

УДК 688.77:692.432:727.3

к.т.н. Николаева Е. К.,
к.т.н. Псюк В. В.,
Коняшкина О. А.

(ЛГУ им. В. Даля, г. Алчевск, ЛНР, ledilenanik@gmail.com)

УСТРОЙСТВО ПЛОЩАДКИ ОТДЫХА НА КРЫШЕ ЛАБОРАТОРНОГО КОРПУСА ДонГТИ

Предложен вариант реорганизации неэксплуатируемого совмещённого покрытия лабораторного корпуса ДонГТИ в площадку отдыха. Приведены результаты теоретических исследований, в ходе которых получены фактическое значение сопротивления теплопередаче существующего совмещённого покрытия и значение сопротивления теплопередаче эксплуатируемого покрытия с устройством площадки отдыха.

Ключевые слова: совмещённое покрытие, эксплуатируемое покрытие, экстенсивное озеленение, теплотехнический расчёт.

Плоская крыша представляет собой значительную по площади часть здания, которая может выполнять не только защитные, но и рекреационные функции, выступив в роли искусственного основания для озеленённых эксплуатируемых объектов. В зависимости от площади крыши на ней можно расположить игровые площадки, зоны для отдыха и релаксации, растения и деревья, дороги и парковки, спортивные тренажёры, зимний сад или оранжерею. При этом устройство озеленённых и эксплуатируемых покрытий даёт следующие преимущества:

- увеличение полезной площади при сохранении исторической застройки;
- улучшение микроклимата;
- создание условий для отдыха горожан в природном окружении;
- обогащение архитектурно-художественного облика города;
- экономия энергии на отопление и кондиционирование за счёт улучшения теплотехнических характеристик совмещённого покрытия.

Такой способ облагораживания и улучшения эстетики зданий был известен ещё с древних времен. История зелёных садов на крышах домов началась несколько тысяч лет назад. Первые из них были построены в Вавилоне. Самым известным садовым ком-

плексом можно считать сады Семирамиды — одно из семи чудес света. Далее эту технологию продолжили зодчие Греции, Рима, а потом и всей Западной Европы.

Современные технологии озеленения крыш появились в Германии в 1960-е и в последующие десятилетия распространились по разным странам. По сегодняшним оценкам, около 10 % всех крыш в Германии озеленены. В ряде европейских стран, включая Германию, Швейцарию, Нидерланды, Норвегию, Италию, Австрию, Венгрию, Швецию, Великобританию и Грецию, существуют ассоциации, активно продвигающие идею озеленения крыш. В городе Линц в Австрии работы девелоперов по озеленению крыш с 1983 года оплачиваются муниципалитетом, а в Швейцарии федеральный закон о «зелёных крышах» введён в действие с конца 1990-х. В Великобритании тенденция набирает официальные обороты медленнее. Тем не менее в ряде городов, включая Лондон и Шеффилд, были разработаны законы, поощряющие озеленение крыш [1].

В Российской Федерации зелёные крыши были узаконены только в 2017 году, когда Минстрой России издал Приказ № 711/пр [2], который разрешил использовать сады на крышах в качестве благоустроенной территории, хотя документы реко-

мендательного характера публиковались гораздо ранее [3, 4]. А с 1 июня 2020 года в России вступил в силу первый комплексный нормативный документ, регламентирующий строительство зелёных крыш — Национальный стандарт ГОСТ Р 58875–2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования» [5]. Все положения нового документа объединены общей идеей — создать безопасную и здоровую среду обитания человека. ГОСТ Р 58875 распространяется на проектирование, строительство озеленяемых крыш, ремонт, реконструкцию и эксплуатацию озеленённых и эксплуатируемых конструкций на крышах зданий и сооружений различного функционального назначения во всех климатических зонах РФ. Выполнение требований ГОСТ Р 58875–2020 позволит полнее использовать преимущества зелёных крыш, в том числе и энергосберегающие. В экологическом отчёте ООН утверждается, что «зелёные» кровли могут значительно сократить расход энергии на кондиционирование и отопление в новых и существующих зданиях. Например, плоская крыша калифорнийской Академии наук в Сан-Франциско превращена в сплошную зелёную зону площадью 2,5 акра. Академики гордятся своим пристанищем и хвастаются, что на обогрев здания, благодаря «зелёной» верхушке, уходит на 35 % меньше энергии [6].

Учитывая вышеизложенный материал, авторы предлагают руководству ДонГТИ внедрить мировую практику озеленения и эксплуатации плоских крыш. А в качестве объекта эксперимента рекомендуется выбрать крышу входной части лабораторного корпуса (рис. 1), что объясняется её небольшой высотой (4 м) и доступностью (выход на неё расположен в торце коридора второго этажа лабораторного корпуса).

Немаловажную роль в выборе объекта эксперимента играет непрезентабельный вид, открывающийся из окон главного корпуса на асфальтово-чёрную плоскость покрытия входной зоны лабораторного корпуса.

Создание эксплуатируемых покрытий связано с расчётом несущих конструкций на статическую нагрузку и получением разрешения в строительных и архитектурных органах местного самоуправления. В идеале решение об организации эксплуатируемой кровли необходимо принимать ещё на этапе планирования всего здания. В этом случае возможно проведение всех расчётов возможных нагрузок на фундамент и элементы несущей конструкции. Но вполне реален монтаж зелёной эксплуатируемой кровли на этапе функционирования здания. В этом случае порядок работ при устройстве площадки отдыха на крыше эксплуатируемого здания будет следующий:

- статическое обследование инженером-расчётчиком плоской крыши;
- разработка проектного решения и получение разрешения на его строительство;
- теплотехнический расчёт покрытия;
- усиление несущей конструкции крыши (при необходимости);
- устройство конструктивных слоёв эксплуатируемой крыши;
- устройство вегетационных слоёв крыши;
- обустройство площадки.

Авторами была поставлена задача оценить преимущества устройства площадки отдыха на крыше входной зоны лабораторного корпуса ДонГТИ.

Для решения поставленной задачи необходимо провести следующие исследования:

- разработать проектные предложения по планировке площадки отдыха на крыше лабораторного корпуса с указанием основного состава оборудования;
- выбрать оптимальный материал для утепления эксплуатируемого покрытия лабораторного корпуса;
- выполнить расчёты по определению фактического значения сопротивления теплопередаче существующего покрытия и теоретического значения приведенного сопротивления теплопередаче покрытия с утеплителем.



Рисунок 1 Входная зона лабораторного корпуса ДонГТИ

Проектное предложение благоустройства крыши представлено на рисунке 2. Предлагаемое композиционное решение основано на асимметричной композиции, состоящей из двух взаимодополняющих частей: зелёные насаждения и мощение.

В качестве малых архитектурных форм предлагаются деревянные лавочки со спинками, перголы для защиты от солнца и создания уютной атмосферы, кадки с растениями (рис. 3) [7].

Взамен традиционного конструктивного решения существующей кровли предлагается применить инверсионную кровлю, при устройстве которой утеплитель располагают поверх гидроизоляции. Такая технология лучше всего обеспечивает долговечность и надежность гидроизоляции.

Конструктивные слои инверсионной кровли следующие:

- бетонное покрытие;
- цементная стяжка с уклоном 1,5–5 % в сторону водостока;
- гидроизоляция (ПВХ-мембраны, еврорубероид, мастики);
- утеплитель из водонепроницаемых плит повышенной жёсткости, которые укладывают поверх гидроизоляции свободно, без закрепления;
- разделительный слой из полипропиленового геотекстильного материала препятствует прорастанию корней в нижележащие слои.

Состав вегетационных слоёв кровли зависит от степени эксплуатации объекта: экстенсивная кровля или интенсивная кровля-сад.

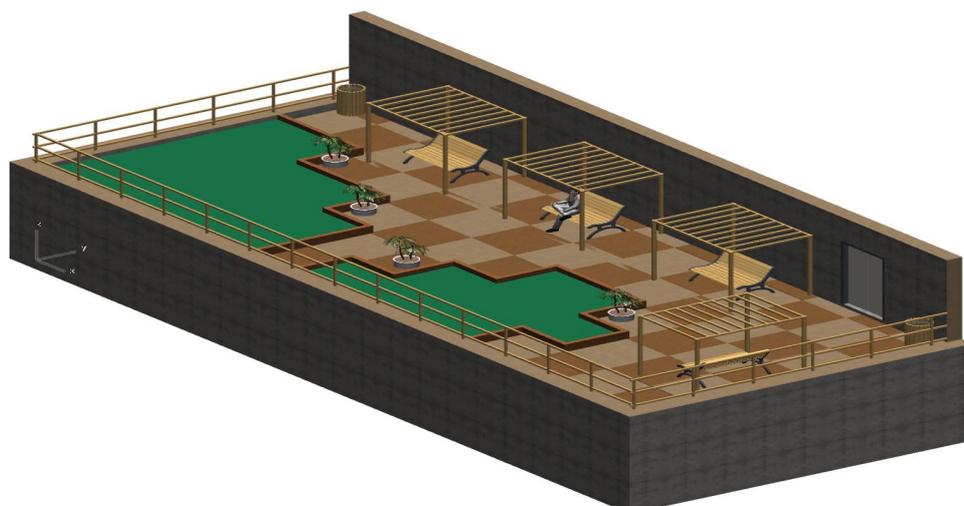


Рисунок 2 Проектное предложение благоустройства крыши



Рисунок 3 МАФ для площадки отдыха сотрудников ДонГТИ

Экстенсивный и полукстенсивный способы используются на крышах уже эксплуатируемых зданий и подразумевают наложение небольшого по толщине слоя из различных видов изоляций, дренажа, субстрата почвы. Созданный таким образом сад обычно представляет собой или невысокий газон, или же многолетники с луковичной корневой системой. В экстенсивном озеленении используются мхи, суккуленты, другие растения, не требующие особого ухода и устойчивые к заморозкам, ветрам, жаре (рис. 4). При расчё-

тах нагрузки за усредненный вес принимается показатель в 170 кг/м^2 , при этом существуют варианты и с меньшим весом.

Пример экстенсивного озеленения — кровля на здании ОВД «Дорогомилово»: эксплуатируемая кровля отделения полиции имеет небольшой участок газона с высаженным мелким кустарником (рис. 5).

Таким же экономным способом озеленил небольшую крышу одноэтажной пристройки Научно-исследовательский институт интроскопии МНПО «Спектр», который находится на улице Усачева (рис. 6).



Рисунок 4 Экстенсивное озеленение площадки отдыха



Рисунок 5 Эксплуатируемая кровля отделения полиции (г. Москва)



Рисунок 6 Крыша одноэтажной пристройки Научно-исследовательского института интроскопии МНПО «Спектр» (г. Москва)

При интенсивном способе оформления сады выглядят гораздо разнообразнее: кустарники, цветы, карликовые деревья и даже водоёмы. Эти ландшафтные объекты позволяют создать полноценное пространство для развлечений и отдыха. Такой метод предполагает произведение всех необходимых расчётов ещё на этапе проектирования или строительства здания, так как предполагается, что средняя нагрузка на 1 м^2 составит 350 килограммов [8]. Кроме того, такое озеленение нуждается в постоянном профессиональном техническом обслуживании.

Учитывая современные экономические особенности учреждений высшего образования ЛНР, предлагается на первоначальном этапе озеленения крыш ДонГТИ выбрать экстенсивный способ с отдельным дренажным слоем.

Для проверки несущей способности плиты покрытия необходимы значения

толщин слоёв кровли. Для определения толщины утеплителя авторами проведён теплотехнический расчёт существующего совмещенного покрытия двух видов: традиционное решение 50-х гг. прошлого века и современное решение при устройстве эксплуатируемой кровли.

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче наружной ограждающей конструкции определялось в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства (ГОСП) и назначения здания. Величина градусо-суток отопительного периода для г. Алчевска составляет:

$$ГОСП = (t_g - t_{om}) \cdot z_{om}, \quad (1)$$

где t_{om} , z_{om} — средняя температура наружного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и продолжительность (сут/год) отопительного периода для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C ;

t_g — расчётная температура внутреннего воздуха здания ($^{\circ}\text{C}$), принятая как минимальное значение оптимальной температуры для помещений категории 3а [9, 10];

$$ГОСП = (20 - (-0,8)) \cdot 172 = 3578.$$

Тогда базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче совмещённого покрытия составит:

$$R_o^{mp} = ГОСП \cdot a + b, \quad (2)$$

где a , b — переводные коэффициенты, для совмещённых покрытий общественных зданий соответственно равны 0,0004 и 1,6 [9];

$$R_o^{mp} = 3578 \cdot 0,0004 + 1,6 = 3,03 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}.$$

Расчётные теплотехнические показатели строительных материалов существующего совмещённого покрытия входной зоны лабораторного корпуса ДонГТИ (покрытие № 1) приняты в зависимости от условий эксплуатации по приложению Т [9]:

1) железобетонная многпустотная плита толщиной 220 мм: плотность 2500 кг/м^3 , приведенное сопротивление теплопередаче по предварительному расчёту составляет $0,162 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

2) утепление — граншлак: толщина слоя 150 мм, плотность 800 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности $0,21 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

3) цементно-песчаный раствор: толщина слоя 20 мм, плотность 1800 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности $0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

4) трехслойный рубероидный ковер: толщина слоя 12 мм, плотность 600 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности $0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$.

Тогда термическое сопротивление конструкции покрытия с последовательно расположенными слоями:

$$R_k = R_{nl} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4}, \quad (3)$$

где R_{nl} — приведенное сопротивление теплопередаче многпустотной железобетонной плиты покрытия, $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

δ_i — толщина слоя, м;

λ_i — коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

$$R_k = 0,162 + \frac{0,15}{0,21} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,012}{0,17} = 0,973 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Приведенное сопротивление теплопередаче совмещенного покрытия R_o с учётом коэффициентов теплоотдачи наружной и внутренней поверхностей составит:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_g} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (4)$$

где α_g , α_n — коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхности покрытий зданий [9];

$$R_o = \frac{1}{8,7} + 0,973 + \frac{1}{23} = 1,131 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Таким образом, существующее конструктивное решение покрытия лабораторного корпуса ДонГТИ категорически не удовлетворяет требованиям энергосбережения, поскольку R_o меньше R_o^{mp} более чем в 2,5 раза:

$$R_o = 1,131 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} < R_o^{mp} = 3,03 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

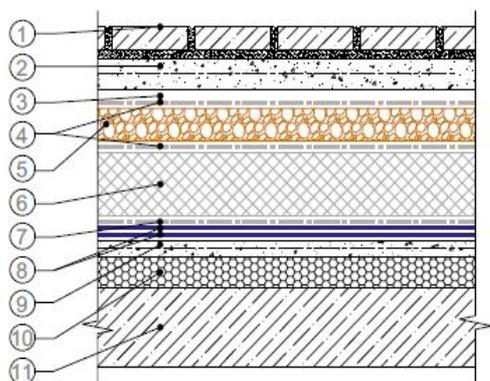
Устройство утепленной эксплуатируемой крыши может стать одним из путей решения этой проблемы.

Для конструктивного решения крыши под пешеходную нагрузку (покрытие № 2) принята система ТН-КРОВЛЯ Тротуар [4], которая включает следующие слои (в порядке их укладки): плита покрытия, уклонообразующий слой с уклоном 1,5 %, армированная цементно-песчаная стяжка, гидроизоляция — Техноэласт ЭПП в два слоя, разделительный слой — иглопробивной геотекстиль ТехноНИКОЛЬ развесом 300 г/м^2 , утеплитель — экструзивный пенополистирол XPS CARBON 35-300 СТАНДАРТ, разделительный слой — термоскрепленный геотекстиль ТехноНИКОЛЬ развесом 150 г/м^2 , дренажный слой из гравия минимальной толщиной 40 мм, два разделительных слоя для защиты гравия от цементного молочка — термоскрепленный геотекстиль ТехноНИКОЛЬ развесом 150 г/м^2 и пергамин, затем армированная цементно-песчаная стяжка толщиной не менее 30 мм и тротуарная плитка толщиной не менее 40 мм (рис. 7).

Для безопасности в проекте будут предусмотрены защитные ограждения, парапеты и прочие элементы, призванные защитить здоровье и жизнь сотрудников ДонГТИ.

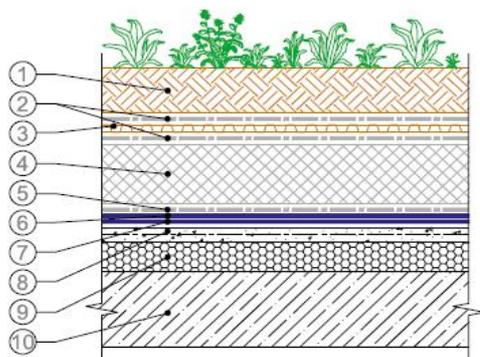
Конструктивное решение зелёной части крыши с применением лёгкого озеленения (покрытие № 3) в соответствии с [4] следующее: плита покрытия, уклонообразующий слой с уклоном 1,5 %, армированная цементно-песчаная стяжка, Техноэласт ЭПП, Техноэласт ГРИН, иглопробивной геотекстиль ТехноНИКОЛЬ развесом 300 г/м^2 , утеплитель — экструзивный пенополистирол

XPS CARBON 30-280 СТАНДАРТ, дренажная мембрана PLANTER life, термоскрепленный геотекстиль ТехноНИКОЛЬ развесом 150 г/м^2 , растительный субстрат с зелеными насаждениями (рис. 8).



1 — тротуарная плитка; 2 — армированная цементно-песчаная стяжка; 3 — кровельный картон (пергамин); 4 — термоскрепленный геотекстиль ТехноНИКОЛЬ развесом 150 г/м^2 ; 5 — дренажный слой из гравия; 6 — экструзивный пенополистирол ТехноНИКОЛЬ; 7 — иглопробивной геотекстиль ТехноНИКОЛЬ развесом 300 г/м^2 ; 8 — Техноэласт ЭПП; 9 — армированная цементно-песчаная стяжка; 10 — уклонообразующий слой; 11 — плита покрытия

Рисунок 7 Система ТН-КРОВЛЯ Тротуар



1 — растительный субстрат с зелеными насаждениями; 2 — термоскрепленный геотекстиль ТехноНИКОЛЬ развесом 150 г/м^2 ; 3 — дренажная мембрана PLANTER life; 4 — экструзивный пенополистирол ТехноНИКОЛЬ; 5 — иглопробивной геотекстиль ТехноНИКОЛЬ развесом 300 г/м^2 ; 6 — Техноэласт ГРИН; 7 — Техноэласт ЭПП; 8 — армированная цементно-песчаная стяжка; 9 — уклонообразующий слой; 10 — плита покрытия

Рисунок 8 Система ТН-КРОВЛЯ Грин

Расчётные теплотехнические показатели строительных материалов крыши под пешеходную нагрузку приняты в соответствии с нормативными документами [9] и с учётом характеристик материалов, заявленных производителем [11]:

1) железобетонная многпустотная плита толщиной 220 мм , плотность 2500 кг/м^3 , приведенное термическое сопротивление $0,162 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

2) керамзитовый гравий: минимальная толщина слоя 20 мм , плотность 400 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности $0,130 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

3) цементно-песчаный раствор: толщина слоя 40 мм , плотность 1800 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности $0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

4) Техноэласт ЭПП: общая толщина двух слоёв 8 мм , масса $4,95 \text{ кг/м}^2$ [11], коэффициент теплопроводности производителями не заявлен;

5) иглопробивной геотекстиль ТехноНИКОЛЬ 300 кг/м^2 : толщина слоя $0,8 \text{ мм}$, коэффициент теплопроводности не заявлен;

6) экструзивный пенополистирол XPS CARBON 35-300 СТАНДАРТ: толщина слоя определяется теплотехническим расчётом, плотность $35\text{--}45 \text{ кг/м}^3$, коэффициент теплопроводности $0,031 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

7) термоскрепленный геотекстиль ТехноНИКОЛЬ 150 кг/м^2 : толщина слоя $0,8 \text{ мм}$, коэффициент теплопроводности не заявлен;

8) керамзитовый гравий фракцией $10\text{--}20 \text{ мм}$: толщина слоя 40 мм , плотность 400 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности $0,130 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

9) термоскрепленный геотекстиль ТехноНИКОЛЬ 150 кг/м^2 : толщина слоя $0,8 \text{ мм}$, коэффициент теплопроводности не заявлен;

10) пергамин: толщина слоя $1,5 \text{ мм}$, плотность 600 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности $0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

11) цементно-песчаный раствор: толщина слоя 30 мм , плотность 1800 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности $0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

12) плитка клинкерная: толщина слоя 40 мм , удельный вес 27 кг/м^2 , коэффициент теплопроводности $1 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$.

Для определения необходимой толщины экструзивного пенополистирола найдём требуемое термическое сопротивление утеплителя в составе эксплуатируемой кровли под пешеходную нагрузку:

$$R_{ym}^{mp} = R_o^{mp} - (R_e + R_n + R_{k\delta y}) =$$

$$= R_o^{mp} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{1}{\alpha_n} + R_{k\delta y} \right), \quad (5)$$

где R_e — сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

R_n — сопротивление теплообмену на наружной поверхности;

$R_{k\delta y}$ — сумма термических сопротивлений всех слоёв эксплуатируемой кровли под пешеходную нагрузку без слоя утеплителя;

$$R_{ym}^{mp} = 3,03 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,162 + \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{0,04}{0,13} + \frac{0,0015}{0,17} + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,04}{1} \right) =$$

$$= 2,107 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Тогда необходимая расчётная толщина экструзивного пенополистирола составит:

$$\delta_{ym}^{mp} = \lambda_{ym} \cdot R_{ym}^{mp}, \quad (6)$$

$$\delta_{ym}^{mp} = 0,032 \cdot 2,107 = 0,067 \text{ м}.$$

С учётом промышленных размеров экструзивного пенополистирола принимаем общую толщину утеплителя 80 мм, а с учётом требуемой технологии укладки утеплителя — два слоя по 40 мм.

Тогда приведенное сопротивление теплопередаче эксплуатируемой кровли под пешеходную нагрузку составит:

$$R_o = R_e + R_n + R_k, \quad (7)$$

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,16 + \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{0,04}{0,13} + \frac{0,0015}{0,17} + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,04}{1} + \frac{0,08}{0,031} =$$

$$= 3,504 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

$$R_o = 3,504 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} > R_o^{Tp} = 3,03 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Таким образом, при устройстве над входом лабораторного корпуса эксплуатируемой кровли под пешеходную нагрузку достаточно двух слоёв экструзивного пенополистирола по 40 мм. Общая толщина кровельных слоёв эксплуатируемого покрытия составит 262 мм.

Расчётные показатели строительных материалов зелёной части крыши с применением лёгкого озеленения (покрытие № 3) [9, 11]:

1) железобетонная многоспустотная плита толщиной 220 мм, плотность 2500 кг/м³;

2) керамзитовый гравий: минимальная толщина слоя 20 мм, плотность 400 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,130 Вт/(м·°C);

3) цементно-песчаный раствор: толщина слоя 40 мм, плотность 1800 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,76 Вт/(м·°C);

4) Техноэласт ЭПП: толщина слоя 4 мм, коэффициент теплопроводности не заявлен;

5) Техноэласт ГРИН: толщина слоя 4 мм, коэффициент теплопроводности не заявлен;

6) иглопробивной геотекстиль ТехноНИКОЛЬ 300 кг/м²: толщина слоя 0,8 мм, коэффициент теплопроводности не заявлен;

7) экструзивный пенополистирол XPS CARBON 35-300 СТАНДАРТ: толщина слоя определена теплотехническим расчётом для покрытия под пешеходную нагрузку — 80 мм, плотность 35–45 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,031 Вт/(м·°C);

8) термоскрепленный геотекстиль ТехноНИКОЛЬ 150 кг/м²: толщина слоя 0,8 мм, коэффициент теплопроводности не заявлен;

9) дренажная мембрана PLANTER life: толщина выступов 8 мм;

10) термоскрепленный геотекстиль ТехноНИКОЛЬ 150 кг/м²: толщина слоя 0,8 мм, коэффициент теплопроводности не заявлен;

11) растительный субстрат: толщина слоя для сохранения одинаковой толщины покрытий № 2 и № 3 — 104 мм.

Толщина растительного субстрата в 104 мм достаточна для высадки и нормальной жизнедеятельности почвопокровных трав (очиток, молодило) [3], создающих сплошное зелёное покрытие.

Наличие разграничительных бортиков между покрытиями № 2 и № 3 позволяет при необходимости увеличить толщину растительного субстрата.

Выводы:

1. Сегодня озеленение крыш становится всё более и более актуальным, так как позволяет рационально использовать горизонтальную поверхность зданий, вносит весомый вклад в улучшение экологии города, обеспечивает экономию энергии на отопление и кондиционирование за счёт улучшения теплотехнических характеристик совмещённого покрытия.

2. Существующее конструктивное решение совмещённого покрытия лабораторного корпуса ДонГТИ категорически не удовлетворяет требованиям энергосбережения, поскольку R_o меньше R_o^{mp} более чем в 2,5 раза:

$$R_o = 1,131 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} < R_o^{mp} = 3,03 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Библиографический список

1. Озеленение крыш [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
2. Об утверждении методических рекомендаций для подготовки правил благоустройства территорий поселений, городских округов, внутригородских районов [Текст] : Приказ от 13 апреля 2017 г. № 711/пр. — М. : Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017. — 48 с.
3. Рекомендации по проектированию озеленения и благоустройства крыш жилых и общественных зданий и других искусственных оснований [Текст]. — Введ. 2021-01-01. — М. : Москомархитектура, 2021. — 64 с.
4. Руководство по проектированию и устройству эксплуатируемых и зеленых кровель из битумно-полимерных материалов компании «ТехноНИКОЛЬ». — Корпорация ТехноНИКОЛЬ, 2012. — 136 с.

А в совокупности с теплотехнически неэффективными стенами [12] в холодное время года это создает крайне негативную микроклиматическую ситуацию.

3. Исходя из результатов сравнительного теплотехнического расчёта неэксплуатируемого покрытия лабораторного корпуса ДонГТИ (покрытие № 1) и того же покрытия, реорганизованного в эксплуатируемую кровлю (покрытие № 2), видно, что приведенное сопротивление теплопередаче покрытия № 2 (3,504 м²·°C/Вт) значительно больше, чем в покрытии № 1 (1,131 м²·°C/Вт), т. е. увеличение приведенного сопротивления теплопередаче покрытия составляет 2,373 м²·°C/Вт, что соответствует 210 % от первоначального значения. Это говорит о высокой эффективности применения предлагаемого варианта обустройства крыши лабораторного корпуса.

4. На основе полученных результатов исследования установлено, что устройство эксплуатируемой площадки отдыха на крыше лабораторного корпуса ДонГТИ возможно и целесообразно.

Однако имеется необходимость проведения дополнительных исследований:

- по оценке несущей способности строительных конструкций существующей кровли для устройства эксплуатируемого покрытия;
- по оценке теплотехнических характеристик элементов покрытия эксплуатируемой кровли.

5. ГОСТ Р 58875-2020. Зеленые стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования. — Введ. 2020-06-01. — М. : Стандартинформ, 2020. — 49 с.

6. Зеленые кровли [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.topclimat.ru/publications/zelenye_kryshi.

7. Озеленение крыш [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kryshadoma.com/vidy-krovli-kryshi/ozelenenie-krysh-osobennosti-konstruktsii>.

8. Зеленые крыши [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gidproekt.com/ustrojstvo-zelenoj-krovli-konstrukciya-vidy-dostoinstva-i-nedostatki-ozeleneniya-kryshi>.

9. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий [Текст]. — Введ. 2012-01-01. — М. : ОАО «Аналитик», 2012. — 96 с.

10. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Текст]. — Введ. 2013-01-01. — М. : Стандартинформ, 2013. — 11 с.

11. Каталог. Гидроизоляция [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.tn.ru/catalogue/gidroizolyatsionnye-materialy>.

12. Николаева, Е. К. Термомодернизация наружных стен лабораторного корпуса ДонГТУ [Текст] / Е. К. Николаева, Е. В. Гречишкина // Сборник научных трудов ДонГТУ. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2019. — Вып. 16 (59). — С. 61–66.

© Николаева Е. К.

© Псюк В. В.

© Коняшкина О. А.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. СиА ЛГУ им. В. Даля Емец Е. В., к.т.н., доц., зав. каф. АДиСК ДонГТИ Бондарчук В. В.

Статья поступила в редакцию 24.02.2022.

PhD in Engineering Nikolaeva E. K., PhD in Engineering Psiuk V. V., Koniashkina O. A.
(LSU named after V. Dahl, Alchevsk, LPR, ledilenanik@gmail)

SETTING UP A RECREATION AREA ON THE ROOF OF THE DonSTI LABORATORY BUILDING

A variant for reorganizing the unexploited combined coating of the DonSTI laboratory building into a recreation area is proposed. The results of theoretical studies are presented, during which the actual value of the heat transfer resistance of the existing combined coating and the value of the heat transfer resistance of the operated coating with the device of the recreation area are obtained.

Key words: combined coating, exploited coating, extensive landscaping, thermal engineering calculation.