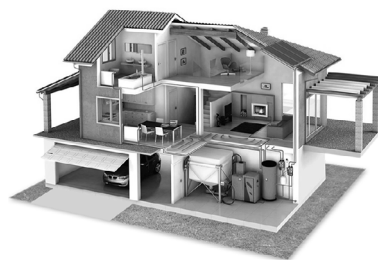


# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ



УДК 699.86

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.05

Р. Ж. ГАБДУШЕВ  
С. А. ДЕНИСОВ  
Е. А. КАНДАЕВ

## ВЫБОР ТЕПЛООТРАЖАЮЩЕГО ЭКРАНА ПРИ НЕДОПУЩЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ КОНДЕНСАТА

SELECTING THE HEAT-REFLECTING SCREEN WHILE  
THE FORMATION OF CONDENSATE IS AVOIDED

*Рассматривается проблема выбора толщины теплоотражающего экрана за радиатором отопления, при котором не достигаются условия образования конденсата на стенке. На основании анализа полученных результатов устанавливается максимальная толщина экрана на примере пенофола при расчетном перепаде температур в условиях холодной пятидневки, а также определяются тепловые потери и экономический эффект данного энергосберегающего мероприятия уже в отопительный период. Расчеты проведены для стенки из железобетона, покрытой штукатуркой с наружной стороны. Данная методика может быть использована и для других случаев ограждающих конструкций и различных материалов теплоотражающего экрана.*

*This article deals with the problem of choosing the thickness of the heat-reflecting screen behind the heating radiator, in which the conditions for the formation of condensate on the wall are not achieved. Based on the analysis of the results obtained, the maximum thickness of the screen is established, using the example of penofol, at the calculated temperature difference in the conditions of a cold five-day period, and the heat losses and the economic effect of this energy-saving measure are determined already during the heating period. Calculations were carried out for a wall made of reinforced concrete, covered with plaster on the outside. This technique can be used for other cases of enclosing structures and various materials of the heat-reflecting screen.*

**Ключевые слова:** теплоотражающий экран, конденсат, точка росы, пенофол, теплопотери, энергосбережение

**Keywords:** heat screen, condensate, dew point, penofol, heat loss, energy saving

При тепловизионном исследовании ограждающих конструкций зданий и сооружений отчетливо видна потеря теплоты за отопительным прибором. Одним из рекомендуемых энергосберегающих мероприятий является установка за радиатором отопления теплоотражающего экрана с целью снижения потерь теплоты через стену здания. Но утепление стен (ограждающих конструкций) целесообразно делать снаружи, чтобы не допустить их промерзания [1–6]. Таким образом, при установке экрана за отопительным прибором возможна ситуация, когда на внутренней поверхности стен начнет образо-

вываться конденсат (выпадать роса). Места выпадения конденсата, когда температура воздуха достигает температуры точки росы, могут быть следующие [1, 2]:

- между центром стены и утеплителем, а в период морозов или резкого снижения температуры и на их границе;
- на внутренней поверхности стены, которая в зимний период под утеплителем будет мокрой;
- внутри утеплителя во время отопительного периода.

Схематично это выглядит так, как показано на рис. 1.

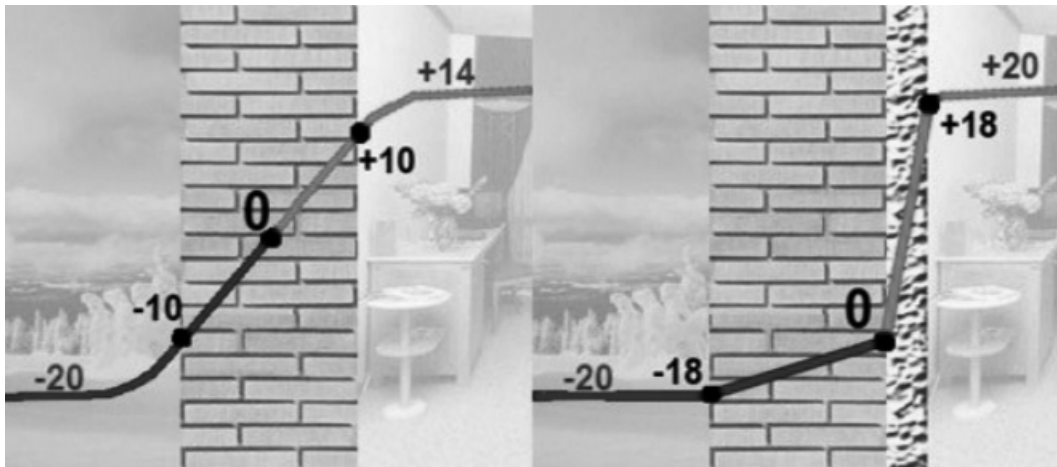


Рис. 1. Места выпадения конденсата

Невысохший конденсат – причина возникновения на внешней стене вздутия и расслоения отделочных материалов. Также влага является поводом для возникновения грибка и плесени на стенах, споры которых летают в воздухе и могут стать причиной многих болезней.

В связи с этим вопрос выбора теплоотражающего экрана оптимальной толщины и расчет теплотерь для различных случаев ограждающих конструкций и параметров воздуха в помещении будет актуальным.

Для проведения расчёта используем следующую схему теплообмена (рис. 2), принимая в качестве исходных данных усредненные значения параметров, влияющие на процесс теплопередачи.

- геометрические размеры радиатора отопления: высота:  $h = 0,5$  м; ширина:  $b = 1$  м; площадь отопительного прибора (напротив стены):  $F = h \cdot b = 0,5$  м<sup>2</sup>;
- температура воздуха: в помещении:  $t_{\text{в}} = 20$  °С; между батареей и стеной (или экраном):  $t_{\text{вн}} = 50$  °С; снаружи (в условиях холодной пятидневки):  $t_{\text{нар}} = -30$  °С;
- толщина материалов: известково-песчаного раствора (штукатурки):  $\delta_{\text{ст}} = 0,38$  м; железобетонной стенки:  $\delta_{\text{ш}} = 0,02$  м; экрана:  $\delta_{\text{э}} = 0,01$  м;
- коэффициент теплопроводности: известково-песчаного раствора (штукатурки):  $\lambda_{\text{ш}} = 0,7$  Вт/(м·°С);

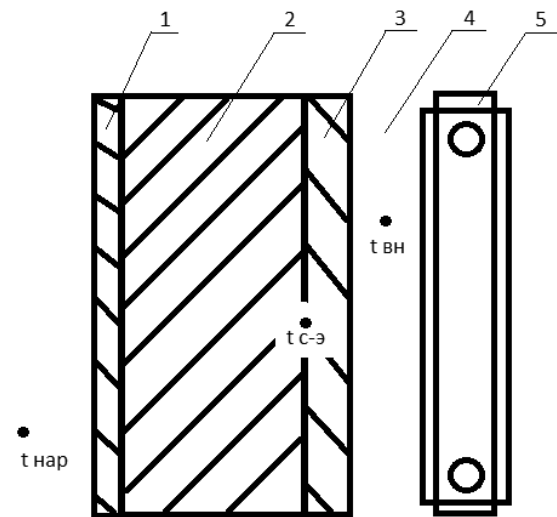


Рис. 2. Расчетная схема теплообмена с экраном:  
1 – штукатурка; 2 – стена; 3 – экран;  
4 – воздушная прослойка; 5 – радиатор отопления

- железобетонной стенки:  $\lambda_{\text{ст}} = 1,69$  Вт/(м·°С);
- экрана (из пенофола):  $\lambda_{\text{э}} = 0,05$  Вт/(м·°С);
- коэффициент теплоотдачи: между батареей и стеной (или экраном):  $\alpha_{\text{вн}} = 10$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С); к наружному воздуху:  $\alpha_{\text{нар}} = 20$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С);
- длительность отопительного периода в Самаре:  $n = 5040$  ч;
- стоимость тепловой энергии с 1 ноября 2020 г.:  $T = 1783,34$  руб./Гкал.

Определим плотность теплового потока через стенку с наложенным на нее экраном по известной формуле для процесса теплопередачи [3]:

$$q = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}}{R_t \alpha_{\text{вн}} + R_t \lambda_{\text{э}} + R_t \lambda_{\text{ст}} + R_t \lambda_{\text{ш}} + R_t \alpha_{\text{нар}}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{э}}}{\lambda_{\text{э}}} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{ш}}}{\lambda_{\text{ш}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}} = \frac{50 - (-30)}{\frac{1}{10} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,38}{1,69} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{20}} = 132,6 \text{ Вт/м}^2,$$

где  $R_{t \alpha_{\text{вн}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} [(м^2 \cdot К)/Вт]$  – термическое сопротивление теплоотдачи для воздуха между радиатором отопления и экраном;  $R_{t \lambda_3} = \frac{\delta_3}{\lambda_3} [(м^2 \cdot К)/Вт]$  – термическое сопротивление теплопроводности теплоотражающего экрана;  $R_{t \lambda_{\text{ст}}} = \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} [(м^2 \cdot К)/Вт]$  – термическое сопротивление теплопроводности материала стены;  $R_{t \lambda_{\text{шт}}} = \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} [(м^2 \cdot К)/Вт]$  – термическое сопротивление слоя штукатурки;  $R_{t \alpha_{\text{нар}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} [(м^2 \cdot К)/Вт]$  – термическое сопротивление теплоотдачи к наружному воздуху.

Температуру на границе стены и экрана  $t_{\text{с-э}}$  можно найти из формулы

$$q = \frac{t_{\text{с-э}} - t_{\text{нар}}}{R_{t \lambda_{\text{ст}}} + R_{t \lambda_{\text{шт}}} + R_{t \alpha_{\text{нар}}}} = \frac{t_{\text{с-э}} - t_{\text{нар}}}{\frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}};$$

$$t_{\text{с-э}} = t_{\text{нар}} + q \cdot \left( \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} \right) = -30 + 132,6 \cdot \left( \frac{0,38}{1,69} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{20} \right) = 10,23 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Общепринятый средний показатель нормальной влажности воздуха в квартире должен быть на уровне 45 % согласно ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении». Он может варьироваться в зависимости от типа помещения и его эксплуатационных условий. Отклонение от нормы возможно как в зимнее время года, так и в теплый период. Какой должна быть влажность в квартире, т. е. ее усредненные показатели для основных помещений, указано в табл. 1.

Таблица 1

Усредненные показатели влажности для основных помещений

Тип помещения	Уровень влажности, %
Столовая	40-60
Ванная, кухня	40-60
Библиотека и зона для работы	30-40
Спальня	40-50
Детская	45-60

По таблицам из СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» (табл. 2) определяем температуру точки росы при относительной влажности воздуха  $\varphi = 50 \%$  и температуре воздуха в помещении  $t_{\text{в}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Она составляет  $t_{\text{росы}} = 9,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Значит, при  $t_{\text{с-э}} = 10,23 \text{ } ^\circ\text{C}$  роса на стенке образовываться не будет.

Если же относительная влажность воздуха будет  $\varphi = 60 \%$  и при  $t_{\text{в}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ , то температура точки росы составит  $t_{\text{росы}} = 12 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Значит, конденсат образовываться будет.

Зная, что при  $\varphi = 50 \%$  образование конденсата на стенке за экраном будет при  $t_{\text{с-э}}^{\text{мин}} \leq 9,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ , найдем плотность теплового потока при этих условиях:

$$q = \frac{t_{\text{с-э}}^{\text{мин}} - t_{\text{нар}}}{R_{t \lambda_{\text{ст}}} + R_{t \lambda_{\text{шт}}} + R_{t \alpha_{\text{нар}}}} = \frac{t_{\text{с-э}}^{\text{мин}} - t_{\text{нар}}}{\frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}} = \frac{9,3 - (-30)}{\frac{0,38}{1,69} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{20}} = 129,5 \text{ Вт/м}^2.$$

Теперь можем определить максимальную толщину теплоотражающего экрана:

$$q = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}}{R_{t \alpha_{\text{вн}}} + R_{t \lambda_3} + R_{t \lambda_{\text{ст}}} + R_{t \lambda_{\text{шт}}} + R_{t \alpha_{\text{нар}}}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}}.$$

$$t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}} = q \left( \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} \right).$$

Таблица 2

Температура точки росы при относительной влажности воздуха

Температура воздуха, °C	Температура точки росы (°C) при относительной влажности воздуха (%)														
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1	
29	9,7	12	14	15,9	17,5	19	20,4	21,7	23	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1	
28	8,8	11,1	13,1	15	16,6	18,1	19,5	20,8	22	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1	
27	8	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,3	23,3	24,3	25,2	26,1	
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1	
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1	
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1	
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2	
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,1	
21	2,8	5	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2	
20	1,9	4,1	6	7,7	9,3	10,7	12	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2	
19	1	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2	
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2	
17	-0,6	1,4	3,3	5	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2	
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2	
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2	
14	-2,9	-1	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2	
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2	
12	-4,5	-2,6	-1	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2	
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2	
10	-6	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2	

$$\frac{t_{ст}-t_{нар}}{q} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_э}{\lambda_э} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} + \frac{1}{\alpha_{нар}}.$$
$$\delta_э = \lambda_э \left( \frac{t_{ст}-t_{нар}}{q} - \frac{1}{\alpha_{вн}} - \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} - \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} - \frac{1}{\alpha_{нар}} \right) = 0,05 \left( \frac{50-(-30)}{129,5} - \frac{1}{10} - \frac{0,38}{1,69} - \frac{0,02}{0,7} - \frac{1}{20} \right) = 0,0107 \text{ м}.$$

Полученное значение указывает на то, что при значениях толщины экрана, больших найденного (0,0107 м), на стенке будет образовываться конденсат (при φ = 50 %). Следовательно, имеем возможность рассчитать теплопотери через стенку при условиях недопущения образования конденсата на стенке за теплоотражающим экраном.

Рассчитаем потери теплоты через стенку в отопительный период для двух случаев: без экрана и с экраном максимальной толщины, т. е. когда не допускается образование конденсата на стенке.

Дополнительно примем следующие исходные значения при температуре воздуха снаружи (средняя в отопительный период)  $\bar{t}_{нар}^{отоп} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :

1) Сначала найдем теплопотери без использования экрана

$$q = \frac{t_{вн}-\bar{t}_{нар}^{отоп}}{R_t \alpha_{вн} + R_t \lambda_э + R_t \lambda_{ст} + R_t \lambda_{ш} + R_t \alpha_{нар}} = \frac{t_{вн}-\bar{t}_{нар}^{отоп}}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_э}{\lambda_э} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} + \frac{1}{\alpha_{нар}}} = \frac{50-(-10)}{\frac{1}{10} + \frac{0,38}{1,69} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{20}} = 148,7 \text{ Вт/м}^2.$$

$$Q = qF = 148,7 \cdot 0,5 = 74,35 \text{ Вт}.$$

2) Вычислим теплопотери после установки экрана из пенофола с максимально возможной толщиной, когда соблюдается условие недопущения достижения температуры точки росы,

$$q_э = \frac{t_{вн}-\bar{t}_{нар}^{отоп}}{R_t \alpha_{вн} + R_t \lambda_э + R_t \lambda_{ст} + R_t \lambda_{ш} + R_t \alpha_{нар}} = \frac{t_{вн}-\bar{t}_{нар}^{отоп}}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_э}{\lambda_э} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} + \frac{1}{\alpha_{нар}}} = \frac{50-(-10)}{\frac{1}{10} + \frac{0,0107}{0,05} + \frac{0,38}{1,69} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{20}} = 97,2 \text{ Вт/м}^2.$$

$$Q_э = q_э F = 97,2 \cdot 0,5 = 48,6 \text{ Вт}.$$

3) Экономия теплоты за отопительный период составит

$$\Delta Q = (Q - Q_3) \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot C = \\ = (74,35 - 48,6) \cdot 10^{-3} \cdot 5040 \cdot 0,86 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ Гкал},$$

где  $n$  – длительность отопительного периода (210 сут = 5040 ч);  $C$  – коэффициент перевода из кВт·ч в Гкал.

4) Годовая экономия в денежном эквиваленте составляет

$$\Delta Q \cdot T = 0,11 \cdot 1783,34 = 199 \text{ руб.}$$

5) Затраты на установку экранов – стоимость пенофола типа С фольгированного самоклеющегося за 1 м<sup>2</sup> = 150 руб. Следовательно, при площади отопительного прибора 0,5 м<sup>2</sup> затраты составят 75 руб., что позволяет судить о скорой окупаемости данного энергосберегающего мероприятия (0,4 года).

Аналогичные расчеты для других значений относительной влажности воздуха ( $\varphi = 40 \%$ ,  $t_{с-3}^{\text{мин}} \leq 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi = 60 \%$ ,  $t_{с-3}^{\text{мин}} \leq 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) дают максимальную толщину экрана 0,0135 м (1,35 см) и 0,0087 м (8,7 мм) соответственно. Результаты расчетов указаны в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчетов

Относительная влажность воздуха $\varphi$ , %	Температура точки росы, $t_{с-3}^{\text{мин}}$ , $^{\circ}\text{C}$	Максимальная толщина экрана из пенофола $\delta_{\text{э}}$ , м	Экономия теплоты за отопительный период $\Delta Q$ , Гкал	Годовая экономия $\Delta$ , руб.	Срок окупаемости, лет (год)
40	6	0,0135	0,13	230	0,33
50	9,3	0,0107	0,11	199	0,38
60	12	0,0087	0,097	173	0,43

**Выводы.** В работе были выявлены причины появления конденсата на стенах при достижении температуры точки росы. Показана методика определения максимальной толщины теплоотражающего экрана (на примере пенофола) при различных значениях относительной влажности воздуха в помещении (40, 50 и 60 %), при которой соблюдаются условия недопущения образования конденсата на стене за экраном. Определены также тепловые потери и рассчитан экономический эффект данного энергосберегающего мероприятия за отопительный период, определен срок окупаемости. На основании полученных результатов можно рекомендовать установку теплоотражающего экрана за радиатором отопления толщиной 1 см как наиболее оптимальный вариант со сроком окупаемости около 0,4 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролов М.В. Выявление причин возникновения влаги в ограждающей конструкции стены // Проблемы энергосбережения в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции / под ред. Т.И. Королевой. Самара, 2017. С. 185–189.

2. Третьяков В.А. Проблемы обеспечения надежности и долговечности ограждающих строительных конструкций с учетом их промерзания // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2019. № 3(4). С. 219–229.

3. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. 3-е изд., репринт. М.: ООО «ИД «БАСТЕТ», 2010. 344 с.: ил.

4. Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е. Применение метода безразмерных характеристик к расчету влажностного режима многослойных строительных ограждающих конструкций // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С.10–15. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.2.

5. Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Костуганов А.Б. Исследование влияния инфильтрации наружного воздуха на теплозащитные характеристики наружных стен высотных зданий // Градостроительство и архитектура. 2020. Т.10, № 1. С. 30–35. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.5.

6. Чулков А.А. Исследование теплозащитных характеристик двухслойных наружных стен зданий с прерывистым отоплением // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, № 4. С. 15–18. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.04.3.

REFERENCES

1. Frolov M.V. Identifying the causes of moisture in the enclosing structure of the wall. *Problemy*

*energoberezheniya v promyshlennom i zhilishchno-kommunal'nom kompleksah: sbornik trudov XVIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / pod red. T.I. Korolevoj* [Problems of Energy Saving in Industrial and Housing and Communal Complexes: Collection of Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference / ed. T.I. Koroleva]. Samara, 2017, pp. 185-189. (in Russian)

2. Tretyakov V.A. Problems of ensuring the reliability and durability of enclosing building structures, taking into account their freezing. *Aktual'nye problemy voenno-nauchnykh issledovaniy* [Actual problems of military scientific research], 2019, no. 3(4), pp. 219-229. (in Russian)

3. Mikheev M.A., Mikheeva I.M. *Osnovy teplopere-dachi* [Heat Transfer Basics]. M., Bastet Publ. 210 p.

4. Vytchikov Yu.S., Saparev M.Ye. Application of the Method of Dimensional Characteristics to the Calculation of the Humidity Mode of Multi-layered Enclosing Building Structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 10–15. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.2.

5. Vytchikov Yu.S., Saparev M.Ye., Kostuganov A.B. Investigation the effect of outdoor air infiltration on the heat-shielding characteristics the outer walls of high-rise buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 1, Pp. 30–35. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.5.

6. Chulkov A.A. Study of the Heat-Shielding Characteristics of Double-Layer Exterior Walls of Buildings with Intermittent Heating. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2018. Vol. 8, no. 4. Pp. 15–18. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.04.3.

Об авторах:

#### **ГАБДУШЕВ Руслан Жамангараевич**

кандидат технических наук, доцент кафедры теоретических основ теплотехники и гидромеханики Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: gabduschew@mail.ru

#### **GABDUSHEV Ruslan Zh.**

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Theoretical Foundations of Heat Engineering and Hydromechanics Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: gabduschew@mail.ru

#### **ДЕНИСОВ Сергей Алексеевич**

магистр кафедры теоретических основ теплотехники и гидромеханики Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: gsword@mail.ru

#### **DENISOV Sergey A.**

Master's Degree Student of the Theoretical Foundations of Heat Engineering and Hydromechanics Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: gsword@mail.ru

#### **КАНДАЕВ Егор Андреевич**

магистр кафедры теоретических основ теплотехники и гидромеханики Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: egor.kandaev@yandex.ru

#### **KANDAIEV Egor A.**

Master's Degree Student of the Theoretical Foundations of Heat Engineering and Hydromechanics Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: egor.kandaev@yandex.ru

Для цитирования: Габдушев Р.Ж., Денисов С.А., Кандаев Е.А. Выбор толщины теплоотражающего экрана при недопущении образования конденсата // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 3. С. 32–37. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.05.

For citation: Gabdushev R.Zh., Denisov S.A., Kandaev E.A. Selecting the Thickness of the Heat-Reflecting Screen While the Formation of Condensate is Avoided. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 32–37. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.05.