

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА  
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНСТРОЙ РОССИИ)



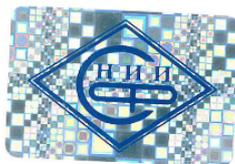
федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Научно-исследовательский институт строительной физики  
Российской академии архитектуры и строительных наук»  
(НИИСФ РААСН)

Research Institute of Building Physics  
Russian Academy of Architecture and Construction Science (NIISF RAACS)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор НИИСФ РААСН



Шубин И.Л.  
2022 г.



**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ**

по теме:

**«Комплексные исследования эксплуатационной влажности  
теплоизоляционных плит из пенополиизоцианурата (PIR) под торговым  
знаком ТехноНИКОЛЬ в составе современных кровельных систем при  
условиях эксплуатации А и Б»**

Договор № 12110(2021) от 14.04.2021 г.

Ответственный исполнитель:

Рук. сектора испытаний теплофизических  
характеристик строительных материалов,  
вед.науч.сотр. лаб. строит. теплофизики, к.т.н.

П.П. Пастушков

Москва 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Методика проведения исследований	5
2. Результаты определения эксплуатационной влажности	9
3. Анализ полученных результатов и назначение расчетной влажности для плит из пенополиизоцианурата (PIR)	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	32

## ВВЕДЕНИЕ

Температурно-влажностный режим определяет эксплуатационные свойства ограждающих конструкций зданий. Он непосредственно влияет на теплозащитные свойства, коррозию металлических деталей, прочностные свойства, напряженно-деформированное состояние, долговечность и эстетику конструкций.

В процессе эксплуатации зданий влажностное состояние материалов ограждающих конструкций (т. е. содержание в них влаги во всех фазах) изменяется в зависимости от конструктивных особенностей, свойств материалов, температурно-влажностных условий в помещениях, климатических условий района строительства и прочих факторов. Под эксплуатационной влажностью в данном случае понимается равновесное влагосодержание материала в ограждении с учётом влияния на него факторов внутренней и наружной среды во время эксплуатации. Влагосодержание в материале становится равновесным после прохождения стадии строительства и следующей за ней стадии выхода конструкции на квазистационарный (практически неизменяемый в течение одних суток, однако периодически изменяемый в течение года) влажностный режим.

Расчётной влажностью строительных материалов называют эксплуатационную влажность материалов для обобщенных условий эксплуатации А или Б. Соответственно расчетной теплопроводностью материалов называют теплопроводность материала или изделия при условиях эксплуатации конструкции А или Б, т. е. при расчетной влажности А или Б. На основании значений теплопроводности материалов при условиях эксплуатации конструкции А или Б рассчитываются толщины теплоизоляционных слоев многослойной конструкции или же необходимая толщина кладки для однослойной конструкции из условий соответствия нормативным требованиям по тепловой защите.

Работа по комплексным исследованиям эксплуатационной влажности теплоизоляционных плит из пенополиизоцианурата (PIR) в составе современных кровельных систем при условиях эксплуатации А и Б выполнена в соответствии с Договором №12110(2021) от 14.04.2021 г с ООО «ТехноНИКОЛЬ Строительные системы» лабораторией строительной теплофизики НИИСФ РААСН.

Целью выполнения работы являлось обобщение результатов натурных экспериментальных исследований эксплуатационной влажности теплоизоляционных материалов под торговым знаком ТехноНИКОЛЬ, используемых не менее трёх лет в плоских кровельных ограждающих конструкциях и назначение расчетной влажности для условий эксплуатации А и Б плит из пенополиизоцианурата (PIR) с облицовкой из фольги.

В рамках работы, в соответствии с требованиями ТЗ, была проведена серия натурных экспериментальных исследований, по результатам которых установлены значения эксплуатационной влажности исследуемых материалов в составе 12 кровельных ограждающих конструкций в разных регионах строительства РФ. Определение эксплуатационной влажности проводилось согласно Методическому пособию ФАУ ФЦС по назначению расчетных теплотехнических показателей строительных материалов и изделий.

Результаты работы предлагается использовать при внесении изменений в Приложение Т СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий» в части эксплуатационных теплофизических характеристик плит из пенополиизоцианурата с облицовкой из фольги.

## 1. Методика проведения исследований

В соответствии с ТЗ исследования проводились в натуральных условиях в 8 регионах РФ, относящихся к условиям эксплуатации А и Б согласно СП 50.13330. В каждом выбранном регионе было предоставлено 1-3 объекта для исследований со сроком введения в эксплуатацию не менее 3-х лет.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций А или Б в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства, необходимые для выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений, устанавливались по таблице 1.

Таблица 1 – Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещений зданий	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Влажностный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливаться по таблице 2.

Таблица 2 – Влажностный режим помещений зданий

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	до 12	св. 12 до 24	св. 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	—	Св. 75	Св. 60

Зоны влажности территории России приняты согласно Приложению В СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (рис. 1).

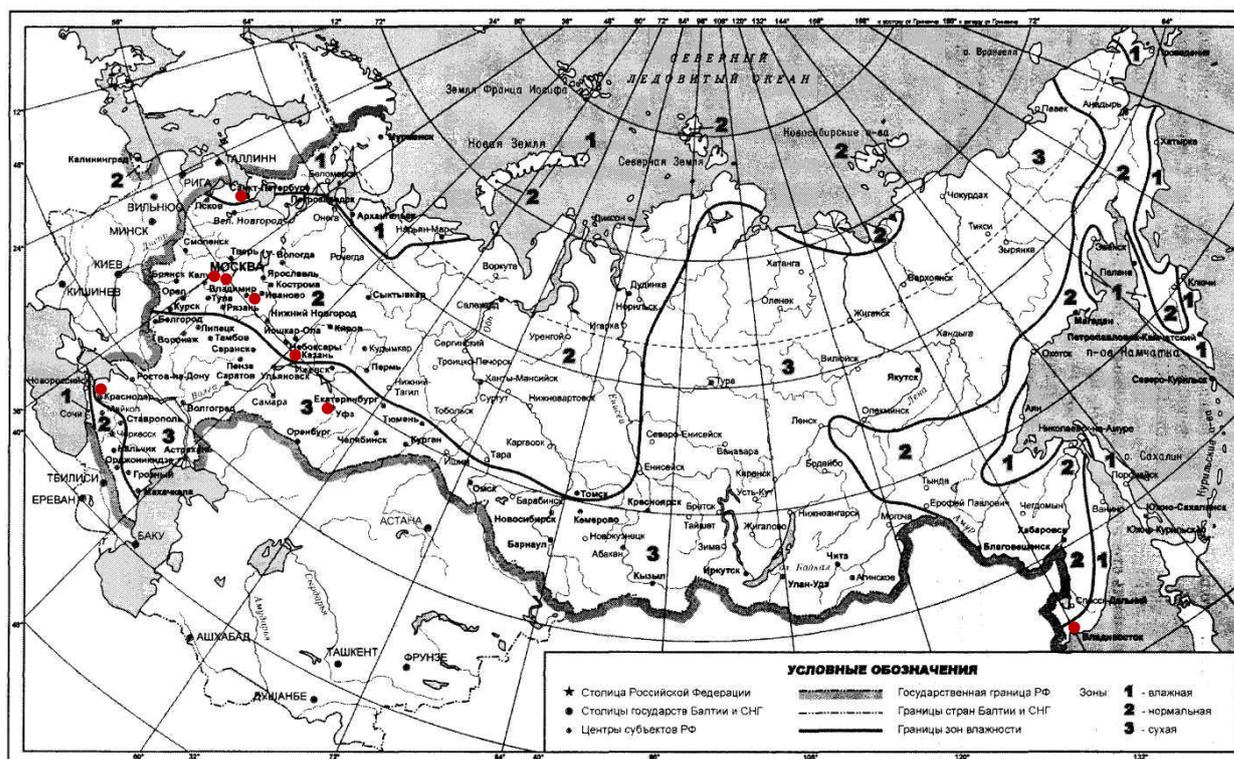


Рисунок 1 – Карта зон влажности России

Объекты для проведения работ по отбору образцов утеплителя из кровельного пирога для исследования эксплуатационной влажности были расположены в следующих регионах РФ: г. Москва, Московская область, г. Краснодар, Владимирская область, г. Санкт-Петербург, Республика Башкортостан, г. Казань, г. Владивосток (рис. 1).

На каждом исследуемом объекте пробы извлекали из 3-х участков кровли. Определение эксплуатационной влажности проводилось с учётом требований Методического пособия ФАУ ФЦС по назначению расчетных теплотехнических показателей строительных материалов и изделий.

Были обследованы кровли двух типов:

Тип 1, система ТН-КРОВЛЯ Гарант – это неэксплуатируемая крыша по стальному профилированному настилу с кровельным ковром из полимерной мембраны и утеплением плитами из пенополиизоцианурата (PIR) (рис. 2);

Тип 2, система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR – это неэксплуатируемая крыша по стальному профилированному настилу с кровельным ковром из полимерной мембраны и комбинированным утеплением плитами из пенополиизоцианурата (PIR) и каменной ваты (MW) (рис. 3).

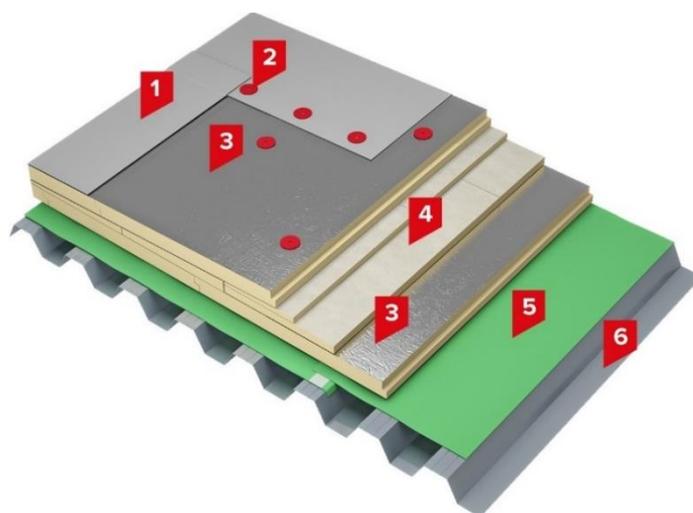


Рисунок 2 – Кровельная система ТН-Кровля Гарант (Тип 1)

1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP
2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ
- 3,4. Верхний и нижний слои теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф
5. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ
6. Несущее основание из металлического профилированный листа

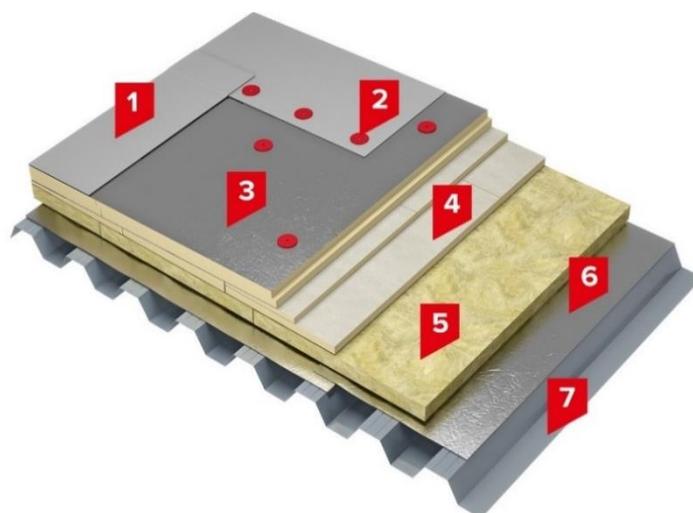


Рисунок 3 – Кровельная система ТН-Кровля Смарт PIR (Тип 2)

1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP
2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ
- 3,4. Верхний и средний слои теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф
5. Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ
6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ
7. Несущее основание из металлического профилированный листа

Общий принцип проведения работы был следующий:

1. В каждой зоне влажности России были подобраны объекты, введённые в эксплуатацию не менее чем за три года до начала отбора образцов.

2. На каждом объекте проводились работы по вскрытию водоизоляционной кровельной мембраны и отбору образцов теплоизоляционного слоя (PIR) не менее чем в трёх участках кровли.

3. Образцы теплоизоляции отбирали на всю толщину слоя (от гидроизоляционной мембраны до пароизоляции). Образцы герметично упаковывали и доставляли в лабораторию для проведения работ по определению влажности термогравиметрическим методом. На первых двух объектах было отобрано повышенное количество проб послойно.

4. В ходе испытаний на первых двух объектах было установлено, что влажность плит из пенополиизоцианурата (PIR) не зависит от места отбора образцов. Пробы, отобранные из нижней или верхней плиты, с центра или края изделия показали схожие значения влажности. В связи с этим дальнейшие отборы образцов проводили равномерно из каждого теплоизоляционного изделия по всей глубине теплоизоляционного слоя без уточнения конкретного места по высоте в протоколах.

5. По итогам работы был проведен анализ полученных результатов и назначена расчетная влажность в условиях эксплуатации А и Б для исследованной марки плит из пенополиизоцианурата (LOGICPIR PROF Ф/Ф) с облицовкой из фольги в кровельных ограждающих конструкциях согласно Методическому пособию ФАУ ФЦС по назначению расчётных теплотехнических показателей строительных материалов и изделий.

## 2. Результаты определения эксплуатационной влажности

В данном разделе приведены результаты исследования образцов утеплителя, отобранных с объектов.

2.1. Объект по адресу: Московская область, 21-й км Калужского шоссе, п. Сосенское, ОБИ Тёплый Стан, введен в эксплуатацию в 2017 году.

Дата отбора образцов: 13.04.2021г.

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 2, система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP 1,5 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ; 3. Разделительный слой из Стеклохолста; 4. Два слоя теплоизоляционных плит LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной по 50 мм; 5. Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 50 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 7. Несущее основание из металлического профилированный листа.



а)



б)

Рисунок 4

а) Общий вид кровли ОБИ Тёплый Стан

б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 13-14.04.2021г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

<b>Исследуемый слой</b>	<b>Верхняя плита PIR</b>	<b>Нижняя плита PIR</b>
Толщина образца, мм	50	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	2,5; 3,2; 2,6	2,3; 2,8; 2,2
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>2,8</b>	<b>2,4</b>

2.2. Объект по адресу: Московская область, г. Химки, 8-й микрорайон, корпус 1, МЕГА ИКЕА Химки, введен в эксплуатацию в 2017 году.

Дата отбора образцов: 16 апреля 2021г

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 2, система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP 1,5 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ; 3. Разделительный слой из Стеклохолста; 4. Два слоя теплоизоляционных плит LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной по 50 мм; 5. Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 50 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 7. Несущее основание из металлического профилированный листа.



а)



б)

Рисунок 5

а) Общий вид кровли МЕГА ИКЕА Химки

б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 16-19.04.2021г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

Исследуемый слой	Верхняя плита PIR	Нижняя плита PIR
Толщина образца, мм	50	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	1,8; 2,1; 2,6	3,4; 2,4; 3,7
Сред. значение для слоя, % по массе	2,2	3,2

2.3. Объект по адресу: г. Москва, ул. Вавилова, дом 3, ТРЦ «Гагаринский», введен в эксплуатацию в 2017 г.

Дата отбора образцов: 29 апреля 2021г

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 2, система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP 1,5 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ; 3. Верхний слой

теплоизоляционных плит LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной 50 мм; 4. Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 100 мм; 5. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ; 6. Несущее основание из металлического профилированного листа.



а)



б)

Рисунок 6

а) Общий вид кровли ТРЦ «Гагаринский»

б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 29-30.04.2021г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

Исследуемый слой	Плита PIR
Толщина образца, мм	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	2,8; 2,1; 3,1
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>2,7</b>

2.4. Объект по адресу: Республика Адыгея, Тахтамукайский район, Тургеневское шоссе, 27, ТРЦ МЕГА Адыгея-Кубань, введен в эксплуатацию в 2018 году.

Дата отбора образцов: 22 февраля 2022 г.

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 2, система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP 1,5 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ; 3. Разделительный слой из Стеклохолста; 4. Два слоя теплоизоляционных плит LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной по 50 мм; 5. Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 50 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 7. Несущее основание из металлического профилированный листа.



а)



б)

Рисунок 7

а) Общий вид кровли ТРЦ МЕГА Адыгея-Кубань;

б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 24-28.02.2022г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

<b>Исследуемый слой</b>	<b>Верхняя плита PIR</b>	<b>Нижняя плита PIR</b>
Толщина образца, мм	50	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	1,5; 1,7; 1,6	1,9; 1,7; 1,7
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>1,6</b>	<b>1,8</b>

2.5. Объект по адресу: Краснодар, Ростовское ш., 22, Завод «ОРАС», введен в эксплуатацию в 2019 году.

Дата отбора образцов: 22 февраля 2022 г.

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 1, система ТН-КРОВЛЯ Гарант: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP толщиной 1,2 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ»; 3. Слои теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной 80 мм; 5. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ 200 мкм; 6. Несущее основание из металлического профилированный листа.



а)

б)

Рисунок 8

а) Общий вид кровли Завода «ОРАС»;

б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 24-28.02.2022г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

<b>Исследуемый слой</b>	<b>Плита PIR</b>
Толщина образца, мм	80
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	1,7; 1,9; 2,7
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>2,1</b>

2.6. Объект по адресу: Мурманское шоссе, 12 км, стр.1А, Санкт-Петербург, Ленинградская обл., ТРЦ МЕГА, Дыбенко, введен в эксплуатацию в 2017 году.

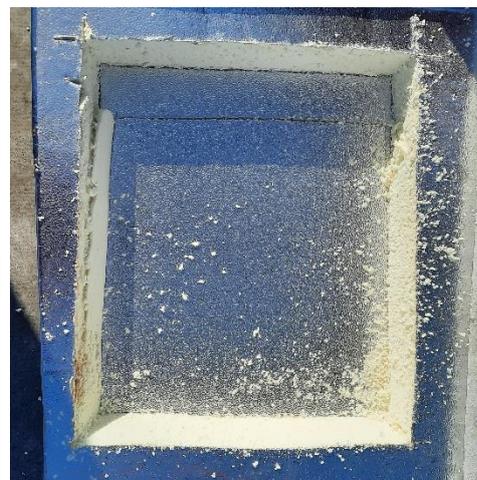
Дата отбора образцов: 15 марта 2022 г.

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 2, система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP 1,5 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ; 3. Разделительный слой из Стеклохолста; 4. Два слоя теплоизоляционных плит LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной по 50 мм; 5. Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 50 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 7. Несущее основание из металлического профилированный листа.



а)



б)

Рисунок 9

- а) Общий вид кровли ТРЦ МЕГА, Дыбенко;
- б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 17-21.03.2022г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

<b>Исследуемый слой</b>	<b>Верхняя плита PIR</b>	<b>Нижняя плита PIR</b>
Толщина образца, мм	50	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	1,5; 1,7; 1,9	1,6; 1,8; 1,9
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>

2.7. Объект по адресу: Санкт-Петербург, Бугровское сельское поселение 117 км КАД (внешнее кольцо) ул., стр, Порошкино, Ленинградская обл., ТРЦ МЕГА Парнас, введен в эксплуатацию в 2017 году.

Дата отбора образцов: 16 марта 2022г

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 2, система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP 1,5 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ; 3. Разделительный слой из Стеклохолста; 4. Два слоя теплоизоляционных плит LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной по 50 мм; 5. Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 50 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 7. Несущее основание из металлического профилированный листа.



а)



б)

Рисунок 10

а) Общий вид кровли ТРЦ МЕГА Парнас

б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 17-21.03.2022г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

<b>Исследуемый слой</b>	<b>Верхняя плита PIR</b>	<b>Нижняя плита PIR</b>
Толщина образца, мм	50	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	1,7; 2,1; 1,8	2,0; 1,8; 1,6
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>1,9</b>	<b>1,8</b>

2.8. Объект по адресу: Владимирская область, г. Ковров, ул. Комсомольская, 166Б., Завод «Цикл», введен в эксплуатацию в 2017 году.

Дата отбора образцов: 06 апреля 2022 г.

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 1, система ТН-КРОВЛЯ Гарант: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP толщиной 1,2 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ»; 3 Верхний слой теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной

50 мм; 5. Нижний слой теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной 40 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 6. Несущее основание из металлического профилированного листа.

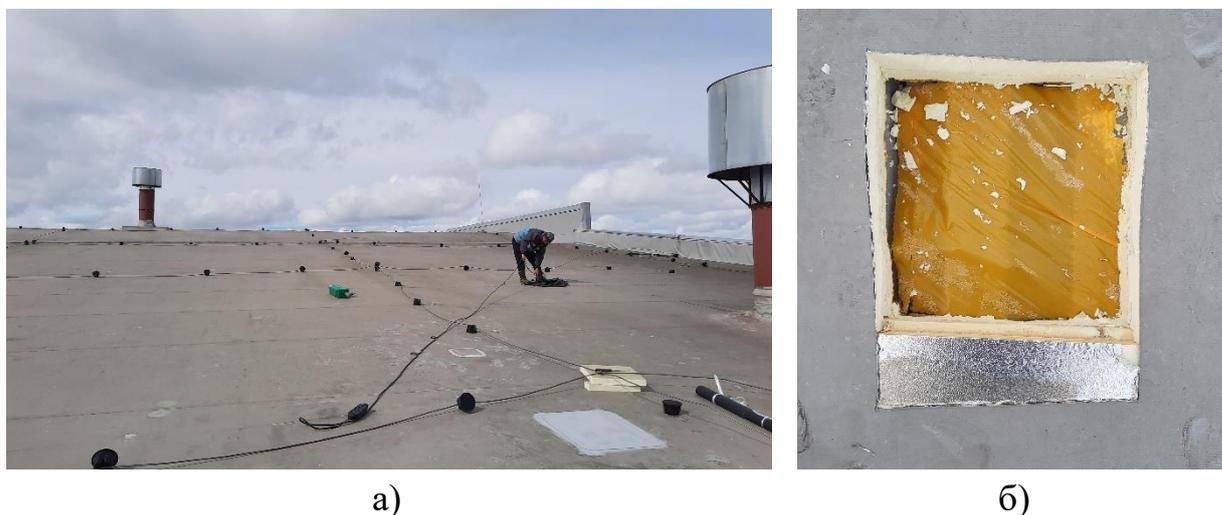


Рисунок 11

- а) Общий вид кровли Завода «Цикл»;
- б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 07-11.04.2022г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

<b>Исследуемый слой</b>	<b>Верхняя плита PIR</b>	<b>Нижняя плита PIR</b>
Толщина образца, мм	50	40
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	2,2; 2,6; 2,7	2,3; 2,3; 2,9
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>

2.9. Объект по адресу: Казань, просп. Победы, 141, ТРЦ МЕГА Казань, введен в эксплуатацию в 2017 г.

Дата отбора образцов: 13 апреля 2022г

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 2, система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP 1,5 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ; 3. Разделительный слой из Стеклохолста; 4. Два слоя теплоизоляционных плит LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной по 50 мм; 5. Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 50 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 7. Несущее основание из металлического профилированный листа.



а)

б)

Рисунок 12

а) Общий вид кровли ТРЦ МЕГА Казань

б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 14-18.04.2022г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

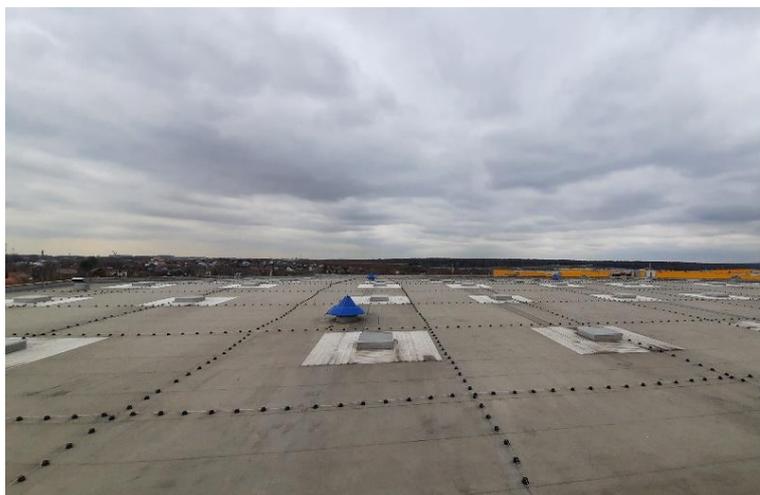
Исследуемый слой	Верхняя плита PIR	Нижняя плита PIR
Толщина образца, мм	50	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	2,3; 2,2; 2,3	2,3; 2,3; 2,2
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>

2.10. Объект по адресу: Москва, поселение Марушкинское, д. Шарاپово, Придорожная улица, 4с2, Логистический центр «Внуково-Логистик», Почта России, введен в эксплуатацию в 2018 г.

Дата отбора образцов: 22 апреля 2022г

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 1, система ТН-КРОВЛЯ Гарант: 1. Полимерная ПВХ мембрана ECOPLAST V-RP толщиной 1,2 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ»; 3 Верхний слой теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной 50 мм; 5. Нижний слой теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной 50 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 7. Несущее основание из металлического профилированного листа.



а)



б)

Рисунок 13

- а) Общий вид кровли логистического комплекса «Почта России»;
- б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 22-27.04.2022г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

<b>Исследуемый слой</b>	<b>Верхняя плита PIR</b>	<b>Нижняя плита PIR</b>
Толщина образца, мм	50	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	2,8; 2,7; 2,7	2,4; 2,6; 2,5
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>2,7</b>	<b>2,5</b>

2.11. Объект по адресу: Республика Башкортостан, Уфимский район, село Булгаково, Шоссейная ул., 5, завод «БашСпирт», введен в эксплуатацию в 2018 г.

Дата отбора образцов: 29 апреля 2022г

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 2, система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP 1,5 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ; 3. Верхний слой теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной 50 мм; 4. Уклонообразующие клины из экструзионного пенополистирола - ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF SLOPE; 5. Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 80 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 7. Несущее основание из металлического профилированный листа



а)



б)

Рисунок 14

а) Общий вид кровли завода «БашСпирт»

б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 29.04-05.05.2022г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

<b>Исследуемый слой</b>	<b>Плита PIR</b>
Толщина образца, мм	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	2,8; 2,2; 2,3
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>2,4</b>

2.12. Объект по адресу: Приморский край, г. Владивосток, ул. Калинина, 8, ТЦ «Калина Молл», введен в эксплуатацию в 2017 г.

Дата отбора образцов: 18 мая 2022 г.

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя).

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 1, система ТН-КРОВЛЯ Гарант с дополнениями: 1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP толщиной 1,2 мм; 2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ»; 3 Верхний слой теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной 50 мм; 5. Нижний слой теплоизоляции- плиты

теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф толщиной 50 мм; 6. Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 200 мкм; 7. Несущее основание из металлического профилированного листа.



а)



б)

Рисунок 15

а) Общий вид кровли ТЦ «Калина Молл»

б) Место отбора образца утеплителя

Дата испытания образцов: 20-24.05.2022г.

Результаты испытаний эксплуатационной влажности образцов:

<b>Исследуемый слой</b>	<b>Верхняя плита PIR</b>	<b>Нижняя плита PIR</b>
Толщина образца, мм	50	50
Эксплуатационная влажность пробы, % по массе	2,9; 2,7; 2,6	3,3; 3,0; 3,1
<b>Сред. значение для слоя, % по массе</b>	<b>2,7</b>	<b>3,1</b>

Сводные результаты исследования эксплуатационной влажности плит PIR по всем объектам представлены в таблице 3 .

Таблица 3 - Результаты исследования образцов теплоизоляционных плит из пенополиизоцианурата LOGICPIR PROF Ф/Ф

№ п/п	Объекты	Год	Зоны	Условия эксплуатации	Толщина плит PIR, мм	Эксплуатационная влажность, вэ, %	
1	"ОБИ Теплый стан", МО	2017	2-нормальная	Б	50	2,8	<b>2,5</b>
				Б	50	2,4	
2	"МЕГА-ИКЕА Химки", МО	2017	2-нормальная	Б	50	2,2	
				Б	50	3,2	
3	Завод "ЦИКЛ", г. Ковров	2017	2-нормальная	Б	50+40	2,5	
4	ТРЦ «МЕГА Казань», г. Казань	2017	2-нормальная	Б	50+50	2,3	
5	ТРЦ "Гагаринский", г. Москва	2017	2-нормальная	Б	50	2,7	
6	Логист. Центр "Почта России", МО, Внуково	2018	2-нормальная	Б	50+50	2,6	
7	ТРЦ "МЕГА-ИКЕА Дыбенко", СПБ	2017	1-влажная	Б	50+50	1,8	
8	ТРЦ "МЕГА-ИКЕА Парнас", СПБ	2017	1-влажная	Б	50+50	1,9	
9	ТЦ «Калина Молл», Владивосток	2017	1-влажная	Б	50+50	2,9	
10	ТРЦ МЕГА Адыгея-Кубань, г. Краснодар	2018	3-сухая	А	50+50	1,7	
11	Завод "ОРАС", г. Краснодар	2019	3-сухая	А	80	2,1	
12	Завод "БашСпирт", п. Булгаково	2018	3-сухая	А	50	2,4	

### **3. Анализ полученных результатов и назначение расчетной влажности для плит из пенополиизоцианурата (PIR)**

В 2021-2022 гг. проведены натурные обследования 12 современных объектов капитального строительства, расположенных во всех 3-х зонах влажности, и относящихся к условиям эксплуатации А и Б согласно СП 50.13330. Срок введения в эксплуатацию объектов составлял не менее 3-х лет.

На каждом обследуемом объекте на кровле из трёх участков произведён отбор проб для определения эксплуатационной влажности теплоизоляционных изделий из пенополиизоцианурата (PIR).

Определение эксплуатационной влажности проведено согласно Методическому пособию ФАУ ФЦС по назначению расчётных теплотехнических показателей строительных материалов и изделий.

По итогам проведённых работ получены следующие результаты и сделаны следующие выводы:

1. Обследованы кровли, расположенные во всех трех зонах влажности по СП 50.13330. Объекты были расположены в Москве, Московской области, Краснодаре, Владимирской области, Санкт-Петербурге, Республике Башкортостан, Казани, Владивостоке.
2. Отбор проб для определения эксплуатационной влажности проводился в весеннее время, когда влажность теплоизоляционного слоя кровель наиболее высока после периода влагонакопления в зимний период.
3. Все обследованные кровли находились в хорошем состоянии и не имели следов механических повреждений, протечек и прочих дефектов.
4. В основном обследованные кровли располагались над торгово-развлекательными центрами (8 объектов: в Москве, Московской области, Краснодаре, Санкт-Петербурге, Казани, Владивостоке), две кровли располагались над промышленными объектами (в Краснодаре и

Республике Башкортостан), 2 объекта над складскими помещениями (во Владимирской и Московской областях).

5. Большинство (7) из обследованных кровель относились к типу 2 (система ТН-КРОВЛЯ Смарт PIR) и имели следующий состав: 1) Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP; 2) Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ; 3) Разделительный слой из Стеклохолста; 4) Два слоя теплоизоляционных плит LOGICPIR PROF Ф/Ф; 5) Нижний слой теплоизоляции из каменной ваты ТЕХНОНИКОЛЬ; 6) Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ; 7) Несущее основание из металлического профилированный листа.
6. Остальные 5 объектов относились к типу 1 (система ТН-КРОВЛЯ Гарант): 1) Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP; 2) Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ»; 3) Верхний слой теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф; 4) Нижний слой теплоизоляции- плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF Ф/Ф; 5) Пароизоляционная пленка ТЕХНОНИКОЛЬ; 6) Несущее основание из металлического профилированный листа.
7. Средняя эксплуатационная влажность плит из пенополиизоцианурата (PIR) на исследуемых объектах составляла 2-3 % по массе. При этом влажности материалов, расположенных в нижней и верхней части кровельного пирога, существенно не отличались.
8. Согласно Методическому пособию ФАУ ФЦС по назначению расчётных теплотехнических показателей строительных материалов и изделий установлено, что расчетная влажность для плит из пенополиизоцианурата LOGICPIR (производства компанией ТЕХНОНИКОЛЬ) с облицовкой из фольги в кровельных ограждающих конструкций составляет для условий эксплуатации конструкций А – 2%, для условий эксплуатации конструкций Б – 3%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведена работа по комплексным исследованиям эксплуатационной влажности теплоизоляционных плит из пенополиизоцианурата (PIR) под торговым знаком ТехноНИКОЛЬ в составе современных кровельных систем при условиях эксплуатации А и Б.

Работа выполнена в полном объёме и соответствует всем требованиям технического задания и Договора №12110(2021) от 14.04.2021г.

Проведены натурные обследования плоских кровель, выполненных с утеплением плитами из пенополиизоцианурата (PIR), введёнными в эксплуатацию не менее трёх лет назад и расположенными во всех трёх зонах влажности России.

На каждом обследуемом объекте проведён отбор проб и определена эксплуатационная влажность теплоизоляционных плит из пенополиизоцианурата (PIR).

Согласно Методическому пособию ФАУ ФЦС по назначению расчётных теплотехнических показателей строительных материалов и изделий установлено, что расчетная влажность для плит из пенополиизоцианурата (PIR) с облицовкой из фольги в кровельных ограждающих конструкций составляет для условий эксплуатации конструкций А – 2%, для условий эксплуатации конструкций Б – 3%.

Полученные результаты предлагается использовать при внесении изменений в Приложение Т СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий» в части эксплуатационных теплофизических характеристик плит из пенополиизоцианурата с облицовкой из фольги.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. 5-е изд. М.: АВОК-ПРЕСС. 2006. 252 с.
2. Гагарин В.Г. Теория состояния и переноса влаги в строительных материалах и теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. – Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – М., 2000. – 396 с.
3. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Определение расчетной влажности строительных материалов // Промышленное и гражданское строительство. –2015. – № 8. – С. 28–33
4. СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий»
5. СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99\* «Строительная климатология».
6. СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты».
7. Методическое пособие по назначению расчётных теплотехнических показателей строительных материалов и изделий ФАУ ФЦС.