

В.А. Езерский, П.В. Монастырев

ВЛИЯНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ НАРУЖНЫХ СТЕН НА РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ

При выполнении термомодернизации жилых зданий возникают проблемы, связанные со значительными отклонениями фасадной поверхности наружных стен этих зданий от вертикали.

При возведении зданий добиться строгого геометрического положения наружных стен практически невозможно. В [1] регламентируются предельно допустимые отклонения. Так, отклонения от вертикали верха плоскости панелей несущих стен не должны превышать 10 мм, а отклонения поверхностей и углов кирпичных стен зданий высотой более двух этажей – 30 мм.

Однако в строительной практике для жилых зданий сумма абсолютных значений максимальных отклонений наружных стен от вертикали может достигать до 150...200 мм. Причем отклонения фасадной поверхности стен часто наблюдаются у зданий, имеющих удовлетворительное техническое состояние. Именно такие здания могут являться объектами для термомодернизации.

С теплотехнической точки зрения при дополнительном утеплении наружных стен теплоизоляционный материал должен быть закреплен вплотную к стене. В результате слой утеплителя воспроизводит неровности и отклонения стен (рис. 1). С другой стороны, при устройстве вентилируемых фасадов их облицовка должна иметь строгие геометрические формы и располагаться вертикально. Воздушная прослойка в этом случае играет роль компенсатора. Однако она должна быть не менее 20 мм (исходя из минимального рекомендуемого размера) и не более 100 мм (исходя из требований пожарной безопасности). Очевидно, что в такой ситуации конструктивное решение крепежного каркаса должно допускать регулирование положения облицовочных панелей по отношению к поверхности утеплителя в той мере, в какой того требуют отклонения наружных стен.

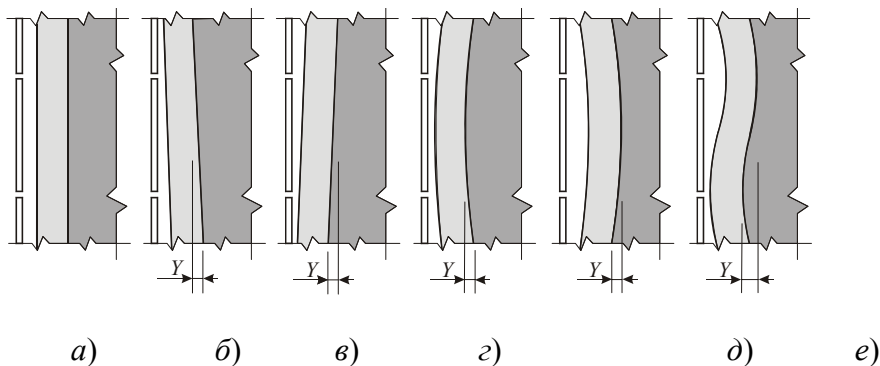


Рис. 1 Схемы возможных отклонений наружной поверхности термомодернизируемых стен от вертикали:

a – идеальная; b – наклоненная наружу; v – наклоненная внутрь; z – выпуклая;
 d – вогнутая; e – волнообразная

Для разработки конструктивных решений регулируемых крепежных элементов вентилируемых фасадов требуется наличие информации о величине суммы абсолютных значений максимальных отклонений от вертикали фасадной поверхности наружных стен существующих зданий, подлежащих термомодернизации. К сожалению, такая информация крайне ограничена. В связи с этим в г. Тамбове и области проведено натурное исследование наружных стен большой группы жилых зданий различных строительных систем, этажности и сроков эксплуатации. Целью этого исследования было определение величины суммы абсолютных значений максимальных отклонений от вертикали наружных стен (Y , мм), а также оценка характера влияния на нее различных факторов и установление доверительного интервала изменений указанных параметра.

Исследуемые жилые здания были сгруппированы по трем признакам: период строительства; тип наружных стен; этажность здания. Периоды строительства были выбраны, исходя из анализа опорного (сохраняемого на перспективу) жилищного фонда г. Тамбова. Стены зданий, построенных в рассматриваемые периоды, выполнены в основном из керамзитобетонных панелей и кирпича, а этажность этих зданий составляет преимущественно 5 и 9 этажей.

Каждый из вышеперечисленных признаков характеризовал здания определенного типа и был выбран в качестве исследуемого фактора.

Фактор A – период строительства, рассматривался на трех уровнях:

1 – с 1958 по 1970 гг. (типовые дома с малогабаритными квартирами);

2 – с 1971 по 1980 гг. (дома по каталогам унифицированных изделий);

3 – с 1981 по 2000 гг. (современные дома).

Фактор B – тип наружных стен, рассматривался на двух уровнях:

1 – панельные; 2 – кирпичные.

Фактор C – этажность здания, рассматривался на двух уровнях:

1 – 5-ти этажные дома; 2 – 9-ти этажные дома.

План исследования и результаты измерений приведены в табл. 1.

В процессе анализа результатов измерений требовалось оценить влияние отдельных факторов на изменчивость признака \bar{Y}_{ijk} . Очевидно, что приведенные факторы не исчерпывают весь перечень источников изменчивости. Однако с учетом опыта авторов и имеющихся данных была выдвинута гипотеза о наличии влияния только этих факторов.

В качестве метода оценки выбран дисперсионный анализ [2], позволяющий установить существенное ли влияние оказывает тот или иной из рассматриваемых факторов или их взаимодействие на изменчивость признака, а также оценить количественно удельный вес каждого из источников изменчивости в их общей совокупности.

1 План и результаты измерений величины суммы абсолютных значений максимальных отклонений от вертикали наружных стен (Y , мм)

№ точки плана	A	B	C	Y_{1c} р	Y_{2c} р	Y_{3c} р	Y_{4c} р	Y_{5c} р	Y_{6c} р	\bar{Y}_{ijk}	S_{ijk}^2
1	1	1	1	36	39	43	51	58	74	50,2	20 1
2	1	1	2	42	44	44	50	56	10 0	56,0	49 1
3	1	2	1	9	20	29	30	42	55	30,8	26 1
4	1	2	2	14 5	12 1	13 3	14 7	19 4	16 5	150, 8	66 4
5	2	1	1	7	29	31	34	36	63	33,3	32 1
6	2	1	2	30	45	50	52	60	73	51,7	20 8

7	2	2	1	98	98	99	11	12	15	114,	49
							0	5	4	0	5
8	2	2	2	11	88	11	13	15	15	126,	65
				5		5	0	6	2	0	6
9	3	1	1	37	37	59	65	73	86	59,5	38
											6
10	3	1	2	51	52	59	63	66	91	63,7	21
											4
11	3	2	1	15	15	25	34	38	63	31,7	32
											5
12	3	2	2	59	50	56	71	71	11	69,7	48
									1		0

После проведения трехфакторного дисперсионного анализа выявлено существенное влияние на изучаемый параметр всех исследуемых факторов и их взаимодействий. При этом доли влияния факторов в общей совокупности составляют:

- фактора *A* – 6 %, фактора *B* – 17 %, фактора *C* – 16 %;
- факторов *A* и *B* – 19 %, факторов *A* и *C* – 6 %, факторов *B* и *C* – 8 %;
- факторов *A*, *B* и *C* – 9 %.

С учетом практической целесообразности проводимого исследования, необходимости унификации элементов крепежного каркаса, а также низкой значимости фактора *A* были рассчитаны интервальные оценки отклонений наружной поверхности панельных и кирпичных стен в пяти- и девятиэтажных жилых зданиях. Для этого использовались следующие соотношения [3]

$$Y_{jk} - t_{\gamma, n}(S_{jk}/n^{1/2}) < Y_{jk} < Y_{jk} + t_{\gamma, n}(S_{jk}/n^{1/2}) \text{ или } Y_{jk} = Y_{jk} \pm t_{\gamma, n}(S_{jk}/n^{1/2}),$$

где Y_{jk} – средняя сумма абсолютных значений максимальных отклонений от вертикали наружной поверхности стены, где jk – сочетание уровней факторов *B* и *C*; S_{jk} – "исправленное" выборочное среднее квадратичное отклонение; $n = 6$ объем выборки измерений; $t_{\gamma, n} = t_{0,95;6} = 2,57$ – по [3] для объема выборки $n = 6$ и надежности $\gamma = 0,95$.

Результаты расчетов интервальных оценок приведены в табл. 2.

2 Расчет доверительных интервалов отклонений наружной поверхности панельных и кирпичных стен различной этажности

Материал стен	Этажность	Y_{jk} (мм)	S_{jk}^2	S_{jk}	$\pm t_{\gamma, n} \left(\frac{S_{jk}}{\sqrt{n}} \right)$	Y_{jk} , с учетом доверительных интервалов, мм
Панели	5	59,5	386	19,6	$\pm 20,6$	39...80
	9	63,7	214	14,6	$\pm 15,3$	48...79
Кирпич	5	114,0	495	22,2	$\pm 23,3$	91...137
	9	150,8	664	25,8	$\pm 27,0$	124...178

ПРИВЕДЕННЫЕ ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕНЕНИЯ СУММЫ АБСОЛЮТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ ВЕРТИКАЛИ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СТЕН ПОКАЗЫВАЮТ, ЧТО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОСТИ ОБЛИЦОВКИ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ ИХ КРЕПЕЖНЫЙ КАРКАС ДОЛЖЕН ИМЕТЬ СЛЕДУЮЩИЕ РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОТНОСИТЕЛЬНО ОБЛИЦОВЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ:

- 0...80 мм – при утеплении панельных зданий любой этажности;
- 0...140 мм – при утеплении пятиэтажных кирпичных зданий;

- 0...180 мм – при утеплении девятиэтажных кирпичных зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СНИП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой России. М.: ГУП ЦПП, 2001. 192 с.
- 2 Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. 512 с.
- 3 Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1999. 400 с.

*Кафедра "Основ строительства и строительной физики" БПИ
Кафедра "Городское строительство и автомобильные дороги" ТГТУ*