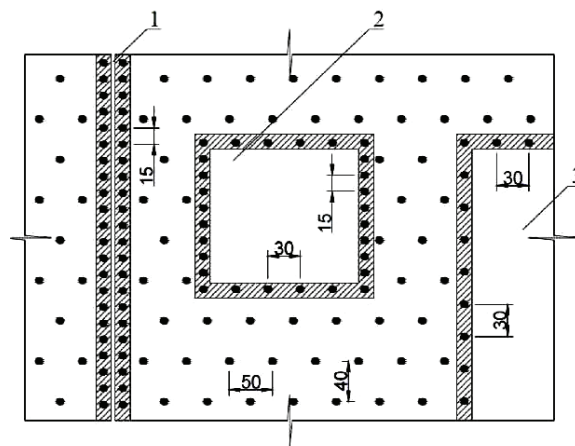


Рисунок – Схема расстановки анкеров в плоскости стены согласно [5] (размеры приведены в см, на заштрихованных областях требуется более частая расстановка анкеров): 1 – вертикальный деформационный шов, 2 – оконный проем, 3 – дверной проем.

Практика отечественного строительства показала, что недостаточно продуманное применение широко распространенных за рубежом конструкций вызвало в России массовые дефекты и аварии многослойных стен [6].

ЦЕЛИ

Целью данной работы является выявление и анализ зависимости растягивающих и сжимающих напряжений в анкерах от количества/шага установки гибких связей по высоте и от свеса лицевого слоя многослойных стен.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Перемещения облицовочного слоя под действием внешних температурных нагрузок, а также перемещения, вызванные давлением плит перекрытий, – определяющий критерий в определении количества анкеров на высоту кладочного слоя.

С целью исследования влияние шага установки анкеров по высоте стены на усилия в гибких связях были выполнены расчеты методом конечного элемента. Кладка собрана из пластинчатых конечных элементов, толщиной 1 м, анкера из стержневых конечных элементов, длиной 0,1 м. Свободные концы анкеров закреплены от перемещений вдоль оси анкера и в направлении перпендикулярном оси анкера. Также на верхнем и нижнем торцах кладки установлены шарнирно-неподвижные связи, препятствующие перемещениям по вертикальной (Z) и горизонтальной (X, Y) осям.

В соответствии с требованиями, для пластинчатых конечных элементов были применены следующие параметры жесткости: толщина элементов $t = 1$ м; объемный вес $\gamma = 20$ кН/м³; модуль упругости $E_0 = 3,04106$ кПа; коэффициент Пуассона 0,25.

Стержневым конечным элементам: длина элементов $l = 0,1$ м; диаметр стержня $d = 0,005$ м; продольная жесткость $EF = 4\,044,8$ кН; изгибная жесткость $EI_y = 0,00632$ кНм²; сдвиговая жесткость $GF_y = 1\,531,53$ кН; размеры ядра сечения $Y_1 = Y_2 = Z_2 = Z_1 = 0,000625$ м.

Температурное воздействие задано кинетической равномерно распределенной нагрузкой, действующей перпендикулярно оси облицовочного слоя. Изменение температуры по отношению к температуре замыкания $P = 10$ градусов. Коэффициент линейного расширения $P = 5 \cdot 10^{-6}$ (1/градус), определенное согласно рекомендациям СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Путем расчета определяем величину перемещений узлов сопряжения гибких связей с кладкой от действия температурной нагрузки (ось X). Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Максимальные напряжения и перемещения от температурного воздействия

№ типа жесткости КЭ	Загружение	Количество анкеров в модели, шт	Максимальное отрицательное перемещение по оси X, мм	Максимальное сжимающее усилие в анкерах, кН	Максимальное положительное перемещение по оси X, мм	Максимальное растягивающее усилие в анкерах, кН
1	Температурная нагрузка	1	-0,000333	-0,013492	-	-
		2	-0,000311	-0,012608	-	-
		3	-0,000725	-0,029356	0,000235	0,009532
		4	-0,000964	-0,039026	0,000119	0,004801
		5	-0,001388	-0,056189	0,000219	0,008881

ВЫВОДЫ

В случае установки 5 связей в крайнем верхнем и нижнем анкере возникают сжимающие усилия, а в трех центральных растягивающие. Сжимающие усилия в крайнем верхнем и нижнем анкере превышают растягивающее усилие на порядок. В случае установки двух и одной связи в анкерах наблюдается только сжимающее усилие. Наибольшие прогибы наблюдаются в центральной по высоте части стены для всех вариаций количества анкеров. Сокращение количества гибких связей от 5 к 1 приводит к линейному увеличению деформаций и, следовательно, усилия в анкерах. Учитывая вышесказанное, следует предположить возможность потери устойчивости анкера.

В заключение следует отметить, что полученные данные от расчета могут в значительной степени отличаться от условий стройплощадки и непосредственной эксплуатации в конкретном регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потапенко, Е. А. К вопросу об эффективности применения однослойной кладки ячеистобетонных блоков в наружных стеновых конструкциях взамен традиционных многослойных кирпичных [Текст] / Е. А. Потапенко // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Студент и наука. – 2013. – № 5. – С. 65–66.
2. Деркач, В. Н. Вопросы качества и долговечности облицовки слоистых каменных стен [Текст] / В. Н. Деркач, Р. Б. Орлович // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 2(20). – С. 42–47.
3. Курдюмов, В. И. Материалы для курса строительных работ [Текст] / В. И. Курдюмов. – Санкт-Петербург : Тип. Ю. Н. Эрлиха, 1904 – Вып. 4 : Каменная кладка. – 249 с.
4. Орлович, Р. Б. Анкерование лицевого слоя в слоистых каменных стенах [Текст] / Р. Б. Орлович, А. Я. Найчук // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 6. – С. 73–76.
5. Орлович, Р. Б. О работе анкеров в многослойных ограждающих конструкциях с наружным кирпичным слоем [Текст] / Р. Б. Орлович, Н. М. Рубцов, С. С. Зимин // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 1(36). – С. 3–11.
6. Белов, В. В. Экспертиза и технология усиления каменных конструкций [Текст] / В. В. Белов, В. Н. Деркач // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 7(17). – С. 14–20.

Получено 04.03.2015

О. О. ПУЗИРНИКОВ, И. В. ПЕТРЕНЬОВА
ЗАЛЕЖНІСТЬ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ АНКЕРА ВІД
КРОКУ ВСТАНОВЛЕННЯ У РАЗІ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВПЛИВУ
Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого

У статті ставиться завдання розглянути вплив кроку встановлення анкерів по висоті стіни на напружено-деформований стан гнучких зв'язків в багат шарових стінах полегшеної кладки з зовнішнім облицювальним шаром з цегли у разі зовнішнього температурного впливу.

шарувата кладка, гнучкі зв'язку, анкер, температурний вплив, напружено-деформований стан

ALEXANDR PUSYRNIKOV, IRINA PETRENYOVA
THE INFLUENCE OF BRICK TIES PITCH AND THERMAL FORCES FOR THE
STRAIN-STRESS DISTRIBUTION
Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University

The article seeks to examine the effect of brick ties pitch installation on height wall on the stress-strain distribution of ties in multilayered masonry wall under the influence of thermal forces for the strain-stress distribution.

layered masonry, brick ties, anchor, thermal forces, strain-stress distribution