

**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.

2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме:

**Определение срока эффективной эксплуатации
экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ**

Договор № 12100(2021) от «13» апреля 2021 г.

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

П.П. Пастушков

Москва, 2021 г.

В рамках Договора № 12100(2021) от 13.04.2021 г. между ООО «ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы» и НИИСФ РААСН в секторе испытаний теплофизических характеристик строительных материалов лаборатории «Строительная теплофизика» проведены исследования изменения теплотехнических показателей экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ при моделировании условий эксплуатации в ограждающих конструкциях зданий. Целью исследований являлось определение по методике ГОСТ Р 58950-2020 «Конструкции ограждающие зданий. Метод определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции» срока эффективной эксплуатации экструзионного пенополистирола марок: CARBON ECO, ТЕХНОПЛЕКС, CARBON ECO SP, CARBON PROF, CARBON SOLID, ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 45-500.

1. Методика исследований

Сущность метода заключалась в том, что образцы испытуемого материала подвергались циклическим климатическим воздействиям, имитирующим условия эксплуатации материала или изделия в ограждающих конструкциях, и определялось изменение теплофизических характеристик материала (эксплуатационной теплопроводности, теплопроводности в сухом состоянии и термического сопротивления). По результатам измерений теплофизических характеристик оценивался срок эффективной эксплуатации материала до 50 лет включительно.

Согласно методике ГОСТ Р 58950-2020 циклические климатические воздействия в виде периодического замораживания и оттаивания образцов производились на предварительно погруженных полностью в воду на 1 ч образцах, что моделировало наиболее экстремальные условия влагонасыщения полимерной теплоизоляции в составе ограждающих конструкций зданий. Образцы погружались в воду через каждые 2 цикла замораживания и оттаивания. Два цикла замораживания и оттаивания приравнивались одному условному году эффективной эксплуатации

материала.

Образцы материалов испытывались на теплопроводность и термическое сопротивление через 2, 30, 60, 100 циклов замораживания и оттаивания, что соответствовало 1, 15, 30, 50 условным годам эксплуатации.

Для определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции отбиралось 8 образцов для определения исходных характеристик – теплопроводности и термического сопротивления материала, 3 из них не подвергались дальнейшим испытаниям (контрольные образцы), а 5 оставшихся образцов подвергались циклическим климатическим воздействиям после периодического влагонасыщения (опытные образцы).

Испытания проводились на образцах в виде прямоугольных параллелепипедов с лицевыми гранями в форме квадрата со стороной 250 мм. Толщина образцов составляла 50 мм. Разность между максимальной и минимальной значениями толщины не превышало 0,5 мм. Лицевые грани образцов были плоскими. Линейные размеры образцов измерялись по ГОСТ 17177. Отклонения по ширине и длине образцов не превышали $\pm 3,0$ мм.

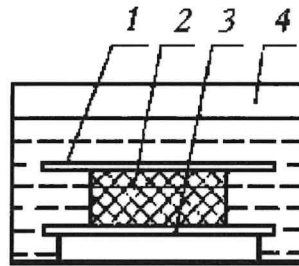
Контрольные и опытные образцы высушивались в лабораторном сушильном шкафу до постоянной массы при температуре (65 ± 5) °С. Образец считался высушенным до постоянной массы, если разность между результатами двух последовательных измерений массы после очередного взвешивания не превышала 0,1 % за период не менее 0,5 ч.

Для всех образцов (контрольных и опытных) определялась теплопроводность в сухом состоянии и термическое сопротивление по ГОСТ 7076. За результат испытаний принималось среднеарифметическое значение испытаний всех опытных образцов. Полученные значения являлись контрольными результатами.

Контрольные образцы оставлялись на хранение при комнатной температуре без прямого попадания солнечного света.

Опытные образцы материалов или изделий подвергались увлажнению по следующей методике: в ванну 4 (рис. 1) на сетчатую подставку 3 помещался

образец 2 и фиксировалось его положение сетчатым пригрузом 1. В ванну заливалась вода температурой $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$ так, чтобы уровень воды был выше пригруза на 20-40 мм.



1 - сетчатый пригруз; 2- образец; 3 - сетчатая подставка; 4 - ванна

Рис. 1 Ванна с образцом, полностью погруженным в воду

После увлажнения опытные образцы размещались равномерно по всему рабочему объему климатической камеры с промежутками между ними таким образом, чтобы обеспечить движение воздушных потоков и исключить образование застойных зон.

Температура замораживания образцов устанавливалась минус $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Продолжительность замораживания образцов составляла не менее 6 ч. Указанная температура замораживания обоснована экспериментальным фактом фазового перехода воды от жидкого состояния к твердому в порах всех типов строительных материалов при температуре ниже минус $15 ^\circ\text{C}$.

Оттаивание образцов осуществлялось при температуре воздуха плюс $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Продолжительность времени оттаивания составляло не менее 6 ч.

Через 2, 30, 60, 100 циклов замораживания и оттаивания (15, 30 и 50 условных годовых циклов) у опытных образцов определялась эксплуатационная теплопроводность, а также теплопроводность в сухом состоянии и термическое сопротивление.

Перед каждым увлажнением опытных образцов они сравнивались по внешнему виду и геометрическим размерам с контрольными образцами. Если они значительно отличались от контрольных образцов, то испытания должны были быть прекращены.

Если после какого-то из испытаний через 30, 60, 100 циклов замораживания

и оттаивания эксплуатационная теплопроводность или теплопроводность в сухом состоянии увеличивалась более чем на 5 % либо термическое сопротивление опытных образцов уменьшалось более чем на 10 % относительно контрольных результатов, то испытания должны были быть прекращены. Все результаты испытаний фиксировались в протоколе.

2. Проведение испытаний

Для проведения испытаний применялось следующее оборудование и средства измерений:

- сушильный шкаф LOIP LF-60/350-GG1, температурный диапазон испытаний до +310 °С, инв. № 1101040528;
- весы лабораторные ВМ 510Д, класс точности лабораторных весов - высокий (II), СП № 2974/Z действ. до 08.10.2021 г.
- прибор для измерения теплопроводности ИТП МГ-4 «250», СП № МА 0109529 действ. до 27.12.2022 г.
- прибор для измерения теплопроводности Lambda-Meter EP500e, инв. № 5101240004 СП № 2413/2178-2020, действ. до 22.12.2021 г.
- климатическая камера СМ -30/100-120 ТХ, температурный диапазон испытаний от -30 °С до +100 °С;
- линейка измерительная металлическая, 0-300 мм, СП № С-АКЗ/19-02-2021/39140858 действ. до 18.02.2022 г.;
- штангенциркуль ЩЦ-1-150 0,05, СП № 398294 действ. до 18.02.2022 г.;
- регистратор температуры и влажности Testo-174Н, СП № 2975/Z действ. до 08.10.2021 г.

Образцы экструзионного пенополистирола марок: ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO, ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОПЛЕКС, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP, ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 45-500 в процессе испытаний в климатической камере представлены на рис. 2.

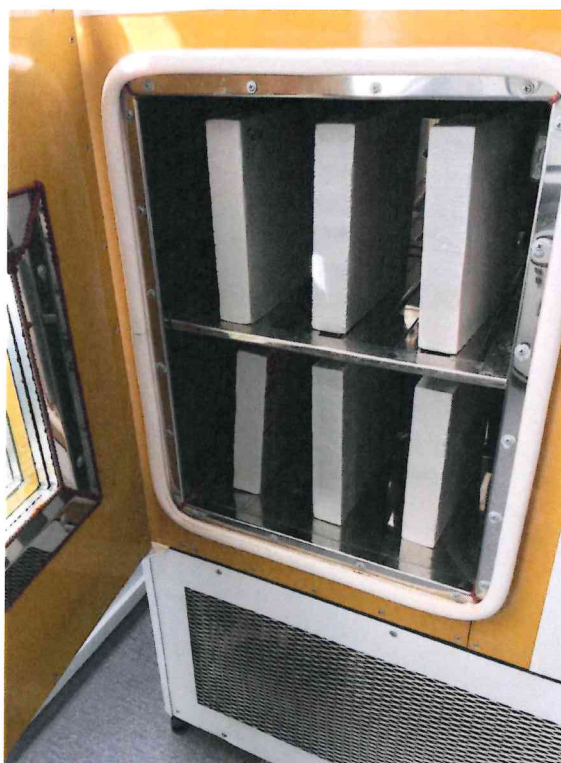


Рис. 2 Образцы в климатической камере в процессе испытаний

3. Результаты испытаний

Контрольные образцы (не подвергавшиеся циклическим испытаниям) экструзионного пенополистирола **ТЕХНОНИКОЛЬ** после окончания испытаний представлены на рис. 4-7. Опытные образцы после 100 циклов замораживания и оттаивания при периодическом полном погружении в воду по методике ГОСТ Р 58950-2020 представлены на рис. 8-12.

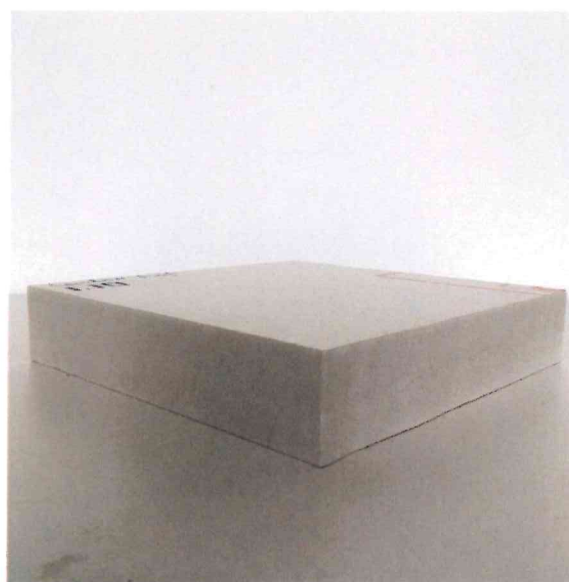
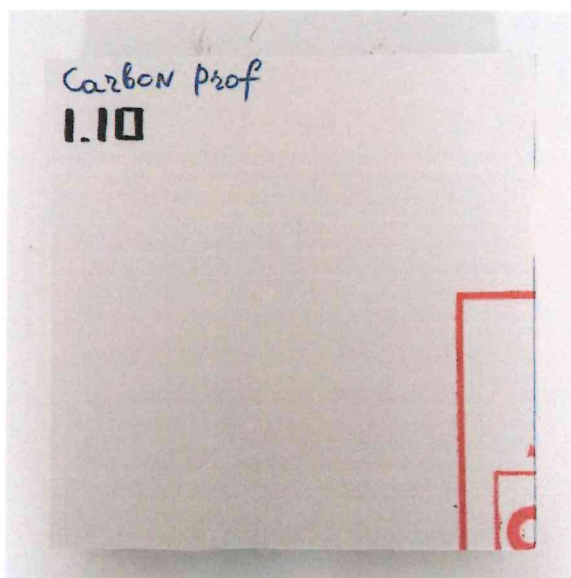


Рис. 3 Контрольные образцы **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF**

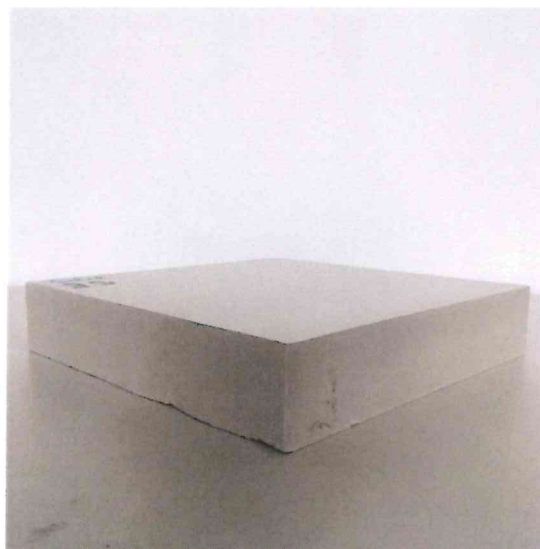
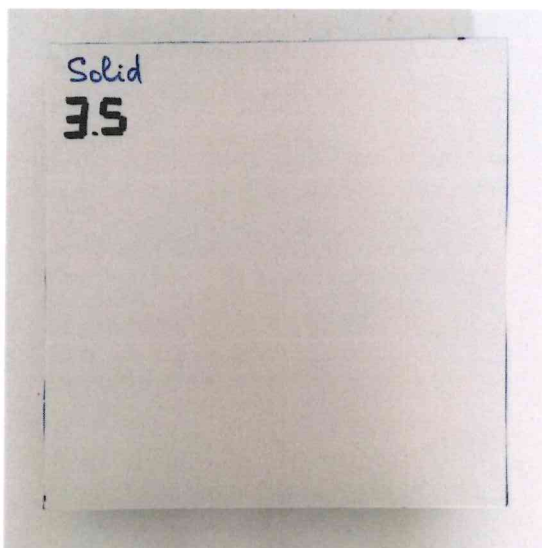


Рис. 4 Контрольные образцы ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID



Рис. 5 Контрольные образцы ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO



Рис. 6 Контрольные образцы ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОПЛЕКС

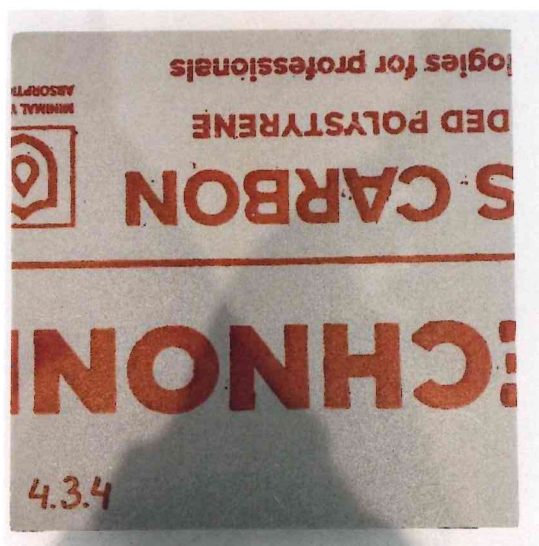


Рис. 7 Контрольные образцы ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP

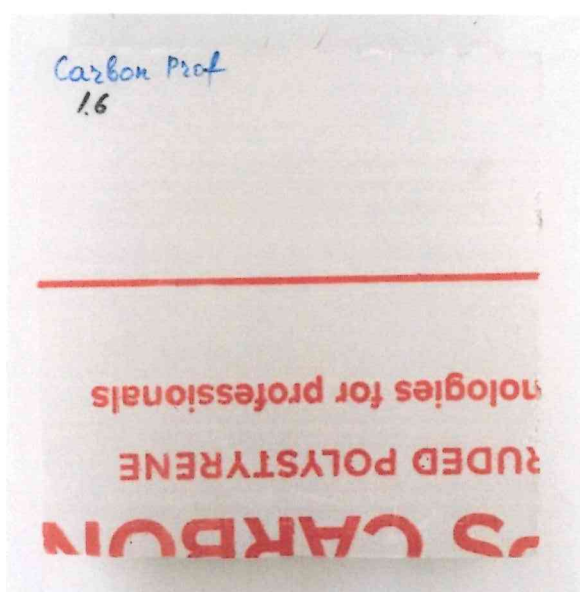
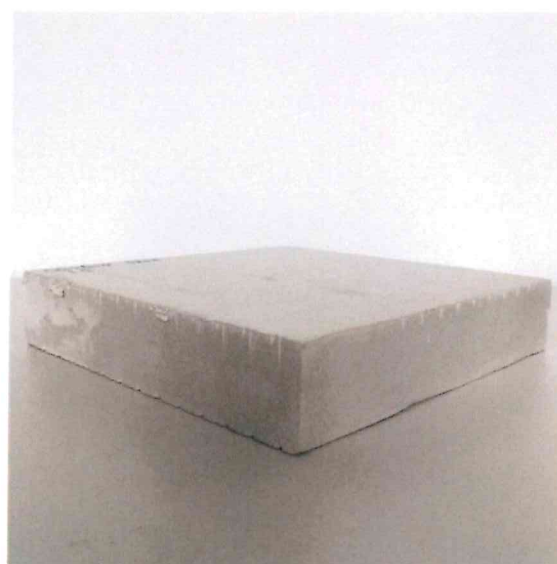
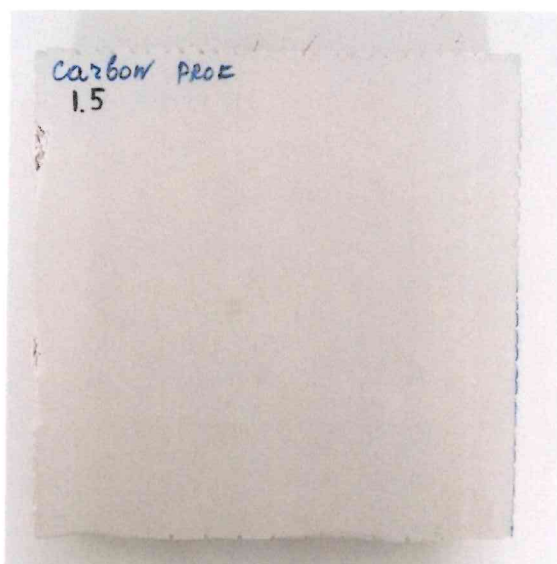


Рис. 8 Опытные образцы ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF после испытаний

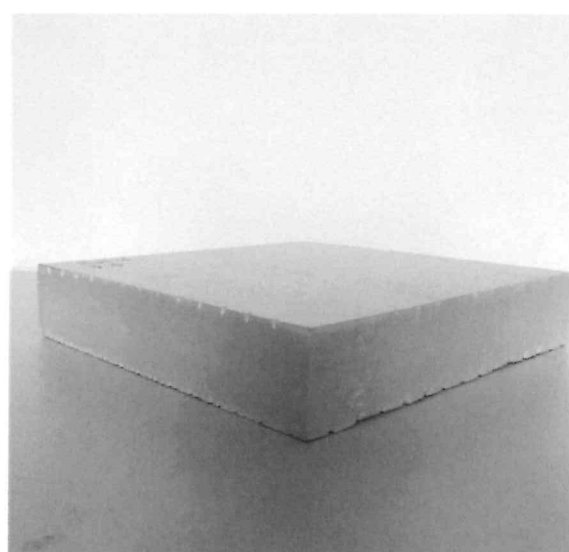
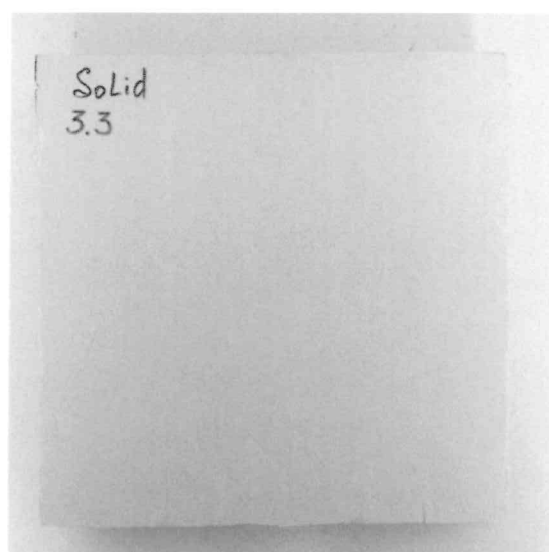
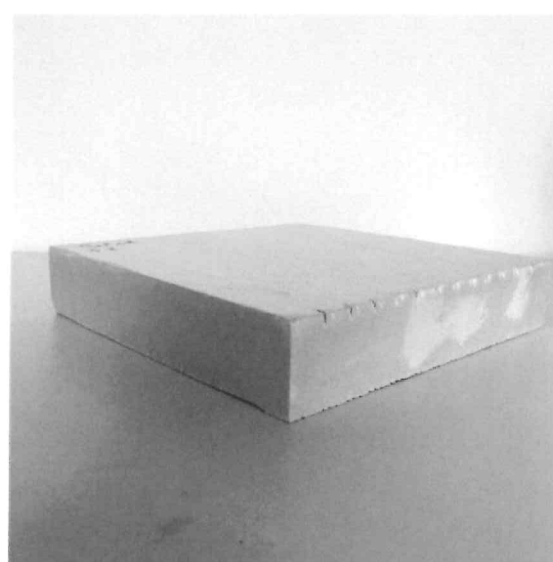
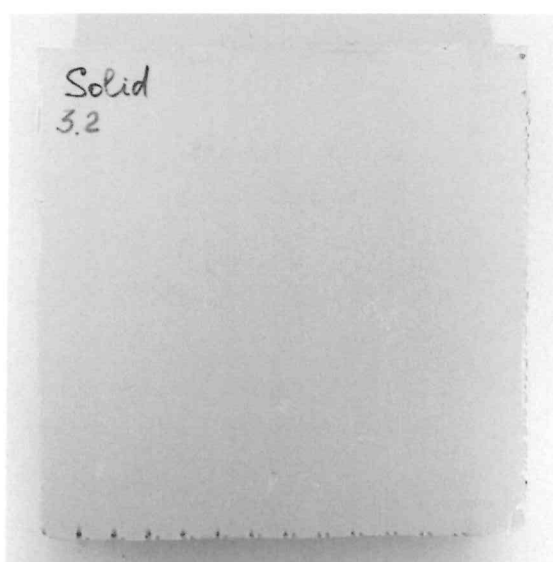
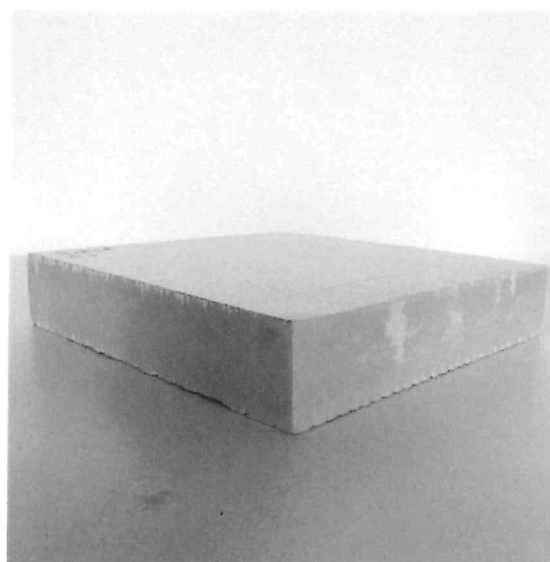
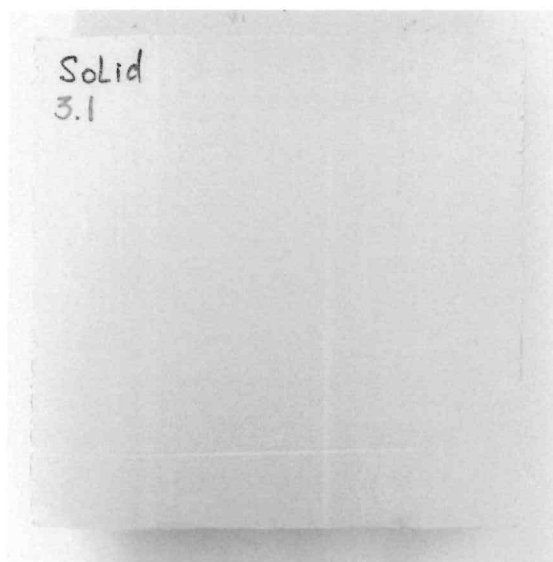


Рис. 9 Опытные образцы ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID после испытаний

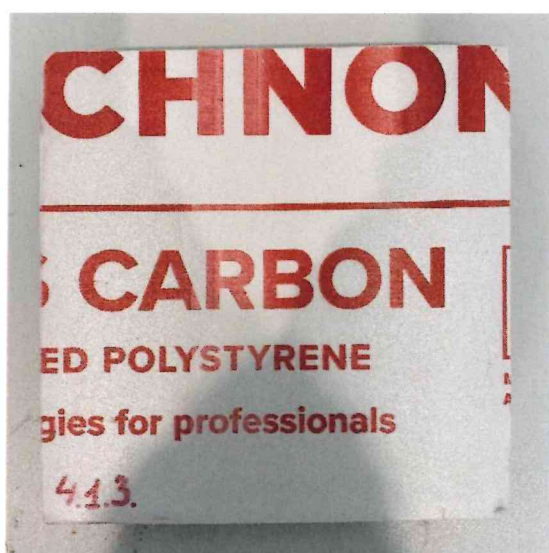
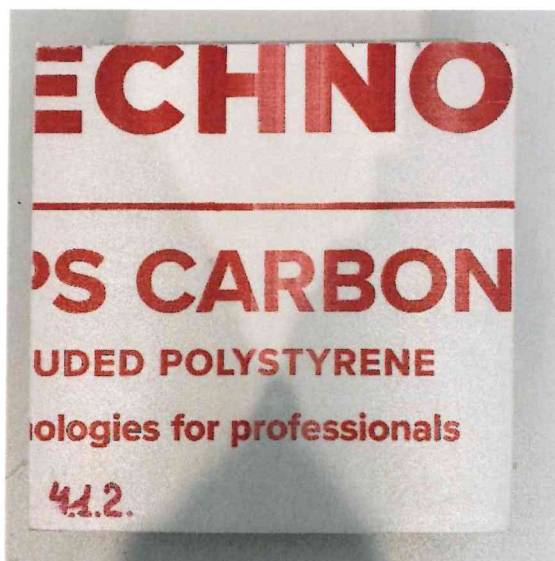


Рис. 10 Опытные образцы ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO после испытаний

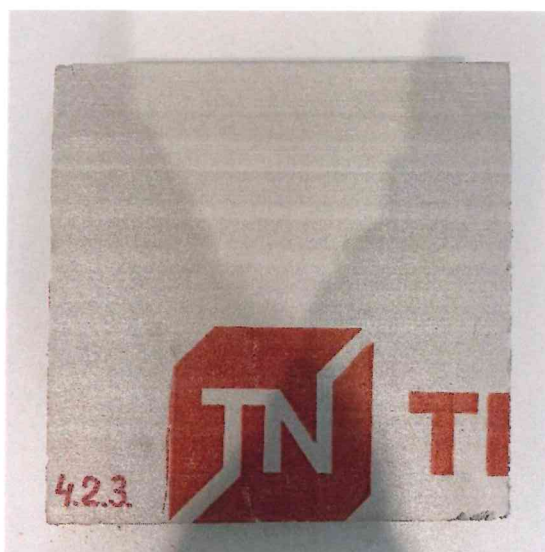


Рис. 11 Опытные образцы ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОПЛЕКС после испытаний



Рис. 12 Опытные образцы ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP после испытаний

Опытные образцы после испытаний по методике ГОСТ Р 58950-2020 не

имели значительных отличий во внешнем виде по сравнению с контрольными.

Осредненные по 3 образцам результаты испытаний теплопроводности в сухом состоянии при средней температуре 25 °С, λ_{25} , Вт/(м·°С), после контрольных испытаний, 2-х, 30-ти, 60-ти и 100 циклов замораживания и оттаивания при периодическом полном погружении в воду по методике ГОСТ Р 58950-2020, а также эксплуатационной теплопроводности, λ_0 , Вт/(м·°С) после 2-х (контрольных), 30-ти, 60-ти и 100 циклов для опытных образцов экструзионного пенополистирола марок: ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO, ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОПЛЕКС, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP, ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 45-500 представлены в табл. 2.

Табл. 2 Результаты испытаний теплопроводности при моделировании условий эксплуатации

Марка	Контрольные испытания λ_{25} , Вт/(м·°С)	После 2-х циклов		После 30-ти циклов		После 60-ти циклов		После 100 циклов	
		λ_0 , Вт/(м·°С)	λ_{25} , Вт/(м·°С)	λ_0 , Вт/(м·°С)	λ_{25} , Вт/(м·°С)	λ_0 , Вт/(м·°С)	λ_{25} , Вт/(м·°С)	λ_0 , Вт/(м·°С)	λ_{25} , Вт/(м·°С)
PROF	0,035	0,036	0,035	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
SOLID (XPS 45-500)	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,033	0,032	0,033	0,033
ECO	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,034	0,033	0,034	0,033
ТЕХНОПЛЕКС	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
ECO SP	0,036	0,037	0,037	0,037	0,036	0,037	0,036	0,037	0,036

Термическое сопротивление опытных образцов, R , (м²·°С)/Вт, в процессе испытаний изменялось в соответствии с изменением теплопроводности в сухом состоянии, λ_0 , Вт/(м·°С), при практически неизменных толщинах образцов.

4. Анализ результатов исследований. Расчет срока эффективной эксплуатации

По результатам проведенных исследований изменения теплотехнических показателей экструзионного пенополистирола марок:

ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO, ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОПЛЕКС, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP, ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 45-500 при моделировании условий эксплуатации в ограждающих конструкциях зданий по методике ГОСТ Р 58950-2020 «Конструкции ограждающие зданий. Метод определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции» установлено, что значения теплопроводности в сухом состоянии, λ_{25} , Вт/(м·°C), и эксплуатационной теплопроводности, λ_e , Вт/(м·°C), опытных образцов увеличились после 100 циклов замораживания и оттаивания при периодическом полном погружении в воду не более чем на 5 %, при этом термическое сопротивление опытных образцов, R , (м²·°C)/Вт, уменьшилось после испытаний не более чем на 4 %.

Таким образом, по положениям ГОСТ Р 58950-2020 «Конструкции ограждающие зданий. Метод определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции», срок эффективной эксплуатации экструзионного пенополистирола марок: ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO, ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОПЛЕКС, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP, ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 45-500 составляет 50 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Срок эффективной эксплуатации экструзионного пенополистирола марок: ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO, ТЕХНОНИКОЛЬ ТЕХНОПЛЕКС, ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP, ТЕХНОНИКОЛЬ XPS 45-500, установленный по методике ГОСТ Р 58950-2020 «Конструкции ограждающие зданий. Метод определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции», составляет 50 лет.