

**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.
2023 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме:

Определение прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит из пенополиизоцианурата (PIR), отобранных после эксплуатации в составе кровельных систем

Доп. соглашение № 3 от 20.03.2023 к 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 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Методика проведения исследований	5
2. Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации	8
3. Анализ полученных результатов и выводы	29
Приложение 1. Протокол испытаний	31

ВВЕДЕНИЕ

В 2021-2022 годах сотрудниками НИИСФ совместно с представителями компании ТЕХНОНИКОЛЬ проведена работа по комплексным исследованиям эксплуатационной влажности теплоизоляционных плит из пенополиизоцианурата (PIR) в составе современных кровельных систем.

Целью 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 расчётной влажности для условий эксплуатации А и Б плит из пенополиизоцианурата (PIR) с облицовкой из фольги.

В соответствии с требованиями ТЗ, была проведена серия отборов образцов плит PIR с 12 объектов капитального строительства, расположенных в следующих регионах РФ: г. Москва, Московская область, г. Краснодар, Владимирская область, г. Санкт-Петербург, Республика Башкортостан, Республика Адыгея, г. Казань, г. Владивосток.

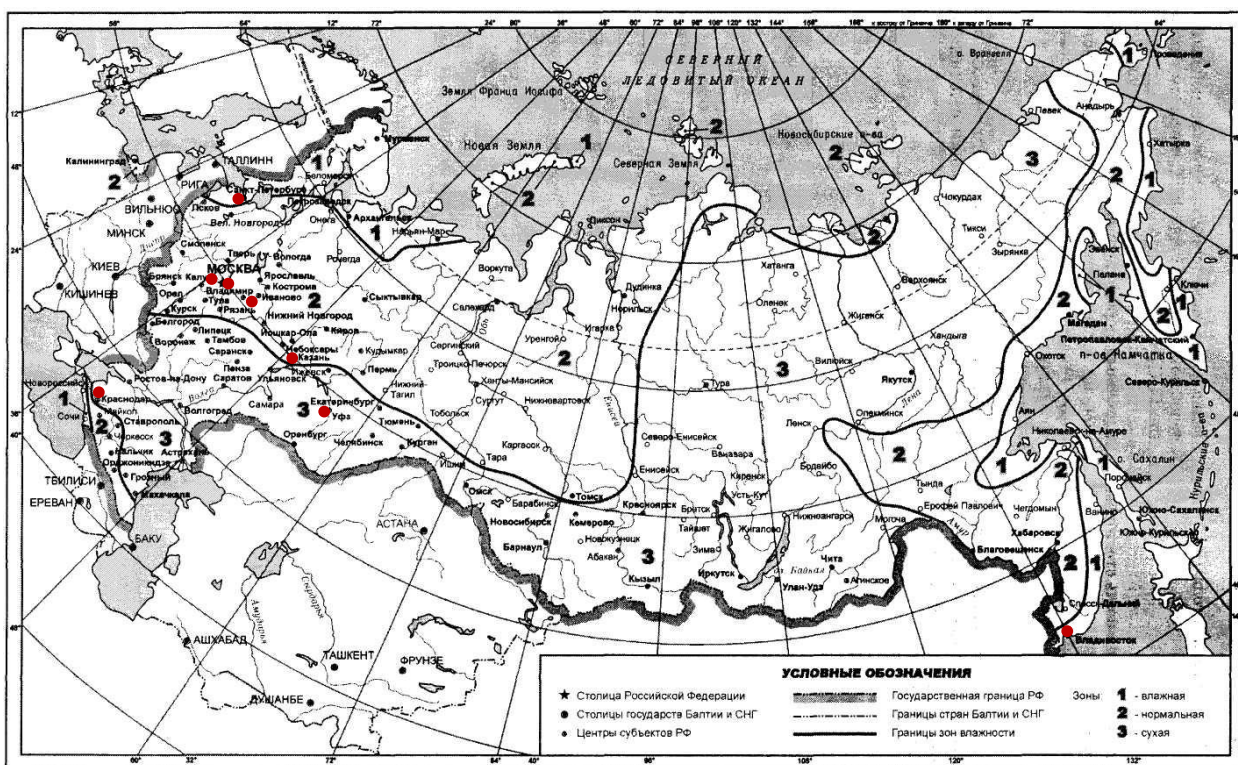


Рисунок 1 - Карта зон влажности России

В соответствии с Дополнительным соглашением №3 от 20.03.2023 г. к Договору № 12110(2021) от «14» апреля 2021 г. в 2023 году проведено определение прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит PIR, которые были отобраны из кровельных конструкций после эксплуатации более 3-х лет.

Результаты работы по определению прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит производства компании ТЕХНОНИКОЛЬ из пенополиизоцианурата с облицовкой из фольги, отобранных из кровельных конструкций объектов капитального строительства после не менее, чем 3-х лет эксплуатации, представлены в данном заключении.

1. Методика проведения исследований

Согласно техническому заданию определение прочности на сжатие проводилось в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ EN 826-2011 «Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Методы определения характеристик сжатия». Для испытаний из плит пенополиизоцианурата, отобранных в 2021-2022 году из кровельных конструкций в ходе выполнения Договора № 12110(2021) от 14.04.2021 г., были вырезаны образцы в соответствии с требованиями п.6.1 ГОСТ EN 826-2011.

Согласно методике ГОСТ EN 826-2011 прочность на сжатие при 10 %-ной относительной деформации σ_{10} – это отношение значения сжимающей силы F_{10} к первоначальной площади поперечного сечения образца при его 10%-ной относительной деформации ϵ_{10} при условии, что 10%-ная относительная деформация достигнута до начала возможной пластической деформации или разрушения образца.

К образцу перпендикулярно к его лицевым граням прикладывают при заданной скорости сжимающую силу и вычисляют максимальное значение напряжения сжатия, которое выдерживает образец.

Если значение максимального напряжения сжатия достигается при относительной деформации образца менее 10 %, то это напряжение сжатия определяют, как предел прочности при сжатии, при этом регистрируют соответствующую относительную деформацию испытуемого образца. Если при достижении относительной деформации образца, равной 10 %, не произошло разрушение образца, то вычисляют прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации.

Для проведения измерений применялась машина испытательная универсальная МИМ.2-10-2.2-18.11-3.1.1 производства ООО «ГОСТ» с пределом измерения силы 10 кН; пределом допускаемой относительной погрешности измерения силы $\pm 0,5\%$; пределом допускаемой относительной

погрешности измерения перемещения подвижной траверсы $\pm 1\%$.
Свидетельство о поверке: С-АБ/08-12-2022/208818226 до 07.12.2023г. На каждом исследуемом объекте пробы извлекали из 3-х участков кровли. 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. 1);

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. 2).

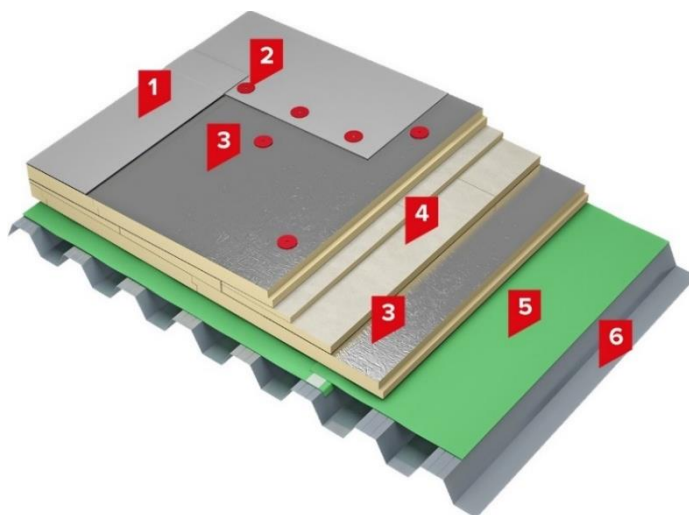


Рисунок 2 – Кровельная система ТН-Кровля Гарант (Тип 1)

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

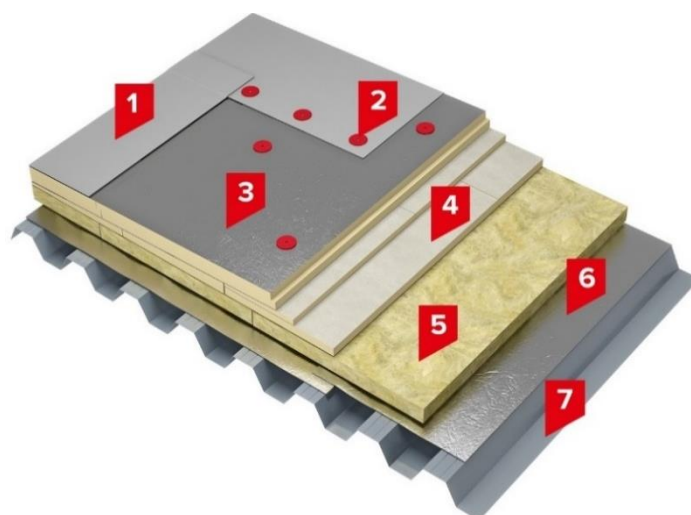


Рисунок 3 – Кровельная система ТН-Кровля Смарт PIR (Тип 2)

1. Полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP
2. Система механического крепления ТЕХНОНИКОЛЬ
- 3,4. Верхний и средний слой 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

К результатам испытаний по определению прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации, проведённым сотрудниками НИИСФ РААСН, приобщены результаты определения прочности на сжатие партий плит, отправленных на соответствующие объекты капитального строительства, проведённые сотрудниками испытательной лаборатории филиала ООО «Завод Лоджикруф» ПИР г. Рязань компании ТЕХНОНИКОЛЬ.

2. Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации

В данном разделе приведены результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит из пенополиизоцианурата (PIR), отобранных с объектов. Протокол проведённых измерений представлен в Приложении 1.

2.1. Объект по адресу: Московская область, 21-й км Калужского шоссе, п. Сосенское, ТЦ «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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 4.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли объекта ТЦ «ОБИ Тёплый Стан» представлены в таблице 1.

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 ТЦ «ОБИ Тёплый Стан»
 б) Место отбора образца утеплителя

Таблица 1 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли ТЦ «ОБИ Тёплый Стан»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа
	значение для нижней плиты PIR
1	223,1
2	230,2
3	235,6
4	226,4
5	215,2
Среднее	226,1*

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 161 кПа

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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 5.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли ТРЦ «МЕГА ИКЕА Химки» представлены в таблице 2.

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 профилированного листа.



а)



б)

Рисунок 5

- а) Общий вид кровли МЕГА ИКЕА Химки
- б) Место отбора образца утеплителя

Таблица 2 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли МЕГА ИКЕА Химки

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа	
	значение для верхней плиты PIR	значение для нижней плиты PIR
1	236,6	214,4
2	236,9	214,0
3	227,7	210,8
4	211,7	217,4
5	215,0	205,9
Среднее	225,6	212,5
	219,1*	

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 149,2 кПа

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

Дата отбора образцов: 29 апреля 2021 г.

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 6.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли ТРЦ «Гагаринский» представлены в таблице 3.

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 профилированный листа.



а)



б)

Рисунок 6

а) Общий вид кровли ТРЦ «Гагаринский»

б) Место отбора образца утеплителя

Таблица 3 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли ТРЦ «Гагаринский»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа
	значение для верхней плиты PIR
1	188,9
2	197,8
3	212,4
4	203,8
5	178,8
Среднее	196,3*

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 164,8 кПа

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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 7.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли ТРЦ «МЕГА Адыгея-Кубань» представлены в таблице 4.

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 профилированного листа.



а)



б)

Рисунок 7

а) Общий вид кровли ТРЦ «МЕГА Адыгея-Кубань»

б) Место отбора образца утеплителя

Таблица 4 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли ТРЦ «МЕГА Адыгея-Кубань»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа
	значение для нижней плиты PIR
1	230,5
2	224,8
3	229,5
4	233,4
5	232,3
Среднее	230,1*

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 161,0 кПа

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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 8.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли Завода «ОРАС» представлены в таблице 5.

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

Таблица 5 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли Завода «ОРАС»;

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа
	значение для нижней плиты PIR
1	206,7
2	213,6
3	209,4
4	211,5
5	204,8
Среднее	209,2*

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 180,4 кПа

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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 9.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли ТРЦ «МЕГА Дыбенко» представлены в таблице 6.

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 профилированного листа.



а)



б)

Рисунок 9

- а) Общий вид кровли ТРЦ «МЕГА Дыбенко»
- б) Место отбора образца утеплителя

Таблица 6 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли ТРЦ «МЕГА Дыбенко»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа	
	значение для верхней плиты PIR	значение для нижней плиты PIR
1	194,2	221,5
2	229,1	210,2
3	190,5	222,6
4	187,7	208,1
5	204,2	227,1
Среднее	201,1	217,9
	209,5*	

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 155,4 кПа

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

Дата отбора образцов: 16 марта 2022 г

Образцы отобраны из 3-х зон на кровле (на всю глубину теплоизоляционного слоя). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 10. При отборе образцов PIR на кровле ТРЦ «МЕГА Икеа Парнас» попали на зону, где был указан номер партии и дата производства утеплителя (рис. 10, в).

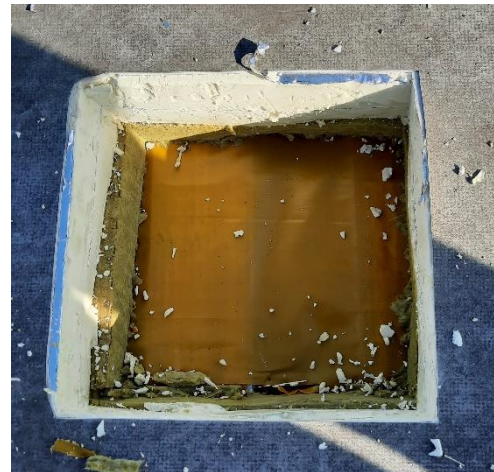
Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли ТРЦ «МЕГА Икеа Парнас» представлены в таблице 7.

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)



в)

Рисунок 10

а) Общий вид кровли ТРЦ «МЕГА Ikea Парнас»

б) Место отбора образца утеплителя

в) Зона отбора образцы PIR с номером партии и датой производства

Таблица 7 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли ТРЦ «МЕГА Икеа Парнас»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа	
	значение для верхней плиты PIR	значение для нижней плиты PIR
1	222,9	190,0
2	208,9	194,6
3	211,0	201,0
4	228,3	210,8
5	238,4	208,7
Среднее	221,9	201,0
	211,5*	

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 160,3 кПа

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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 11.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли Завода «Цикл» представлены в таблице 8.

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.



а)

б)

Рисунок 11

а) Общий вид кровли Завода «Цикл»;

б) Место отбора образца утеплителя

Таблица 8 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли Завода «Цикл»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа
	значение для нижней плиты PIR
1	208,3
2	204,5
3	212,5
4	208,2
5	208,8
среднее	208,5*

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 148,5 кПа

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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 12.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли ТРЦ «МЕГА Казань» представлены в таблице 9.

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 профилированного листа.



а)



б)

Рисунок 12

а) Общий вид кровли ТРЦ «МЕГА Казань»

б) Место отбора образца утеплителя

Таблица 9 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли ТРЦ «МЕГА Казань»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа	
	значение для верхней плиты PIR	значение для нижней плиты PIR
1	216,8	244,4
2	239,9	229,9
3	221,8	242,8
4	215,7	212,5
5	242,7	213,8
Среднее	227,4	228,7
	228,0*	

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 160,6 кПа

2.10. Объект по адресу: Москва, поселение Марушкинское, д. Шарапово, 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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 13.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли объекта «Почта России» представлены в таблице 10.

Принципиальный состав слоёв кровли – тип 1, система ТН-КРОВЛЯ Гарант: 1. Полимерная ПВХ мембрана ESOPLAST 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

Таблица 10 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли объекта «Почта России»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа	
	значение для верхней плиты PIR	значение для нижней плиты PIR
1	204,0	199,1
2	201,7	198,7
3	200,9	203,4
4	204,6	203,3
5	201,1	199,0
Среднее	202,4	200,7
	201,6*	

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 145,3 кПа

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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 14.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли завода «БашСпирт» представлены в таблице 11.

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

Таблица 11 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли завода «БашСпирт»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа
	значение для верхней плиты PIR
1	215,2
2	217,9
3	210,1
4	203,3
5	201,4
Среднее	209,6*

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 156,0 кПа

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). Общий вид кровли и одно из мест отбора образца утеплителя PIR представлен на рисунке 15.

Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR, отобранных с кровли ТЦ «Калина Молл» представлены в таблице 12.

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

Таблица 12 - Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит PIR с кровли ТЦ «Калина Молл»

Образец	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа	
	значение для верхней плиты PIR	значение для нижней плиты PIR
1	201,8	194,0
2	198,5	196,3
3	203,1	192,2
4	203,1	195,3
5	204,4	194,2
Среднее	202,2	194,4
	198,3*	

* - по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" начальное значение прочности для плит этой партии составляло 169,0 кПа

Сводные результаты исследования прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации плит из пенополиизоцианурата LOGICPIR PROF и сравнение с начальными значениями по всем обследованным объектам представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Сводные результаты исследования прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации (σ_{10}) плит LOGICPIR PROF и сравнение с начальными значениями*

№ п/п	Наименование объекта	Год ввода в экпл.	Толщин, мм	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа				Изменение прочности, %	
				начальные значения*	сред. знач.	результаты испытаний	сред. знач.	по объекту	сред. знач.
1	ТЦ "ОБИ Теплый стан", Мос. обл.	2017	50	161,0	159,3	226,1	212	+40,4	+33,7
2	ТРЦ «МЕГА ИКЕА Химки» Мос. обл.	2017	50	149,2		219,0		+46,8	
3	ТРЦ "Гагаринский", г. Москва	2017	50	164,8		196,3		+19,2	
4	ТРЦ «МЕГА Адыгея-Кубань», г. Краснодар	2018	50+50	161,0		230,1		+42,9	
5	Завод "ОРАС", г. Краснодар	2019	80	180,4		209,2		+16,0	
6	ТРЦ "МЕГА-ИКЕА Дыбенко", СПб	2017	50+50	155,4		209,5		+34,8	
7	ТРЦ "МЕГА-ИКЕА Парнас", СПб	2017	50+50	160,3		211,5		+31,9	
8	Завод "ЦИКЛ", г. Ковров	2017	50+40	148,5		208,5		+40,4	
9	ТРЦ «МЕГА Казань», г. Казань	2017	50+50	160,6		228,0		+42,0	
10	«Почта России», МО, Внуково	2018	50+50	145,3		201,6		+38,8	
11	Завод "БашСпирт", п. Булгаково	2018	50	156,0		209,6		+34,4	
12	ТЦ «Калина Молл», Владивосток	2017	50+50	169,0		198,3		+17,3	

* по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" ПИР г.Рязань

3. Анализ полученных результатов и выводы.

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 из трёх участков кровли произведён отбор образцов плит из пенополиизоцианурата (PIR) для определения эксплуатационной влажности. В 2023 году отобранные образцы использовали для определения прочности на сжатие при 10% деформации.

Определение прочности на сжатие при 10%-ной деформации плит из пенополиизоцианурата LOGICPIR PROF проведено в соответствии с требованиями ГОСТ EN 826-2011.

Проведены испытания 18 групп образцов (по 5 образцов в каждой) с 12 эксплуатируемых в настоящее время кровель объектов капитального строительства, поскольку на некоторых объектах проведены испытания как плиты в нижнем, так и в верхнем слое теплоизоляции.

К результатам испытаний образцов плит PIR, отобранных из кровель, приобщены результаты испытаний тех же партий плит до процесса эксплуатации (по данным протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" ПИР г.Рязань).

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

1. Проведена работа по определению прочности при 10%-ной относительной деформации плит теплоизоляционных из пенополиизоцианурата (PIR) под торговым знаком ТЕХНОНИКОЛЬ, по результатам испытаний образцов, прошедших эксплуатацию не менее 3-х лет в составе современных кровельных систем.

2. Работа выполнена в полном объёме и соответствует всем требованиям технического задания к Дополнительному соглашению №3 от 20.03.2023 г. к Договору № 12110(2021) от 14.04.2021г.
3. Обследованы кровли, расположенные во всех зонах влажности по СП 50.13330. Объекты были расположены в следующих регионах РФ: г. Москва, Московская область, г. Краснодар, Владимирская область, г. Санкт-Петербург, Республика Башкортостан, Республика Адыгея, г. Казань, г. Владивосток.
4. Все обследованные кровли находились в хорошем состоянии и не имели следов механических повреждений, протечек и прочих дефектов.
5. По результатам испытаний образцов, отобранных из кровельных систем, значение прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации плит PIR составило от 196,3 кПа до 230,1 кПа. Среднее значение прочности составило - 212 кПа.
6. За начальные показатели прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации приняты значения из протоколов испытаний лаборатории филиала ООО "Завод Лоджикруф" ПИР г.Рязань партий материала LOGICPIR PROF, отгруженных на исследованные объекты. Значение начальной прочности на сжатие составило от 145,3 кПа до 180,4 кПа, среднее значение - 159,3 кПа.
7. При сравнении показателей прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации испытанных образцов PIR и начальных показателей соответствующих партий, получено изменение значений от +16 % и до + 46,8 %, среднее приращение составило +33,7 %.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ



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

Лаборатория «Строительная теплофизика»
Сектор № 12.1 «Сектор испытаний теплофизических характеристик строительных материалов»
Россия, 127238, Москва, Локомотивный пр., д. 21, пом. 236, 239, +7 495 482 4058, sector-niisf@mail.ru



УТВЕРЖДАЮ
Директор НИИСФ РААСН

Шубин И.Л.
2023 г.



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 2/12110 от 20.06.2023 г.

Основание для проведения испытаний: Дополнительное соглашение №3 от 20.03.2023 г. к Договору 12110(2021) от 14.04.2021 г.

Наименование продукции: образцы плит из пенополиизоцианурата (LOGICPIR PROF Ф/Ф) под торговым знаком ТЕХНОНИКОЛЬ после не менее 3-х лет эксплуатации в кровельных конструкциях

Цель испытаний: определение прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации

Производитель продукции: ООО "Завод Лоджикруф" (Филиал ООО "Завод Лоджикруф" ПИР г.Рязань)

Адрес производства: 390047, Россия, Рязанская обл, г. Рязань, ул. Восточный промузел, д. 21

Сведения об испытываемых образцах: образцы плит PIR, отобранные из кровельных конструкций объектов, подготовленные в виде квадратных пластин со стороной 50 мм с точностью 0,5 мм (для всех объектов кроме объекта «ОРАС» (таблица 5), где сторона пластины составляла 80 мм) и толщиной равной толщине изделий

Количество испытываемых образцов: не менее 5 шт. с каждого объекта; общее количество 90 шт.

Дата испытания образцов: 23 – 25.05.2023 г.

Методика испытаний: ГОСТ EN 826-2011

Условия проведения испытаний: испытания проведены при температуре $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$; образцы помещали строго по центру между двумя параллельными опорными плитами испытательной машины и подвергали сжатию до момента наступления пластической относительной деформации $\geq 10\%$; скорость движения подвижной плиты испытательной машины составляла 4 мм/мин для образцов толщиной 40 мм, 5 мм/мин для образцов толщиной 40 мм, 8 мм/мин для образцов толщиной 80 мм

Используемое оборудование и измерительные приборы:

№ п/п	Наименование СИ и ИО, тип (марка)	Номер		Сведения о поверке СИ, аттестации ИО
		инвентарный	заводской	
1	Машина испытательная универсальная МИМ.2	5101240011	112022476	С-АБ/08-12-2022/208818226 до 07.12.2023 г.
2	Штангенциркуль ШЦ-1-150 0,05	2101340639	81109878	СП № С-АКЗ/17-02-2023/225375430 до 16.02.2024 г.
2	Линейка измерительная металлическая, 0-300 мм	00019	81	СП № С-АКЗ/17-02-2023/225375429 до 16.02.2024 г.

Результаты испытаний*: результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации по ГОСТ EN 826-2011 образцов плит из пенополиизоцианурата (PIR) под торговым знаком ТЕХНОНИКОЛЬ после не менее 3-х лет эксплуатации в кровельных конструкциях представлены в таблицах 1-12.

Таблица 1 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли ТЦ «ОБИ Тёплый Стан» по адресу: Московская область, 21-й км Калужского шоссе, п. Сосенское.

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F_{10} , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, σ_{10} , кПа
1	50,3	557,7	223,1
2	50,4	575,5	230,2
3	50,2	589,0	235,6
4	50,0	566,0	226,4
5	50,2	538,0	215,2
Среднее значение	50,2	565,2	226,1

Таблица 2 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли МЕГА ИКЕА Химки по адресу: Московская область, г. Химки, 8-й микрорайон, корпус 1.

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F_{10} , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1 Верх	50,8	591,5	236,6
2 Верх	50,7	592,2	236,9
3 Верх	50,4	569,2	227,7
4 Верх	50,5	529,2	211,7
5 Верх	50,3	537,4	215,0
Среднее значение	50,5	563,9	225,6
1 Низ	50,6	535,9	214,4
2 Низ	50,4	535,0	214,0
3 Низ	50,6	527,1	210,8
4 Низ	50,7	543,5	217,4
5 Низ	50,3	514,8	205,9
Среднее значение	50,5	531,3	212,5

Таблица 3 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли ТРЦ «Гагаринский» по адресу: г. Москва, ул. Вавилова, дом 3

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F ₁₀ , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1	49,8	472,3	188,9
2	49,2	494,5	197,8
3	49,9	531,1	212,4
4	49,8	509,5	203,8
5	49,3	447,1	178,8
Среднее значение	49,6	490,9	196,4

Таблица 4 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли ТРЦ «МЕГА Адыгея-Кубань» по адресу: Республика Адыгея, Тахтамукайский район, Тургеневское шоссе, 27

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F ₁₀ , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1	51,5	576,4	230,5
2	51,5	562,1	224,8
3	51,8	573,7	229,5
4	51,2	583,6	233,4
5	51,5	580,8	232,3
Среднее значение	51,5	575,3	230,1

Таблица 5 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли завода «ОРАС» по адресу: Краснодар, Ростовское ш., 22

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F ₁₀ , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1	82,0	1322,9	206,7
2	82,0	1366,7	213,6
3	82,0	1339,9	209,4
4	82,2	1353,8	211,5
5	82,0	1310,4	204,8
Среднее значение	82,0	1338,7	209,2

Таблица 6 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли ТРЦ «МЕГА Икеа Дыбенко» по адресу: Мурманское шоссе, 12 км, стр.1А, Санкт-Петербург, Ленинградская обл.

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F ₁₀ , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1 Верх	50,4	485,5	194,2
2 Верх	50,8	572,7	229,1
3 Верх	51,3	476,3	190,5
4 Верх	50,9	469,2	187,7
5 Верх	51,2	510,5	204,2
Среднее значение	50,9	502,9	201,1
1 Низ	49,9	553,9	221,5
2 Низ	49,7	525,4	210,2
3 Низ	49,8	556,6	222,6
4 Низ	50,2	520,2	208,1
5 Низ	50,0	567,7	227,1
Среднее значение	49,9	544,8	217,9

Таблица 7 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли ТРЦ «МЕГА Икеа Парнас» по адресу: Санкт-Петербург, Бугровское сельское поселение 117 км КАД (внешнее кольцо) ул., стр. Порошкино, Ленинградская обл.

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F ₁₀ , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1 Верх	50,5	557,3	222,9
2 Верх	50,0	522,2	208,9
3 Верх	50,1	527,4	211,0
4 Верх	50,7	570,8	228,3
5 Верх	50,4	596,0	238,4
Среднее значение	50,3	554,7	221,9
1 Низ	49,5	475,0	190,0
2 Низ	50,3	486,6	194,6
3 Низ	50,0	502,4	201,0
4 Низ	50,0	527,1	210,8
5 Низ	50,0	521,8	208,7
Среднее значение	50,0	502,6	201,0

Таблица 8 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли завода «Цикл» по адресу: Владимирская область, г. Ковров, ул. Комсомольская, 166Б.

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F ₁₀ , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1	42,4	520,8	208,3
2	42,0	511,4	204,5
3	41,9	531,3	212,5
4	42,0	520,6	208,2
5	42,0	522,0	208,8
Среднее значение	42,1	521,2	208,5

Таблица 9 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли ТРЦ «МЕГА Казань» по адресу: Казань, просп. Победы, 141

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F ₁₀ , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1 Верх	50,8	542,1	216,8
2 Верх	50,8	599,8	239,9
3 Верх	50,3	554,6	221,8
4 Верх	51,0	539,2	215,7
5 Верх	50,7	606,7	242,7
Среднее значение	50,7	568,5	227,4
1 Низ	50,6	610,9	244,4
2 Низ	50,9	574,9	229,9
3 Низ	51,0	607,0	242,8
4 Низ	51,5	531,2	212,5
5 Низ	50,8	534,5	213,8
Среднее значение	51,0	571,7	228,7

Таблица 10 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли Логистического центра «Внуково-Логистик», Почта России, по адресу: Москва, поселение Марушкинское, д. Шарاپово, Придорожная улица, 4с2

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F ₁₀ , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1 Верх	52,2	509,9	204,0
2 Верх	51,8	504,1	201,7
3 Верх	51,8	502,3	200,9
4 Верх	51,9	511,5	204,6
5 Верх	51,6	502,7	201,1
Среднее значение	51,9	506,1	202,4
1 Низ	51,9	497,7	199,1
2 Низ	51,9	496,8	198,7
3 Низ	51,9	508,6	203,4
4 Низ	52,2	508,1	203,3
5 Низ	52,0	497,5	199,0
Среднее значение	52,0	501,7	200,7

Таблица 11 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли завода «БашСпирт» по адресу: Республика Башкортостан, Уфимский район, село Булгаково, Шоссейная ул., 5

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F ₁₀ , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1	50,4	538,1	215,2
2	50,3	544,7	217,9
3	50,8	525,3	210,1
4	50,5	508,3	203,3
5	50,3	503,6	201,4
Среднее значение	50,5	524,0	209,6

Таблица 12 – Результаты определения прочности на сжатие при 10%-ной относительной деформации образцов плит пенополиизоцианурата, отобранных из кровли ТЦ «Калина Молл», по адресу: Приморский край, г. Владивосток, ул. Калинина, 8

№ обр.	Первоначальная толщина, мм	Сила, соответствующая относительной деформации образца, равной 10 %, F_{10} , Н	Прочность на сжатие при 10%-ной относительной деформации, кПа
1 Верх	51,5	504,6	201,8
2 Верх	51,2	496,3	198,5
3 Верх	51,0	507,9	203,1
4 Верх	51,5	507,7	203,1
5 Верх	51,4	511,0	204,4
Среднее значение	51,3	505,5	202,2
1 Низ	51,5	484,9	194,0
2 Низ	51,4	490,7	196,3
3 Низ	51,3	480,5	192,2
4 Низ	51,5	488,4	195,3
5 Низ	51,2	485,5	194,2
Среднее значение	51,4	486,0	194,4

* Результаты относятся только к образцам, прошедшим испытания

Ответственный исполнитель:

Руководитель сектора № 12.1,
ведущий научный сотрудник,
кандидат технических наук



П.П. Пастушков

Протокол испытаний не может быть частично или полностью воспроизведен или тиражирован без письменного разрешения руководителя сектора № 12.1.

Конец протокола.