

В лаборатории НИИСФ РААСН проводится систематическое изучение свойств экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС, в частности в соответствии с договором № 12230 от 01.04.2008 г. с ООО «ПО «ПЕНОПЛЭКС Северо-Запад» проведено определение расчетных теплотехнических показателей марок 35Ф, 31С и 35. В рамках настоящей научно-технической работы, среди прочих, определены расчетные теплотехнические показатели экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марки 35Ф. Экструзионный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС марки 35Ф, является новым видом продукции ПЕНОПЛЭКС и представляет собой фрезерованные плиты для применения в качестве теплоизоляционного слоя в системах наружного утепления с тонким штукатурным слоем.



Рис. 1. Наружная поверхность фрезерованных плит ПЕНОПЛЭКС марки 35Ф обладает «шероховатостью», что повышает прочность их сцепления с армировочно-клеевыми составами в системах наружного утепления с тонким штукатурным слоем

Целью работы является оценка эксплуатационных теплотехнических качеств наружных ограждений и выявление зон возможной конденсации и накопления влаги в слоях конструкций за годовой период эксплуатации.

Проведены теплотехнические расчеты трех вариантов стеновых ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем ПЕНОПЛЭКС, два из них в системе скрепленной теплоизоляции с материалом «Теплоклей» ЮНИС и один в слоистой кладке.

Для оценки представлены следующие варианты конструкций наружных стен (описание слоев изнутри наружу):

Вариант А.:

1. кирпичная кладка,
2. экструзионный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС «35Ф»,
3. тонкая штукатурка «Теплоклей» ЮНИС.

Вариант Б.

1. кирпичная кладка,
2. экструзионный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС «35»,
3. кирпичная кладка из лицевого кирпича.

Вариант В.

1. монолитный бетон,
2. экструзионный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС «35Ф»,
3. тонкая штукатурка «Теплоклей» ЮНИС.

Толщину внутренней кладки из кирпича керамического рядового принимаем равной 250 мм, толщину наружной кладки из лицевого кирпича – 120 мм, толщину монолитного железобетона принимаем равной 200 мм.

Для определения оптимальной толщины теплоизоляционного слоя из экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС следует определить нормируемые значения теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций жилого здания по СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

В соответствии со СНиП 23-02-2003 нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_{\text{рег}}$ ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) ограждающих конструкций жилых зданий следует определять по таблице 4, п. 1 и формуле:

$$R_{\text{рег}} = aD_d + b,$$

где a и b – коэффициенты, принимаемые по таблице 4, п. 1.

D_d – градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C}$ сут., для конкретного пункта.

Градусо-сутки отопительного периода, D_d , $^{\circ}\text{C}$ сут, определяют по формуле:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) Z_{\text{ht}}$$

где, t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^{\circ}\text{C}$, принимаемая для группы зданий по поз. 1 таблицы 4 – согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16-21 $^{\circ}\text{C}$);

t_{ht} , Z_{ht} – средняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$, и продолжительность, сут., отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 $^{\circ}\text{C}$.

Для Московских климатических условий принимаем:

$$t_{\text{int}} = 20 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{ht}} = - 3,1 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

$$Z_{\text{ht}} = 214 \text{ суток.}$$

$$D_d = (20 + 3,1) 214 = 4943 \text{ } ^{\circ}\text{C} \text{ сут.}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_{reg} для стен жилого здания

$$R_{\text{reg}} = 0,00035 \times 4943 + 1,4 = 3,13 \text{ м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт.}$$

Сопротивление теплопередаче стены R_o , $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$, определяется по формуле 8 СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»:

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se},$$

где, $R_{si} = 1/\alpha_i$, α_i – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, равный $8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{°C}$ (по табл. 7 СНиП 23-02),

$R_{se} = 1/\alpha_e$, α_e – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода года, равный $23 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{°C}$,

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_n,$$

где, $R_1 + R_2 + R_3 + R_n$ – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$, определяемые по формуле:

$$R = \delta/\lambda,$$

где δ – толщина слоя, м,

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C}$.

Условия эксплуатации для материалов рассматриваемых конструкций наружных стен жилых здания для условий г. Москвы принимаются по таблице 2 и приложению В СНиП 23-02-2003; принимаются условия – Б.

Расчетные значения теплотехнических показателей материалов слоев конструкций по рассматриваемым вариантам принимаются по приложению «Д» СП 23-101-2004 (для кирпичных кладок и монолитного бетона), по данным научных исследований в лаборатории НИИСФ РААСН (для экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС, для штукатурки «Теплоклей» ЮНИС в системе скрепленной теплоизоляции), а так же по данным лаборатории ВАКЕР ХЕМИ РУС:

$$\lambda_B^{\text{кирпичная кладка } \rho=1800 \text{ кг}/\text{м}^3} = 0,81 \text{ Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C};$$

$$\mu_B^{\text{кирпичная кладка } \rho=1800 \text{ кг}/\text{м}^3} = 0,11 \text{ мг}/(\text{мчПа});$$

$$W_B^{\text{кирпичная кладка } \rho=1800 \text{ кг}/\text{м}^3} = 2,0 \%;$$

$$\lambda_B^{\text{лицевая кирпичная кладка } \rho=1400 \text{ кг}/\text{м}^3} = 0,58 \text{ Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C};$$

$$\mu_B^{\text{лицевая кирпичная кладка } \rho=1400 \text{ кг}/\text{м}^3} = 0,16 \text{ мг}/(\text{мчПа});$$

$$W_B^{\text{лицевая кирпичная кладка } \rho=1400 \text{ кг}/\text{м}^3} = 2,0 \%;$$

$$\lambda_B \text{ монолитный бетон } \rho=2400 \text{ кг/м}^3 = 1,86 \text{ Вт/ м}^\circ\text{С};$$

$$\mu_B \text{ монолитный бетон } \rho=2400 \text{ кг/м}^3 = 0,03 \text{ мг/(мчПа)};$$

$$w_B \text{ монолитный бетон } \rho=2400 \text{ кг/м}^3 = 3,0 \text{ \%};$$

$$\lambda_B \text{ ПЕНОПЛЭКС марка 35 «Ф» } \rho=33 \text{ кг/м}^3 = 0,034 \text{ Вт/ м}^\circ\text{С};$$

$$\mu_B \text{ ПЕНОПЛЭКС марка 35 «Ф» } \rho=33 \text{ кг/м}^3 = 0,012 \text{ мг/(мчПа)};$$

$$w_B \text{ ПЕНОПЛЭКС марка 35 «Ф» } \rho=33 \text{ кг/м}^3 = 3,0 \text{ \%};$$

$$\lambda_B \text{ ПЕНОПЛЭКС марка 35 } \rho=32 \text{ кг/м}^3 = 0,032 \text{ Вт/ м}^\circ\text{С};$$

$$\mu_B \text{ ПЕНОПЛЭКС марка 35 } \rho=32 \text{ кг/м}^3 = 0,007 \text{ мг/(мчПа)};$$

$$w_B \text{ ПЕНОПЛЭКС марка 35 } \rho=32 \text{ кг/м}^3 = 3,0 \text{ \%};$$

$$\lambda_B \text{ «Теплоклей» ЮНИС } \rho=1500 \text{ кг/м}^3 = 0,81 \text{ Вт/ м}^\circ\text{С};$$

$$R_\mu [R_{\nu p}] \text{ «Теплоклей» ЮНИС } \rho=1500 \text{ кг/м}^3 = 0,12 \text{ (м}^2\text{чПа)/мг};$$

$$w_B \text{ «Теплоклей» ЮНИС } \rho=1500 \text{ кг/м}^3 = 4,0 \text{ \%}.$$

Для уточнения толщины теплоизоляционного слоя ПЕНОПЛЭКС просчитываем сопротивление теплопередаче вариантов конструкций без учёта теплоизоляции и определяем требуемую прибавку термического сопротивления.

Вариант стены А.

$$R_0 = 1/8,7 + 0,25/0,81 + 0,005/0,81 + 1/23 = 0,46 \text{ м}^2\text{С /Вт}.$$

$$3,13 - 0,46 = 2,67; \quad \delta_{\text{ПЕНОПЛЭКС марка 35 «Ф»}} = R \lambda = 2,67 \times 0,034 = 0,0908 \text{ м}.$$

Вариант стены Б.

$$R_0 = 1/8,7 + 0,25/0,81 + 0,12/0,58 + 1/23 = 0,667 \text{ м}^2\text{С /Вт}.$$

$$3,13 - 0,667 = 2,46; \quad \delta_{\text{ПЕНОПЛЭКС марка 35}} = R \lambda = 2,46 \times 0,032 = 0,0788 \text{ м}.$$

Вариант стены В.

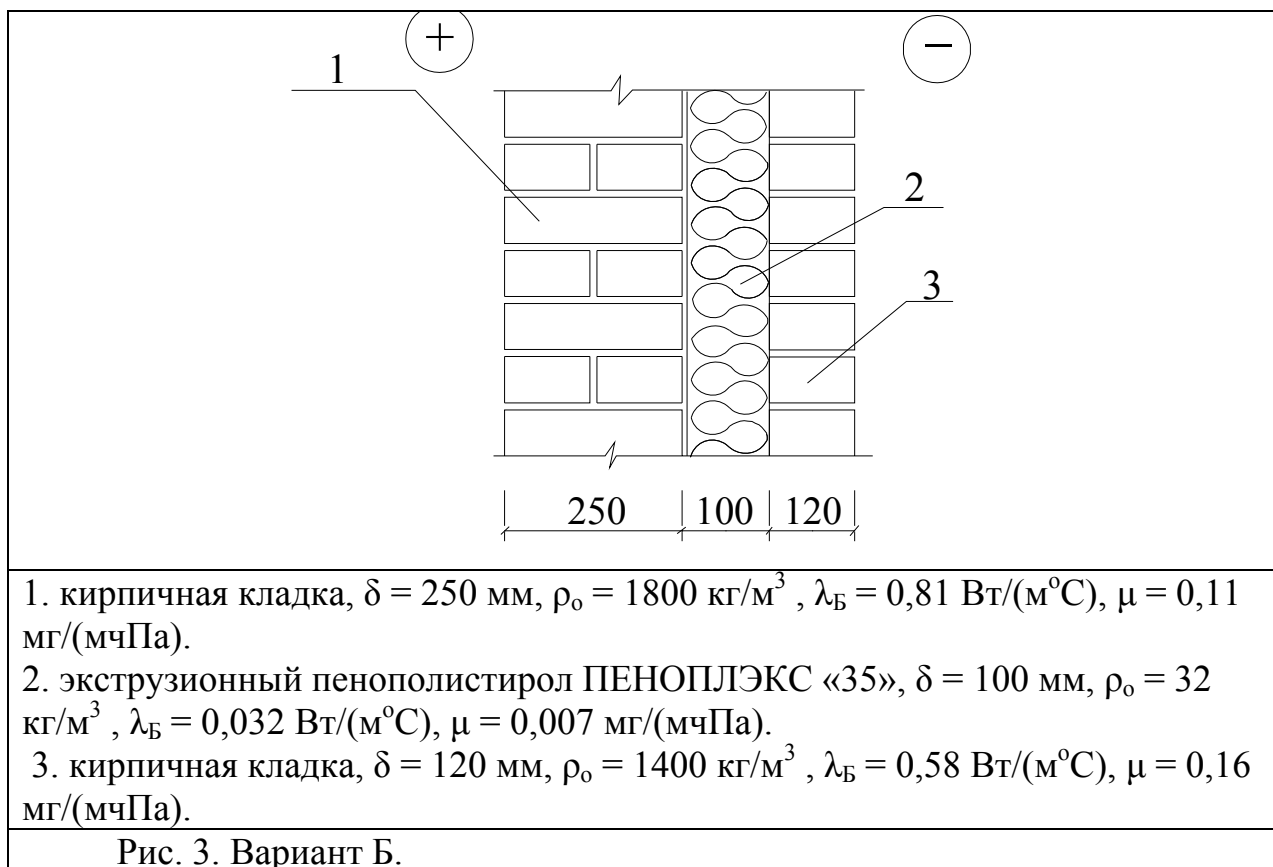
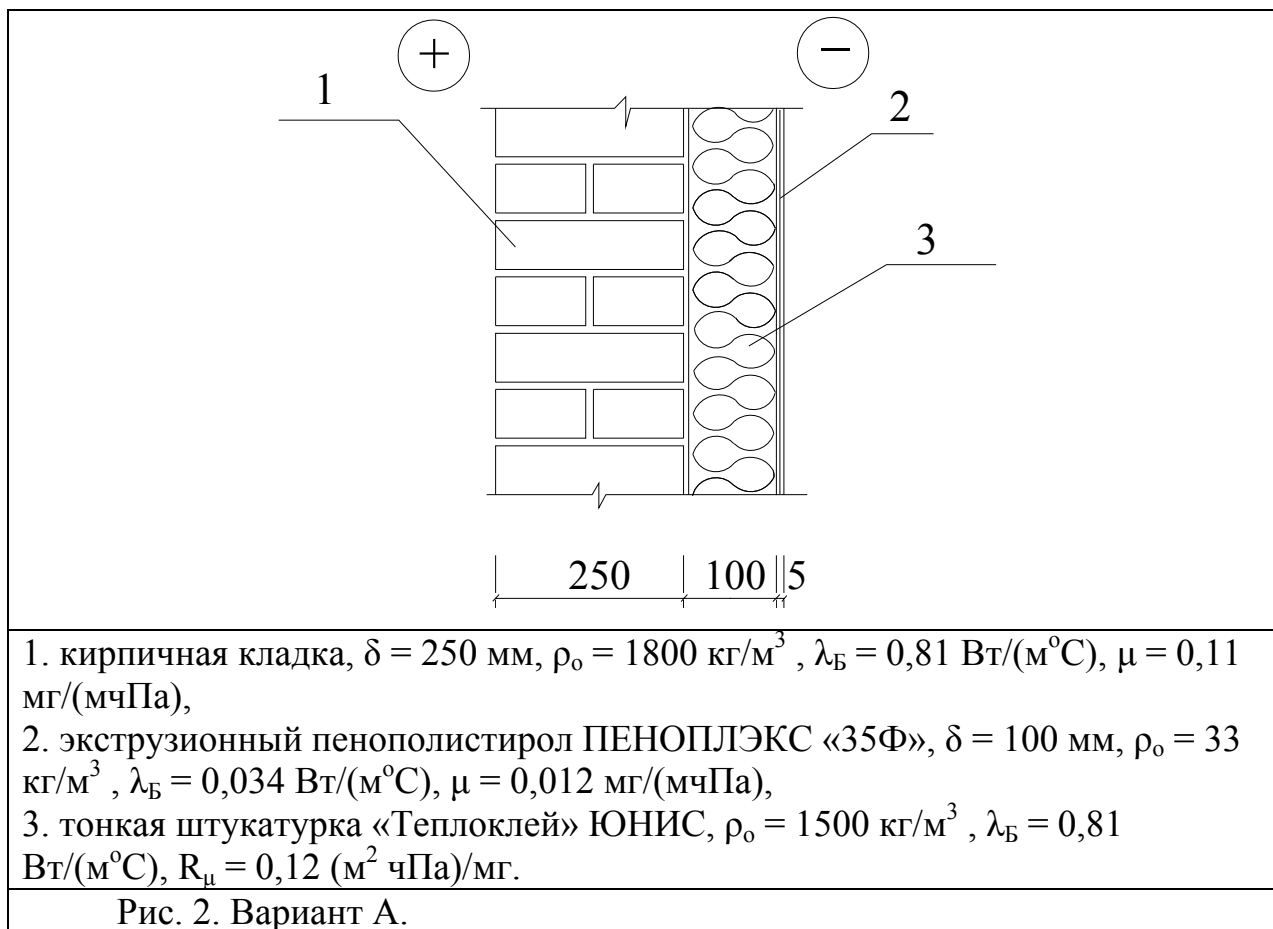
$$R_0 = 1/8,7 + 0,20/1,86 + 0,005/0,81 + 1/23 = 0,26 \text{ м}^2\text{С /Вт}.$$

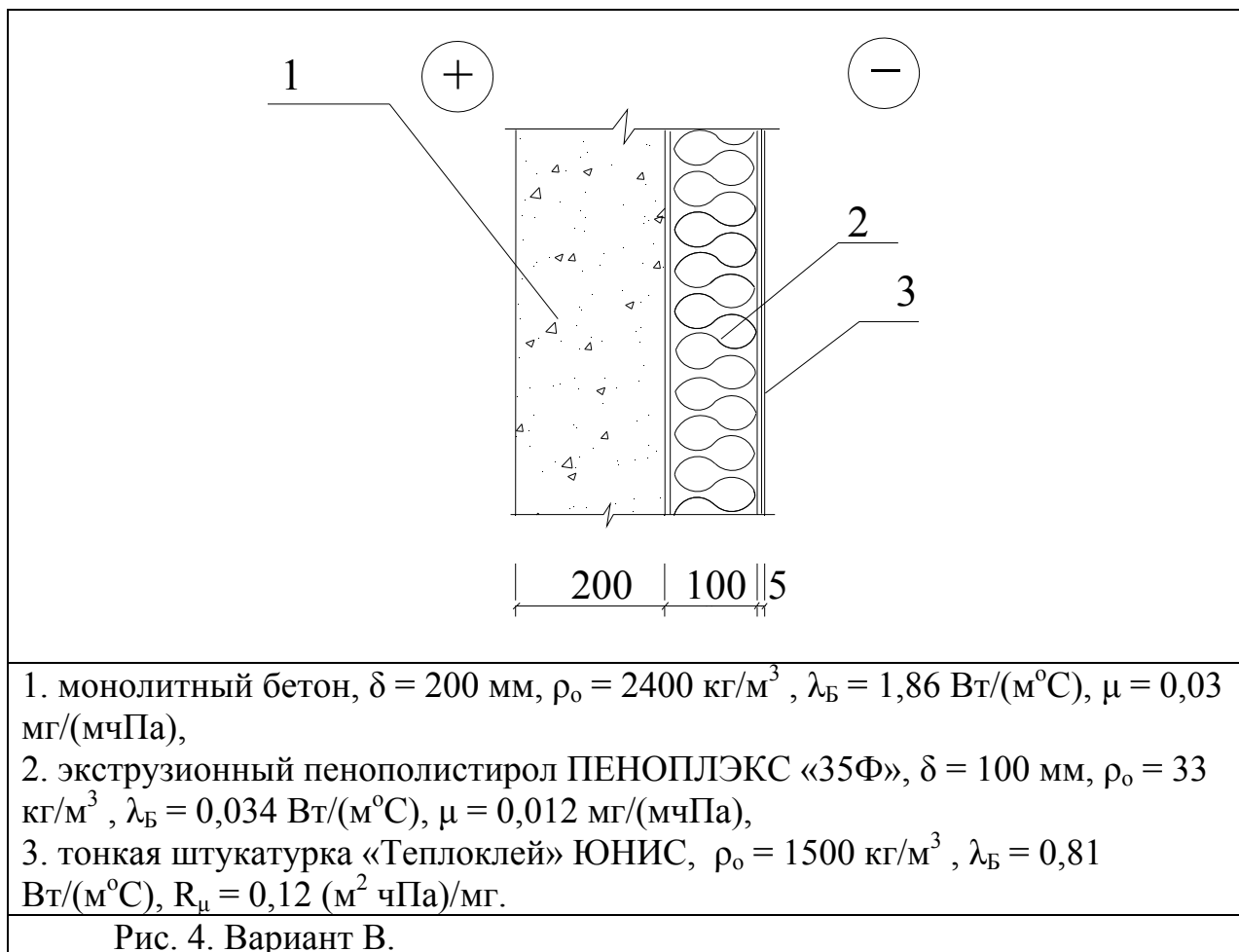
$$3,13 - 0,26 = 2,87; \quad \delta_{\text{ПЕНОПЛЭКС марка 35 «Ф»}} = R \lambda = 2,87 \times 0,034 = 0,097 \text{ м}.$$

Коэффициент теплотехнической однородности r , учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и др., рекомендуется рассчитывать по п. 9.1.5 СП 23-101-2004.

Для дальнейших расчётов толщину теплоизоляционного слоя ПЕНОПЛЭКС в приведенных конструкциях принимаем равной 100 мм.

На рисунках 2-4 представлены варианты оцениваемых в теплотехническом отношении конструкций.





Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции принимается по таблице 5, поз. 1. СНиП 23-02. Для наружных стен жилых зданий нормируемый температурный перепад Δt_n составляет 4,0 °С.

Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 для условий г. Москвы составляет $t_n = - 28$ °С по таблице 1 СНиП23-01-99 «Строительная климатология».

Проведены расчёты температурных полей по глади представленных конструкций наружных стен для оценки значения температуры на внутренней поверхности ограждений и сравнения с нормируемым температурным перепадом.

На рисунках 5-7 представлено распределение изотерм в толще слоистых конструкций для условий наиболее холодной пятидневки г. Москвы.

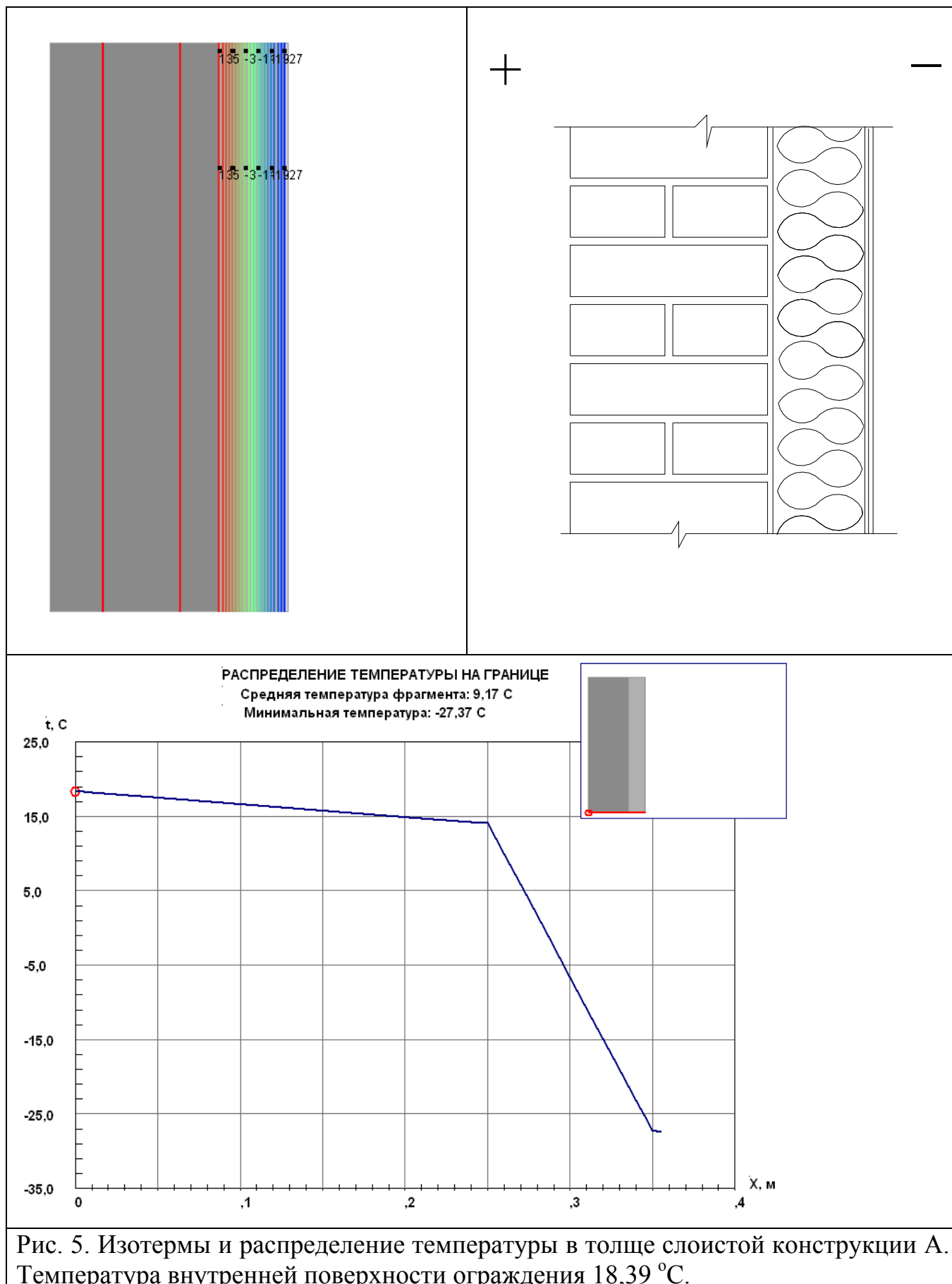


Рис. 5. Изотермы и распределение температуры в толще слоистой конструкции А. Температура внутренней поверхности ограждения 18,39 °C.

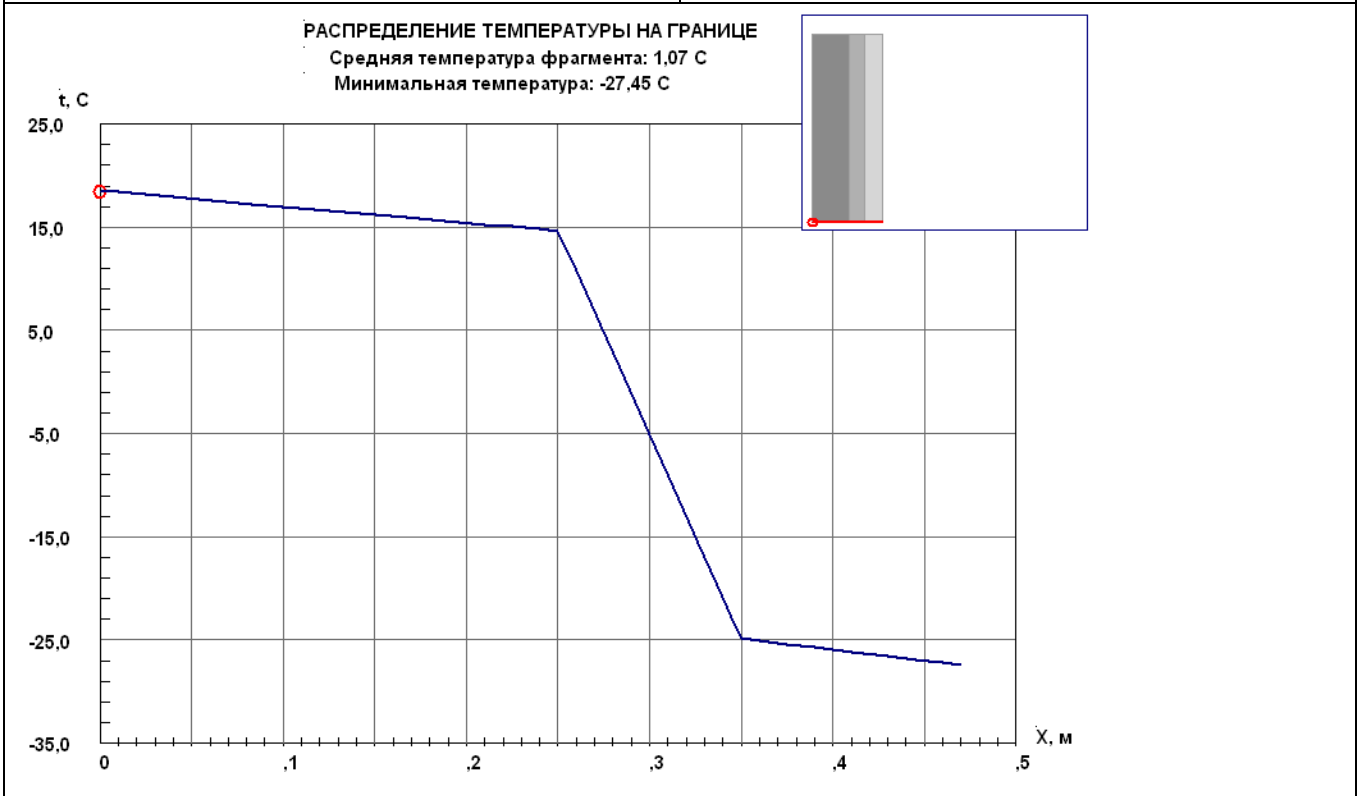
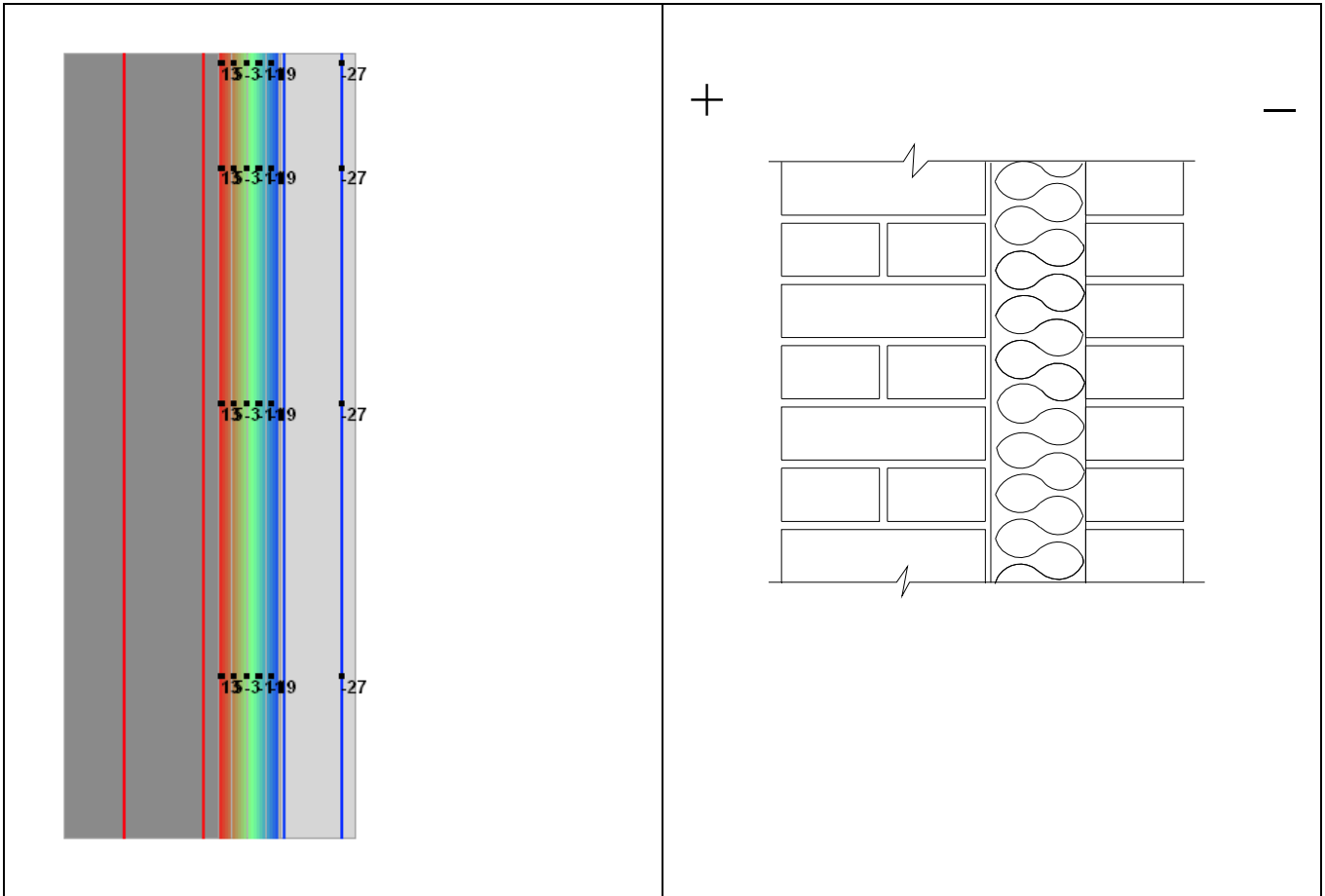


Рис. 6. Изотермы и распределение температуры в толще слоистой конструкции Б. Температура внутренней поверхности ограждения 18,42 °С.

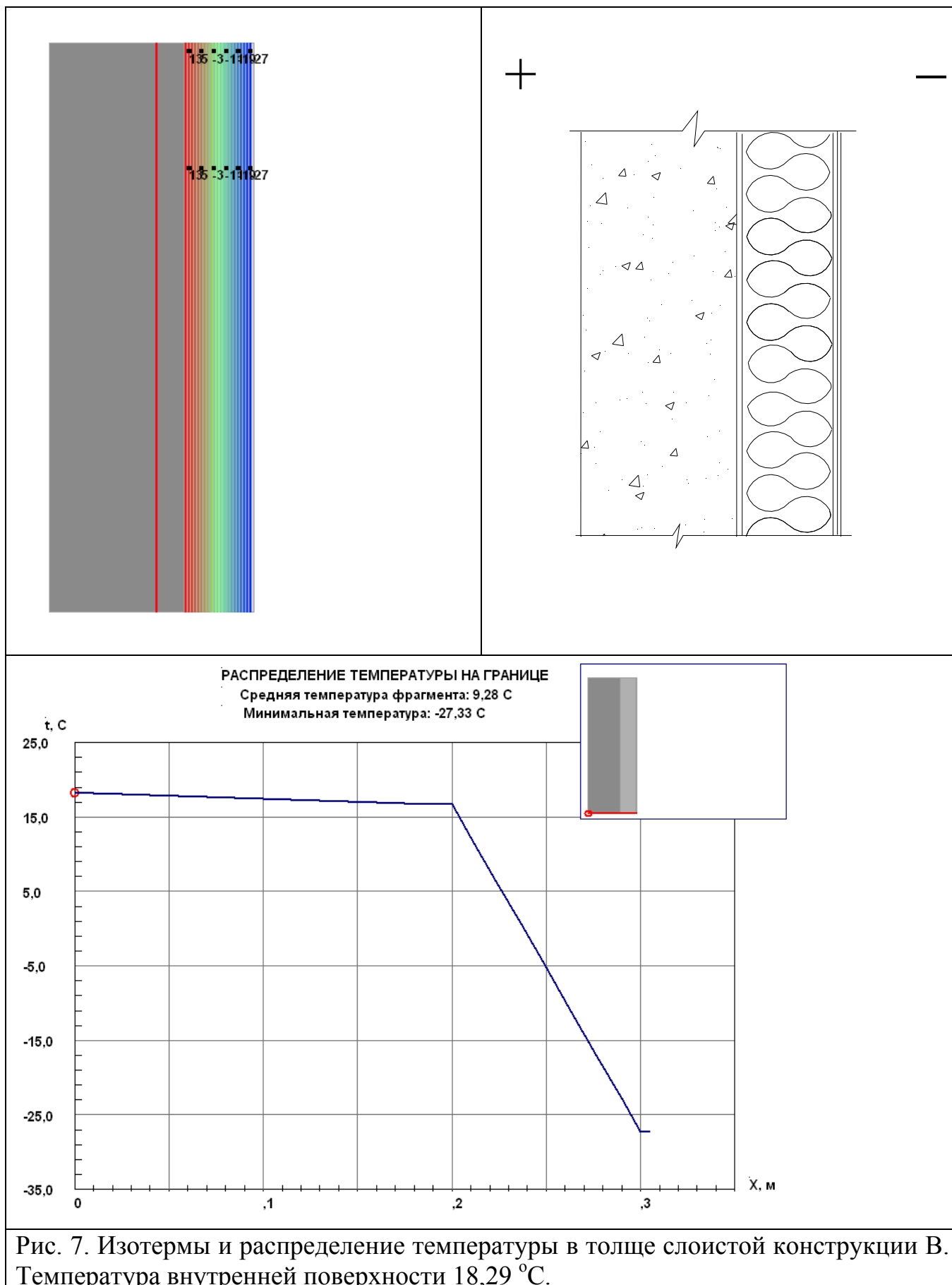


Рис. 7. Изотермы и распределение температуры в толще слоистой конструкции В. Температура внутренней поверхности 18,29 °С.

Далее на рисунках 8-10 представлены схемы влажностного режима вариантов стен А, Б и В. Отсутствие пересечений линий е (линия парциального давления водяного пара, Па) и Е (линия изменения давления насыщенного водяного пара, Па) показывает, что в этом случае конденсации влаги в стене нет. Стена вычерчена в масштабе сопротивлений паропроницанию.

Для ограждающих конструкций с последовательно расположенными однородными слоями по варианту А

Характеристики	Слой 1	Слой 2	Слой 3
	кирпич	пеноплэкс	тонкая штукатурка
Плотность $\rho=$	1800,000	35,000	1800,000
Теплопроводность $\lambda=$	0,810	0,032	0,950
Паропроницаемость $\mu=$	0,110	0,012	-
Теплоусвоение $S=$	10,120	0,370	11,100
Толщина слоя $\delta=$	0,250	0,090	0,01
Термическое сопротивление $R=$	0,309	2,813	0,011
Сопротивление паропроницанию $R_{vp} =$	2,273	8,330	0,1210

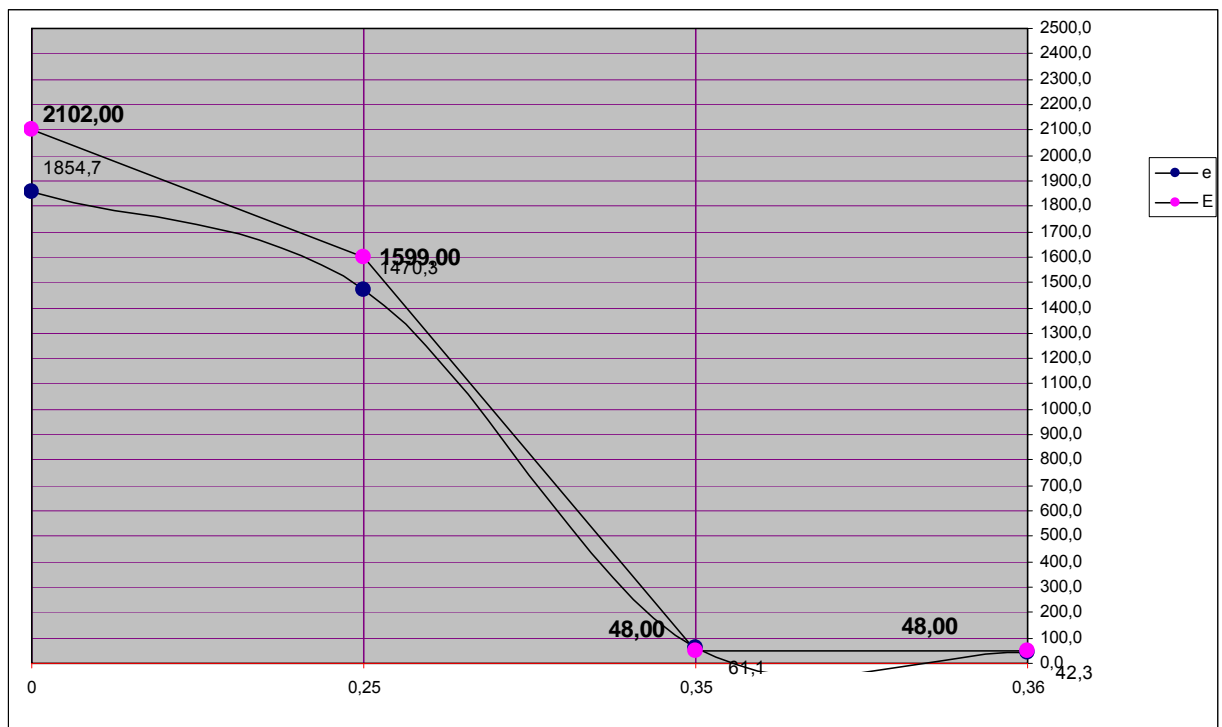


Рис. 8. Схема влажностного режима стены из кирпича с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35Ф и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС.

Для ограждающих конструкций с последовательно расположенными однородными слоями по варианту Б

Характеристики	Слой 1	Слой 2	Слой 3
	кирпич	пеноплэкс	лицевой кирпич
Плотность $\rho =$	1800,000	35,000	1400,000
Теплопроводность $\lambda =$	0,810	0,032	0,580
Паропроницаемость $\mu =$	0,110	0,007	0,160
Теплоусвоение $S =$	10,120	0,370	7,560
Толщина слоя $\delta =$	0,250	0,090	0,120
Термическое сопротивление $R =$	0,309	2,813	0,207
Сопротивление паропроницанию $R_{vp} =$	2,273	12,857	0,750

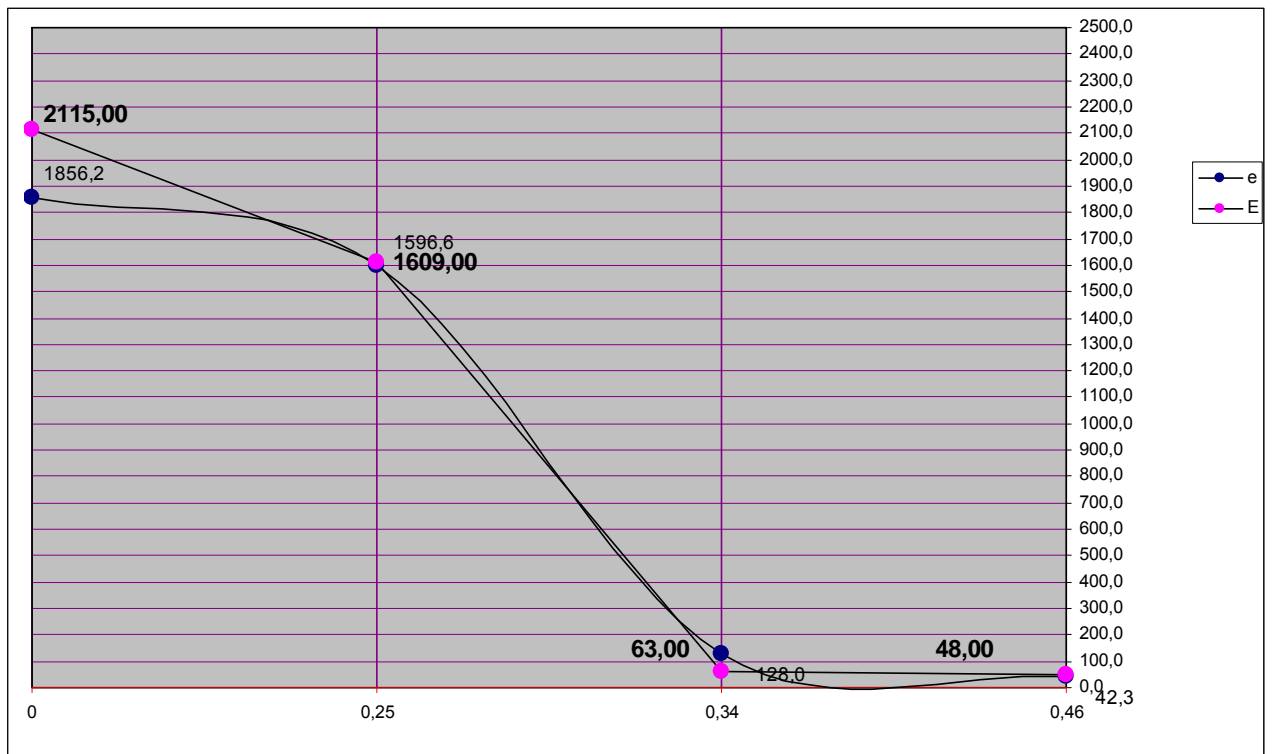


Рис. 9. Схема влажностного режима стены из слоистой кирпичной кладки с утеплением ПЕНОПЛЭКС 35 и наружным слоем из лицевого кирпича.

Для ограждающих конструкций с последовательно расположенными однородными слоями по варианту В

Характеристики	Слой 1	Слой 2	Слой 3
	бетон	пеноплэкс	тонкая штукатурка
Плотность $\rho =$	2400,000	33,000	1500,000
Теплопроводность $\lambda =$	1,860	0,034	0,810
Паропроницаемость $\mu =$	0,030	0,012	-
Теплоусвоение $S =$	17,880	0,370	9,760
Толщина слоя $\delta =$	0,200	0,100	0,010
Термическое сопротивление $R =$	0,108	2,941	0,012
Сопротивление паропроницанию $R_{vp} =$	6,667	8,333	0,120

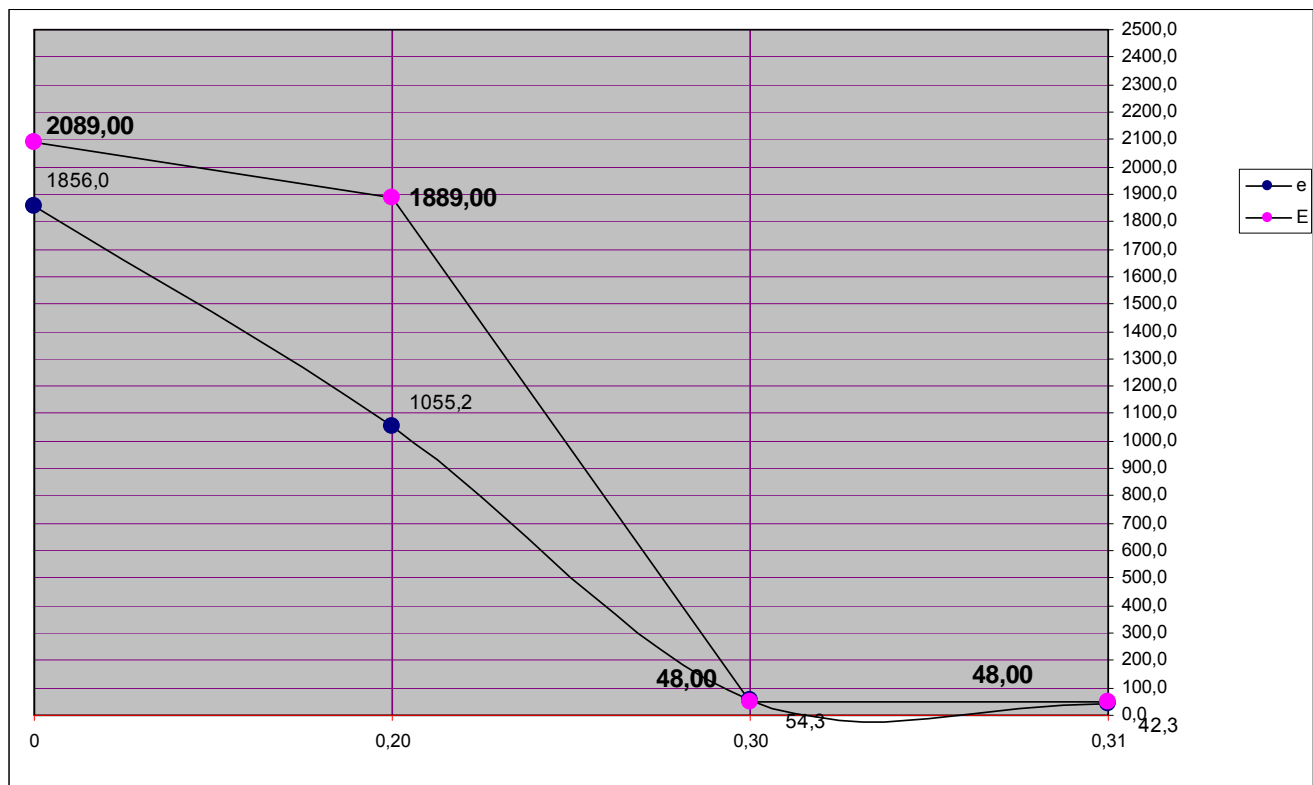


Рис. 10. Схема влажностного режима стены из монолитного бетона с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35 и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС.

Упругость водяного пара в воздухе помещения:

$$e_B = E \cdot \varphi_B / 100, \quad e_B = 1856,2$$

Проверка на отсутствие конденсации на внутренней поверхности из условия удовлетворения $\tau_B > t_{т.р.}$ $t_{т.р.} = 20,1 - (5,75 - 0,00206e_B)^2 = 16,41$. Удовлетворяет.

Для конструкций А и В проведены расчёты влажностного режима при нестационарных условиях диффузии водяного пара. Нестационарный влажностный режим рассчитывается по методике, изложенной в «Руководстве по расчету влажностного режима ограждающих конструкций зданий». – НИИСФ, М. «Стройиздат», 1984. Методика отражает факторы, влияющие на влажностный режим конструкций, и опирается на следующую модель влагопереноса в ограждающей конструкции.

Уравнение одномерного перемещения влаги в материале конструкции имеет вид:

$$\gamma \frac{\partial w}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{\partial w}{\partial x} + \mu \frac{\partial (\varphi p_s)}{\partial x} \right)$$

здесь p_s - давление насыщенного водяного пара, зависящее от температуры, Па;

x - пространственная координата, м;

β - коэффициент влагопроводности кг/(м ч);

γ - плотность материала, кг/м³;

φ - относительная влажность воздуха в порах материала, доли единицы;

τ - время, ч;

μ - коэффициент паропроницаемости, кг/(м ч Па);

w - влажность материала, кг/кг или %.

Поток влаги через конструкцию всюду непрерывен. При влажности ниже максимальной сорбционной величина φ связана с влажностью материала w при помощи изотермы равновесного влагосодержания, т.е. изотермы сорбции или десорбции водяного пара материалом. На стыке двух различных материалов их влажности соответствуют равновесным, в частности в зоне сорбционного увлажнения - по изотермам сорбции, при сверхсорбционном увлажнении они являются пропорциональными среднесуточным скоростям капиллярного всасывания.

На поверхностях конструкции влагообмен с окружающим воздухом описывается уравнениями граничных условий 3-го вида, т.е. поток влаги из внутреннего воздуха в конструкцию равен:

$$G_i = \frac{1}{R_{vi}}(p_{si} \varphi_i - p_{sis} \varphi_i)$$

а поток влаги из конструкции в наружный воздух равен:

$$G_e = \frac{1}{R_{ve}}(p_{ses} \varphi_i - p_{se} \varphi_e)$$

где индексы обозначают:

- s - насыщение;
- e - наружный;
- i - внутренний;
- si - внутренняя поверхность;
- se - наружная поверхность.

Так как процессы влагопереноса более инерционны, чем теплопереноса, температурное поле в конструкции предполагается стационарным в любой момент времени. Однако, температура и относительная влажность наружного воздуха принимаются переменными в течение года и одинаково изменяющимися каждый год.

Эта модель была положена в основу расчета влажностного режима, который реализован в виде программы на ПК. Метод позволяет проводить расчет нестационарного одномерного влагопереноса в многослойной ограждающей конструкции.

Уравнение одномерного перемещения влаги решается в конечных разностях по явной схеме. При этом для проведения расчета необходимы данные об условиях эксплуатации конструкции, о характеристиках материалов, о конструкции. Кроме того, определяются условия проведения расчета: месяц, начиная с которого следует проводить расчет, число лет, для которых следует проводить расчет, и периодичность (чаще всего один месяц), с которой следует

фиксировать результаты расчета. Расчеты проведены на 20 условных лет эксплуатации.

Результатами расчета являются распределения влажности по толщине конструкции в любой момент времени ее эксплуатации. Другими словами, в результате расчета определяется эксплуатационная влажность материалов конструкции.

Внутреннее сопротивление влагообмену принято равным $0,02 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$. На наружной границе сопротивление влагоотдаче принято равным $0,12 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$.

Графики типичного распределения влажности по толщине ограждающей конструкции для стены с основанием из кирпича с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35Ф и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС приведены на рис. 11 и 12.

Квазистационарный влажностный режим конструкции по варианту А устанавливается через 2 года после начала эксплуатации здания. Максимальная влажность утеплителя достигается в феврале в трех сантиметрах от наружной границы экструзионного пенополистирола и составляет 0,23% по массе (относительная влажность воздуха в порах материала 95%), то есть менее максимальной сорбционной влажности материала. Систематическое влагонакопление в годовом периоде эксплуатации конструкции отсутствует. Тем самым выполнены оба требования СНиП 23-02-2003 к влажностному режиму ограждающих конструкций.

В целом влажность всех слоев конструкции остается в пределах сорбционных влажностей. Средние влажности всех слоев конструкции в месяц наибольшего увлажнения меньше расчетных значений приведенных в СП 23-101-2004, что обеспечивает благоприятный режим эксплуатации для материалов и конструкции в целом.

На графиках синяя линия – расчетная влажность материалов по массе в %, малиновая линия – средние значения влажности для каждого материала, красная линия - максимальная сорбционная влажность материалов.

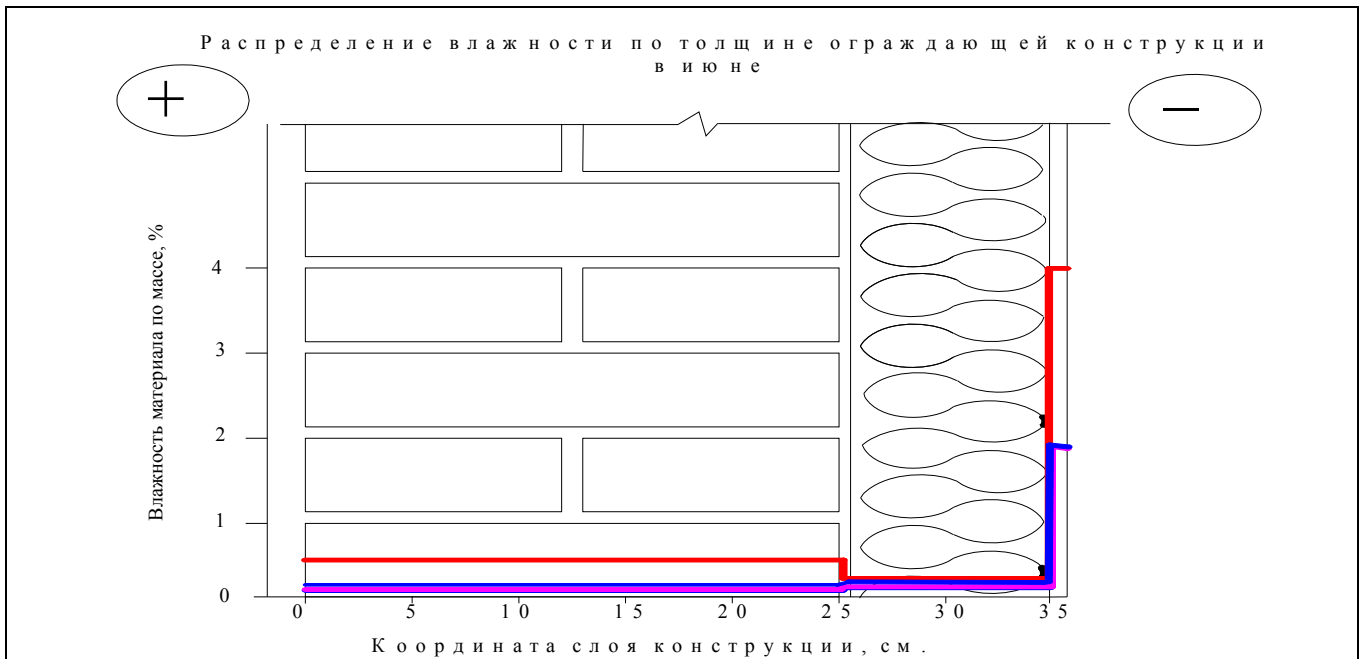


Рис. 11. Стена с основанием из кирпича с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35Ф и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС, по варианту А. Распределение влажности материала по толщине стены в месяц наименьшего увлажнения.

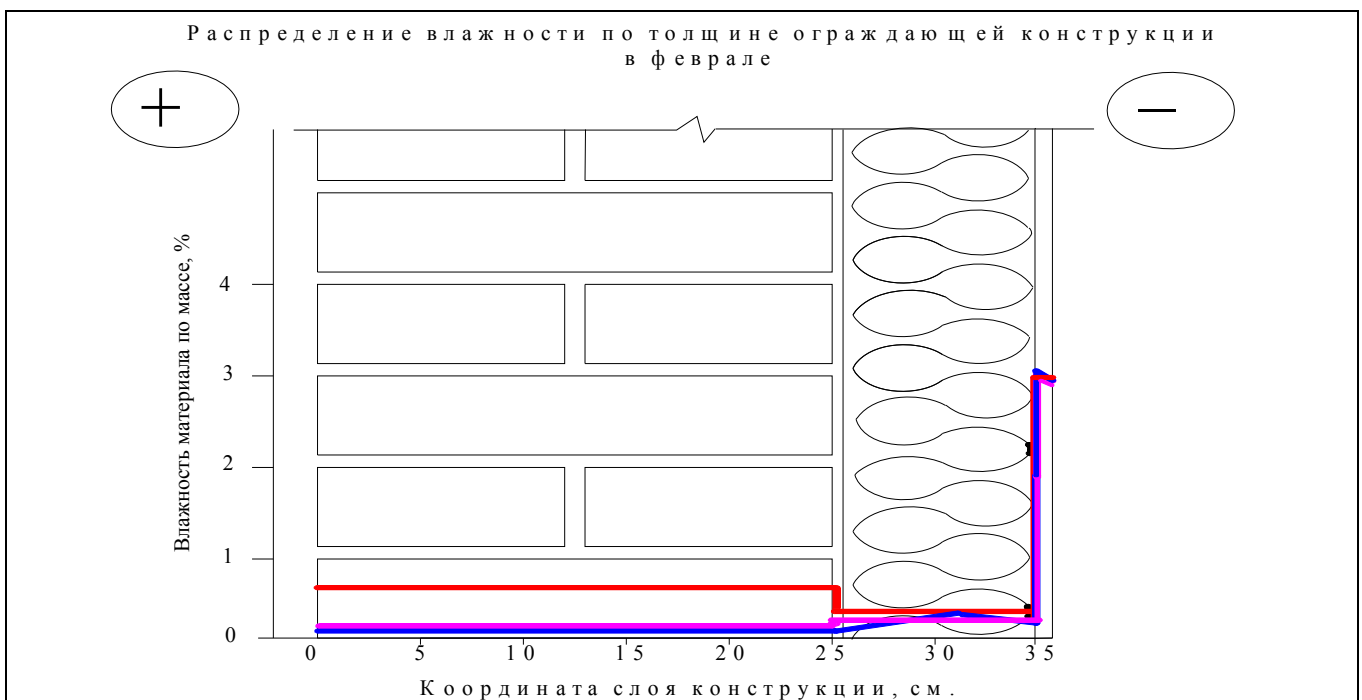


Рис. 12. Стена с основанием из кирпича с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35Ф и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС, по варианту А. Распределение влажности материала по толщине стены в месяц наибольшего увлажнения.

Графики типичного распределения влажности по толщине ограждающей конструкции для стены с основанием из железобетона с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35 и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС.приведены на рис. 13 и 14.

Квазистационарный влажностный режим конструкции по варианту В устанавливается через 3 года после начала эксплуатации здания. Максимальная влажность утеплителя достигается в декабре на стыке штукатурки и экструзионного пенополистирола и составляет 0,2% по массе (относительная влажность воздуха в порах материала 88%), т.е. меньше максимальной сорбционной влажности материала. Отсутствует влагонакопление в годовом периоде эксплуатации конструкции. Выполнены оба требования СНиП 23-02-2003 к влажностному режиму ограждающих конструкций – из условий ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха и из условий недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации.

В целом влажность всех слоев конструкции остается в пределах сорбционных влажностей. Средние влажности всех слоев конструкции в месяц наибольшего увлажнения заметно меньше расчетных значений приведенных в таблице расчетных теплотехнических параметров строительных материалов СП 23-101-2004, что обеспечивает для используемых материалов режим эксплуатации более благоприятный, чем предусмотрено расчетными условиями Б.

На графиках синяя линия – расчетная влажность материалов по массе в %, малиновая линия – средние значения влажности для каждого материала, красная линия - максимальная сорбционная влажность материалов.

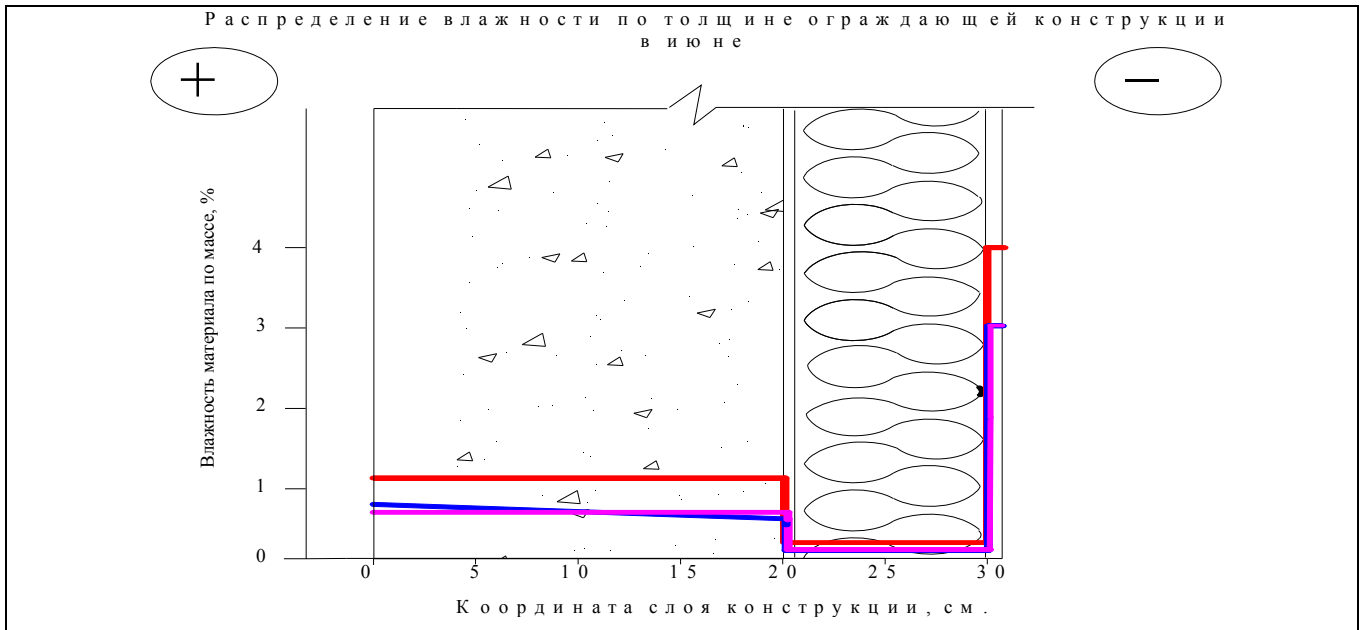


Рис. 13. Стена с основанием из бетона с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35Ф и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС, по варианту В. Распределение влажности материала по толщине стены в месяц наименьшего увлажнения.

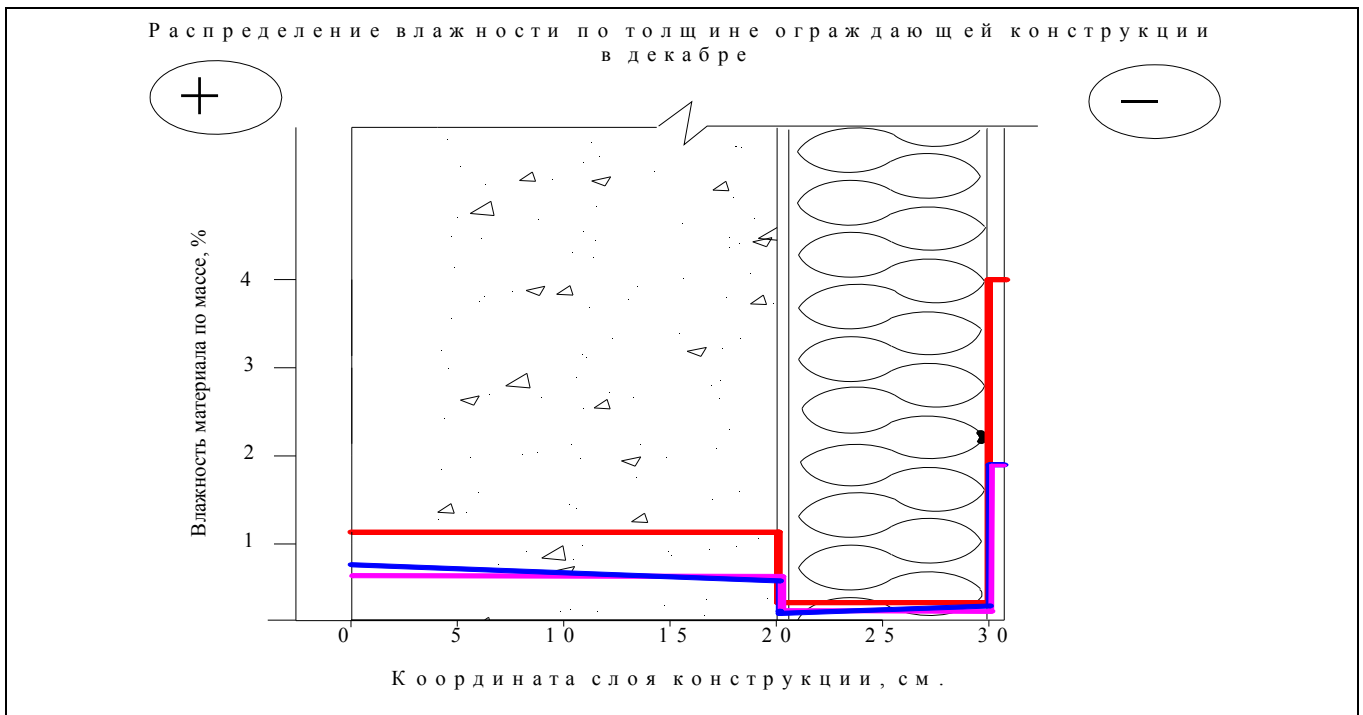


Рис. 14. Стена с основанием из бетона с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35Ф и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС, по варианту В. Распределение влажности материала по толщине стены в месяц наибольшего увлажнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведены теплотехнические расчеты трех вариантов стеновых ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем ПЕНОПЛЭКС: стена из кирпича с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35Ф и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС, стена из кирпичной кладки с утеплением ПЕНОПЛЭКС 35 и наружным слоем из лицевого кирпича и стена из монолитного бетона с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35Ф и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС.

2. Расчёты температурных полей представленных конструкций наружных стен показали, что для всех трех конструкций выполняется требование СНиП 23-02-2003 по нормируемому температурному перепаду; перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности ограждений не превышает 4°C . Выполняется условие $\tau_{\text{в}} > t_{\text{т.р}}$ на отсутствие конденсации на внутренней поверхности всех трех конструкций.

Следует отметить, что расчеты проведены по глади условных конструкций без учёта влияния теплопроводных включений, зон примыкания к перемычкам, откосам и т.п. Для реальных проектных решений, с конкретными узлами требуется проведение отдельных расчётов.

3. Проведены расчёты нестационарного влажностного режима. Квазистационарный влажностный режим конструкции по варианту А и В устанавливается через 2-3 года после начала эксплуатации здания. Максимальная влажность утеплителя на стыке штукатурки и экструзионного пенополистирола составляет меньше максимальной сорбционной влажности материала. Отсутствует влагонакопление в годовом периоде эксплуатации конструкции. Выполнены оба требования СНиП 23-02-2003 к влажностному режиму ограждающих конструкций – из условий ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами

наружного воздуха и из условий недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации.

4. Расчёт влажностного режима стены из кирпичной кладки с утеплением ПЕНОПЛЭКС 35 и наружным слоем из лицевого кирпича показал возможность выпадения конденсата на стыке утеплителя и наружной версты слоистой кладки. Эксплуатационные качества такой конструкции детально не изучены, влажностный режим до конца не исследован. До получения статистических данных по натурным исследованиям, а так же окончательной проработки технологии возведения слоистой кладки конструкция Б не может быть рекомендована к широкому применению в жилищном строительстве.

5. Конструкции А и В с наружным утеплением ПЕНОПЛЭКС 35Ф и тонким штукатурным слоем «Теплоклей» ЮНИС удовлетворительны с точки зрения влажностного режима и могут быть рекомендованы к применению в зданиях и сооружениях различного назначения при условии соблюдения нормативных требований по производству работ.

Целесообразно проведение систематических натуральных инструментально-визуальных обследований зданий с ограждающими конструкциями с наружным утеплением с тонким штукатурным слоем для набора достоверных данных об эксплуатационных качествах таких конструкций в климатических условиях Российской Федерации.