

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНЫХ СТЕН

Парфенов С.Г., Данилкин Н.А.
(ФГБОУ ВО «БГИТУ», г. Брянск, Россия)

После перехода строительной отрасли на повышенный уровень теплозащиты зданий возник ряд неопределенностей с проектированием теплозащиты ограждающих конструкций. Получены результаты исследования конденсации парообразной влаги в основных конструктивных типах наружных стен.

Рациональная тепловая защита зданий является мощным социальным и экономическим фактором. Социальным—потому что обеспечивает комфортные условия в помещениях зданий, соответствующие санитарно-гигиеническим нормативам, а экономическим—потому что регулирует баланс между разовыми затратами при строительстве здания (квартиры, дома и т.д.) и эксплуатационными затратами на отопление, содержание и ремонт в течение всего жизненного цикла здания.

Эффект повышения уровня тепловой защиты зданий обеспечивается благодаря:

Снижению теплотерь через отдельные ограждающие конструкции и теплозащитную оболочку здания в целом, что позволяет сократить количество потребляемой тепловой энергии;

Улучшению теплового комфорта в помещениях вследствие уменьшения интенсивности лучистого и конвективного теплообмена на внутренней поверхности ограждений;

Снижению загрязненности окружающей среды ввиду сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу.

Как правило, современные конструкции наружных стен являются многослойными и включают конструктивный и защитно-отделочный слои, между которыми размещается эффективный утеплитель. Для соединения отдельных слоев стены используют гибкие связи, сетки, шпонки, ребра и другие теплопроводные включения, снижающие теплозащиту наружных стен. Однако в целом уровень их теплозащиты выше, чем однослойных.

Общая схема физико-климатических воздействий на стены зданий приведена на (рисунке 2). К воздействиям наружного климата относятся солнечная радиация, температура и влажность воздуха, дожди и ветер. Внутренние воздействия на ограждения зданий складываются из температуры и влажности внутреннего воздуха и парциального давления водяного пара.

В результате физико-климатических воздействий, в наружных стенах зданий возникают три основных физических процесса, которые следует учитывать при проектировании теплозащиты зданий: теплопередача, паропроницаемость и воздухопроницаемость.

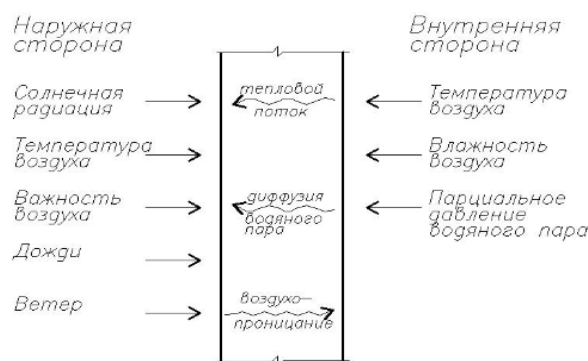


Рисунок 1 – Основные физико-климатические воздействия на стены зданий

Причины разрушения наружных стен:

Ошибки проектных решений:

- недостаточное армирование кладки облицовочных слоев,
- отсутствуют требования к форме растворных швов (вогнутый шов при щелевых облицовочных кирпичах приводит к замачиванию пустот),
- гибкие связи, кладочные сетки и анкера выполняются из некоррозионно стойкой стали,
- отсутствие расчетов по влагонакоплению и защите конструкций от конденсата и коррозии

Ошибки производства работ:

- массовые отступления от проектных решений в части замены металла, кирпича, блоков, утеплителя, анкеров и т.д.
- не выполнение строительных допусков,
- уменьшение количества анкерных связей для крепления теплоизоляционных и облицовочных слоев к конструкционному слою.

Главная причина – недостаточный учет физических процессов по влагонакоплению при эксплуатационных воздействиях на стадии проектирования наружных стен

Было произведено исследование с целью определения температуры начала конденсации парообразной влаги в основных конструктивных типах наружных стен.

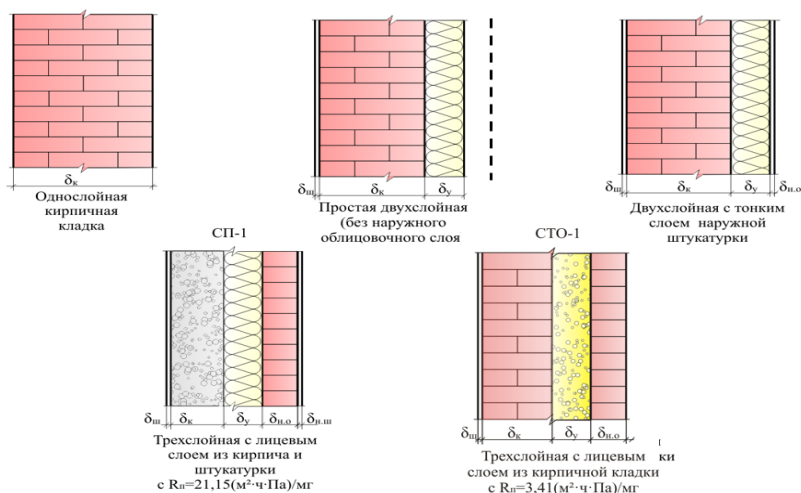


Рисунок 2 – Типы наружных стен.

Таблица 1 – Результаты исследования однослойной кирпичной стены

Температура наружного воздуха, °С	(E _г -e _г) по сечениям ограждения, Па					
	на внутренней поверхности	1/2	2/3	3/4	4/5	на наружной поверхности
-10,0	683	376	123	26	13	56
-11,0	672	316	110	18	3	52
-12,0	661	290	85	0	-13	46
-13,0	649	277	66	-17	-24	41
-15,0	627	230	21	-51	-50	35
-20,0	572	116	-79	-151	-103	23
Условные сечения	(1) 0,154 м.	(2) 0,154 м.	(3) 0,154 м.	(4) 0,154 м.	(5) 0,154 м.	
Конструкция	Кирпичная кладка 0,77 м.					

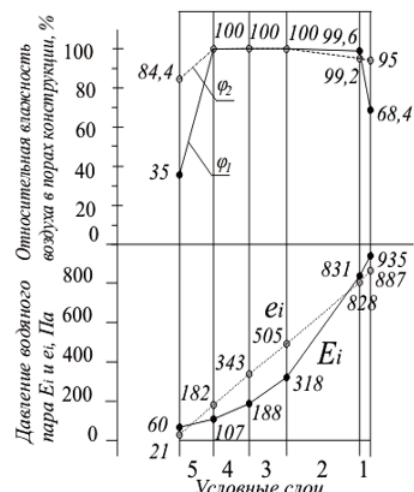


Таблица 2 – Результаты исследований простой двухслойной конструкции (без облицовочного слоя)

Темпера- тура наруж- ного воздуха, t _н °С	(E _г -e _г) по сечениям ограждения, Па							
	на внут- ренней поверх- ности	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	на наруж- ной поверх- ности
-5	914	954	1136	1229	1323	1419	531	95
-10	888	931	1130	1231	1335	1441	477	49
-20	835	880	1078	1182	1290	1401	344	18
-30	784	826	1001	1097	1198	1365	194	9
-40	734	771	916	1000	1093	1192	89	6
Конст- рукция:	Внутренняя штукатурка, 15мм.		Силикатный кирпич, 250мм.				Rockwool, 100мм.	

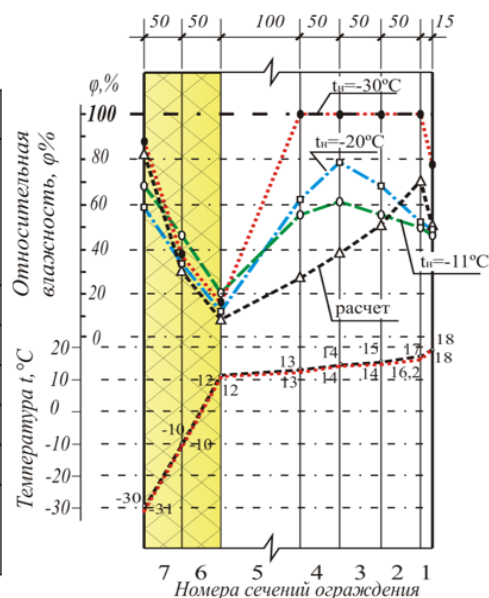


Таблица 3 – Результаты исследований двухслойной конструкции с тонким слоем наружной штукатурки

Темпе- ратура наруж- ного воздуха, t _н °С	(E _г -e _г) по сечениям ограждения, Па									
	на внут- ренней поверх- ности	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	на наруж- ной поверх- ности	
	-5	915	950	1109	1190	1273	1358	467	27	95
	-6	909	946	1109	1192	1277	1303	456	8	78
	-7	904	941	1107	1192	1279	1368	444	-3	70
	-10	888	927	1099	1188	1279	1372	404	-29	49
	-20	836	875	1044	1134	1227	1324	262	-70	18
	-30	785	821	966	1047	1133	1225	108	-84	9
	-35	760	794	924	999	1080	1168	48	-87	7
Конст- рукция:	Внутренняя штукатурка, 15 мм	Силикатный кирпич, 250 мм				Rockwool, 100 мм		Ceresit, 4,4 мм		

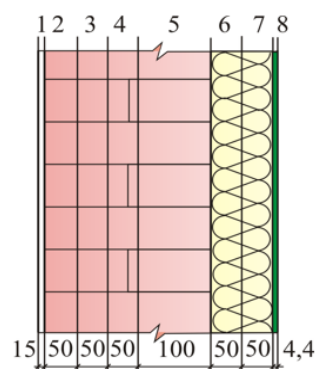


Таблица 4 – Результаты исследований трехслойной конструкции СП-1
 $R_{по}=21,15(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$

Температура наружного воздуха, $t_n, ^\circ\text{C}$	(Е _г -е _г) по сечениям ограждения, Па					
	на внутренней поверхности	1/2	2/3	3/4	4/5	на наружной поверхности
-10,2	911	913	1016	28	53	47
-15,0	896	889	1001	4	38	33
-16,0	896	872	988	-3	35	32
-20,0	870	861	970	-20	25	21
-30,0	829	807	928	-46	9	7
-40,0	791	767	854	-56	2	2
Конструкция	(1) Гипсовая штукатурка, 15 мм	(2) Монолитный ж/б, 100 мм	(3) Styrofoam, 100 мм	(4) Кирпичная кладка, 120 мм	(5) Перлитовая штукатурка, 8 мм	

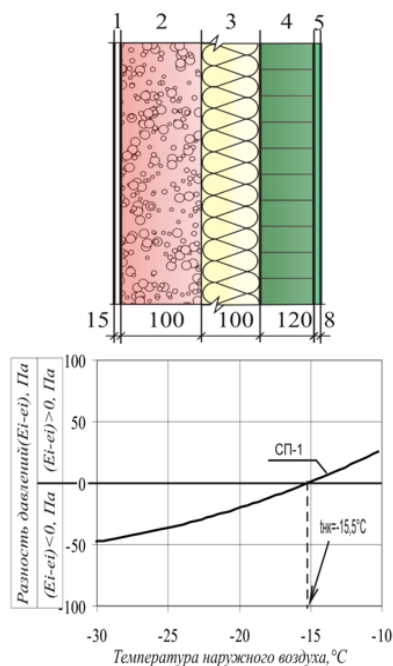
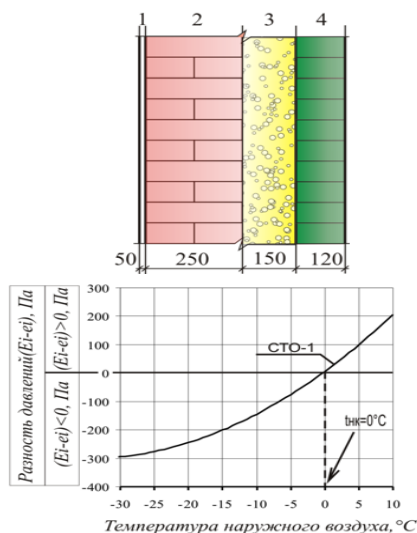


Таблица 5 – Результаты исследований трехслойной конструкции СТО-1
 $R_{по}=3,41(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$

Температура наружного воздуха, $t_n, ^\circ\text{C}$	(Е _г -е _г) по сечениям ограждения, Па				
	на внутренней поверхности	1/2	2/3	3/4	на наружной поверхности
1	925	930	898	19	121
0	918	924	893	-1	113
-1	915	921	892	-6	113
-5	886	893	867	-65	98
-15	823	826	751	-203	31
-20	792	790	677	-242	20
-30	731	719	521	-285	10
-40	672	649	371	-304	6
Конструкция	(1) Цементно-песчаная штукатурка, 20 мм	(2) Кирпичная кладка, 250 мм	(3) Монолитный пенобетон, 150 мм	(4) Кирпичная кладка, 120 мм	



Заключение

Каждое конструктивное решение наружной стены имеет собственную температуру начала конденсации паровоздушной влаги: однослойная – ($-11,5 ^\circ\text{C}$), простая двухслойная (без облицовочного слоя) – ($<-40 ^\circ\text{C}$), двухслойная с тонким слоем наружной штукатурки – ($-7 ^\circ\text{C}$), трехслойная СП-1 – ($-16 ^\circ\text{C}$), трехслойная СТО-1 – ($0 ^\circ\text{C}$). Следовательно, при конструировании многослойных ограждений (наружных стен), следует учитывать основные физические процессы, которые влияют на обоснование расчетных параметров климатических факторов для каждого процесса.

Список литературы

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 29.07.2017) [Электронный источник] / www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018) [Электронный источник] / www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: Минрегион России, 2012. 139 с.
4. Бедов А.И., Балакшин А.С., Воронов А.А. Несовершенство устройства многослойных стен многоэтажных зданий // Сборник научных трудов института строительства и архитектуры МГСУ. 2008. С. 52-55
5. Ильинский В.М. Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий): Учебное пособие. М.: В.Ш., 1974. 320 с.

ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗНОУРОВНЕВОГО ПОКРЫТИЯ ИЗ СЕГМЕНТНЫХ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННЫХ ФЕРМ

Прокуров М.Ю., Тарасов С.И.
(ФГБОУ ВО «БГИТУ», г. Брянск, Россия)

Приведен технико-экономический анализ проектных решений разноуровневого покрытия строительного объекта с использованием конструкций сегментных металлодеревянных ферм. Вариативность основывается на изменении проектного положения ферм, опирающихся на заданных проектных отметках. Учитываются единовременные затраты на изготовление конструкций и долгосрочные затраты, связанные с эксплуатацией объекта.

Опирающие пролётных конструкций на разных уровнях применяется для обеспечения внешнего водоотвода с поверхности кровли, при проектировании пристроек к существующим зданиям, а также для реализации поставленных архитектурных задач.

В статье приводится анализ проектных решений разноуровневого большепролётного покрытия, реализуемого путём применения металлодеревянных сегментных ферм, устанавливаемых на заданных проектных отметках. Использование сегментных ферм представляется выгодным в отношении статической работы конструкции покрытия, так как их очертание совпадает с кривой давления, вызванного действием равномерно распределённой нагрузки.

В качестве объекта исследования рассматривается пристройка к существующему зданию, имеющая размеры в плане 35 × 102 м с шагом поперечных рам 6 м. В покрытии применяются сегментные фермы пролётом 36 м. Геометрические параметры ферм приведены на рисунке 1. Разность отметок опирания каж-