

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.
« 2019 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме:

**Комплексные исследования теплофизических характеристик изделий из
экструзионного пенополистирола производства ООО «УРСА Евразия»**

Договор № 12270(2019) от «07» октября 2019 г.

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

П.П. Пастушков

Москва, 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Определение стабильности размеров при заданной температуре и влажности	3
2. Исследования изменения теплотехнических показателей при моделировании условий эксплуатации в ограждающих конструкциях зданий и расчет срока эффективной эксплуатации	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	15

1. Определение стабильности размеров при заданной температуре и влажности

В секторе испытаний теплофизических характеристик строительных материалов лаборатории «Строительная теплофизика» НИИСФ РААСН проведены испытания по методике ГОСТ EN 1604-2011 по определению стабильности размеров при заданной температуре и влажности экструзионного пенополистирола URSA XPS, выпускаемого по ТУ 22.21.41–017–71451657–2019 ООО «УРСА Евразия», марок: N-II, N-III, N-V.

Пример образца, подготовленного для испытаний по методике ГОСТ EN 1604-2011, представлен на рис. 1.

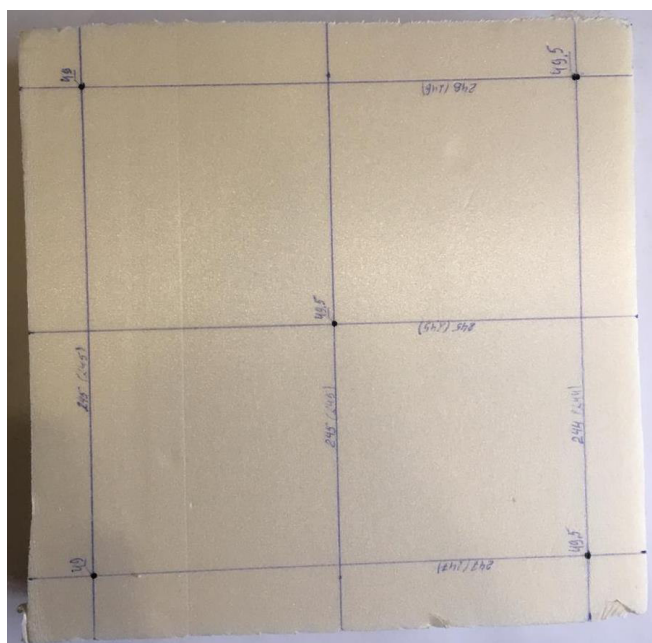


Рис. 1 Фото образца, подготовленного для испытаний

Испытания проводились в климатической камере СМ 5/100-120 ТВО, температурный диапазон испытаний от +5 °С до +100 °С, диапазон установки относительной влажности воздуха от 40% до 95%. Для испытаний использовалась линейка измерительная с погрешностью 0,05 мм и штангенциркуль с погрешностью 0,05 мм, поверенные в установленном порядке. На рис. 2 представлены образцы в климатической камере перед испытаниями.



Рис. 2 Образцы в климатической камере перед испытаниями

При условиях кондиционирования при температуре $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(50 \pm 5)\%$ были определены:

- первоначальная длина и ширина образцов l_0 и b_0 в трех точках: l_1, l_2, l_3 и b_1, b_2, b_3 ;
- первоначальная толщина d_0 в пяти точках: d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 .

Измерения проводились согласно методике ГОСТ EN 1604-2011, как показано на рис. 3

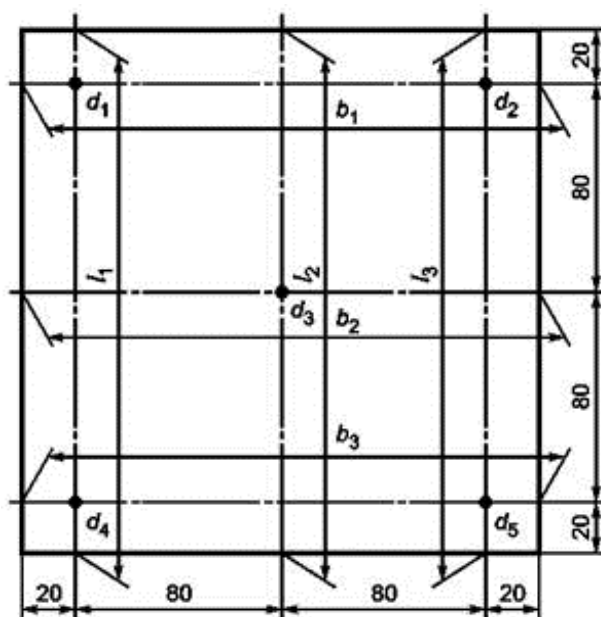


Рис. 3 Схема измерения размеров образцов

В табл. 1 представлены первоначальные размеры образцов до проведения испытаний.

Таблица 1

Марка	Номер образца	Длина l_0 , мм			Ширина b_0 , мм			Толщина d_0 , мм				
		l_1	l_2	l_3	b_1	b_2	b_3	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
URSA XPS N-II	1	248	248	251	248	248	250	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5
	2	245	248	249	248	247	249	51	51	51,5	51,5	51,5
	3	247	248	247	247	247	247	52	52	52	52	52
URSA XPS N-III	1	250	243	250	249	247	249	49	48,5	49	49,1	48,5
	2	244	240	241,5	248	250	251	49,5	49	49	49	48,5
	3	247	245	248	245	245	244	49	49	49,5	49,5	49,5
URSA XPS N-V	1	249	248	248	249	248	249	49	49	49	49	49
	2	247	247	248	248	247	247	49	49	49	49	49
	3	247	246	247	246	245	245	49	49	49	49	49

Размеры образцов после выдержки в течение 48 ч в климатической камере при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности воздуха $(90\pm 5)\%$ – l_t , b_t , d_t , измеренные в соответствующих начальной схеме точках, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Марка	Номер образца	Длина l_t , мм			Ширина b_t , мм			Толщина d_t , мм				
		l_1	l_2	l_3	b_1	b_2	b_3	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
URSA XPS N-II	1	248	248	251	248	248	250	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5
	2	245	248	249	248	247	249	51	51	51,5	51,5	51,5
	3	247	248	247	247	247	247	52	52	52	52	52
URSA XPS N-III	1	250	243	250	249	247	249	49	48,5	49	49,1	48,5
	2	244	240	241,5	248	250	251	49,5	49	49	49	48,5
	3	247	245	248	245	245	244	49	49	49,5	49,5	49,5
URSA XPS N-V	1	249	248	248	249	248	249	49	49	49	49	49
	2	247	247	248	248	247	247	49	49	49	49	49
	3	247	246	247	246	245	245	49	49	49	49	49

Среднеарифметические изменения размеров: длины – $\Delta\varepsilon_l$, %, ширины – $\Delta\varepsilon_b$, %, толщины – $\Delta\varepsilon_d$, %, образцов вычислялись, соответственно, по формулам:

$$\Delta\varepsilon_l = 100 \frac{l_t - l_0}{l_0}, \quad (1)$$

$$\Delta\varepsilon_b = 100 \frac{b_t - b_0}{b_0}, \quad (2)$$

$$\Delta\varepsilon_d = 100 \frac{d_t - d_0}{d_0}. \quad (3)$$

Среднеарифметические изменения размеров образцов после выдержки в течение 48 ч при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности воздуха $(90\pm 5)\%$ приведены в табл. 3.

Таблица 3

Марка	Время, ч	Температура, °С	Влажность, %	$\Delta\varepsilon_l$, %	$\Delta\varepsilon_b$, %	$\Delta\varepsilon_d$, %
URSA XPS N-II	48	23±2	90±5	0	0	0
URSA XPS N-III				0	0	0
URSA XPS N-V				0	0	0

2. Исследования изменения теплотехнических показателей при моделировании условий эксплуатации в ограждающих конструкциях зданий и расчет срока эффективной эксплуатации

2.1 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.

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).

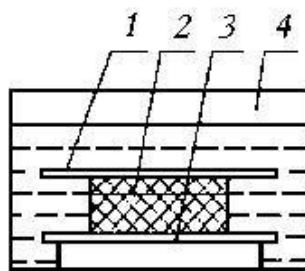
Испытания проводились на образцах в виде прямоугольных параллелепипедов с лицевыми гранями в форме квадрата со стороной 250 мм. Толщина образцов составляла 50 мм. Разность между максимальной и минимальной значениями толщины не превышало 0,5 мм. Лицевые грани образцов были плоскими. Линейные размеры образцов 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 оставались на хранение при комнатной температуре без прямого попадания солнечного света.

Опытные образцы материалов или изделий подвергались увлажнению по следующей методике: в ванну 4 (рис. 4) на сетчатую подставку 3 помещался образец 2 и фиксировалось его положение сетчатым пригрузом 1. В ванну заливалась вода температурой (22 ± 5) °С так, чтобы уровень воды был выше пригруза на 20-40 мм.



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

Рис. 4 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 ± 2) °С. 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 °С.

Оттаивание образцов осуществлялось при температуре воздуха плюс (20 ± 2) °С. 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.

Описанная методика исследований теплотехнических показателей полностью соответствовала методике утвержденного национального стандарта ГОСТ Р «Конструкции ограждающие зданий. Метод определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции».

2.2 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), инв. № 1101040529, свидетельство о поверке № 265710, действительно до 22.07.2020 г.;
- прибор для измерения теплопроводности ИТП МГ-4 «250» с расширенным диапазоном регулирования температур, температурный диапазон испытаний от -10 °С до +45 °С, инв. № 2101340380, свидетельство о поверке № 37121/2018, действительно до 30.09.2020 г.;
- климатическая камера СМ -30/100-120 ТХ, температурный диапазон испытаний от -30 °С до +100 °С, инв. № 2101340341;
- измерительные металлические линейки по ГОСТ 427;
- штангенциркули ГОСТ 166;
- термометры по ГОСТ 112.

Образцы в процессе испытаний – в ванне для увлажнения и в климатической камере – представлены на рис. 5 и 6, соответственно.



Рис. 5 Процесс увлажнения при полном погружении образцов



Рис. 6 Образцы в климатической камере в процессе испытаний

2.3 Результаты испытаний

Контрольные образцы (не подвергавшиеся циклическим испытаниям) экструзионного пенополистирола URSA XPS после окончания испытаний представлены на рис. 7-9. Опытные образцы после 100 циклов замораживания и оттаивания при периодическом полном погружении в воду по методике п. 2.1 представлены на рис. 10-12.

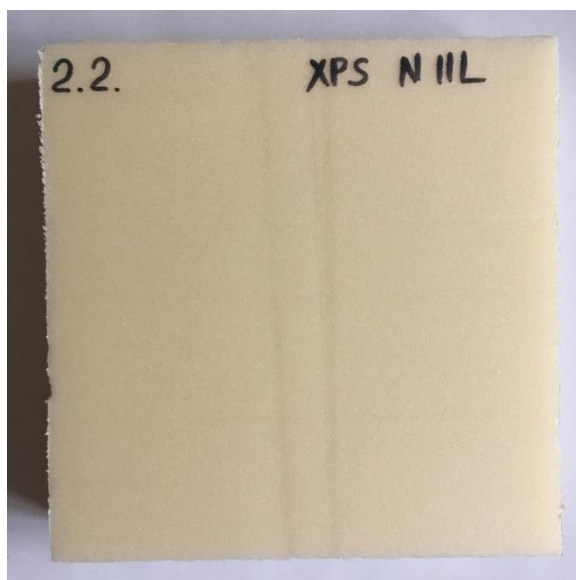


Рис. 7 Контрольные образцы URSA XPS N II

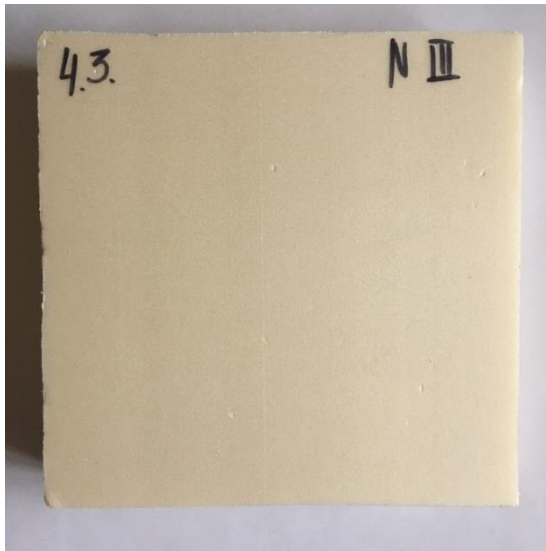


Рис. 8 Контрольные образцы URSA XPS N III

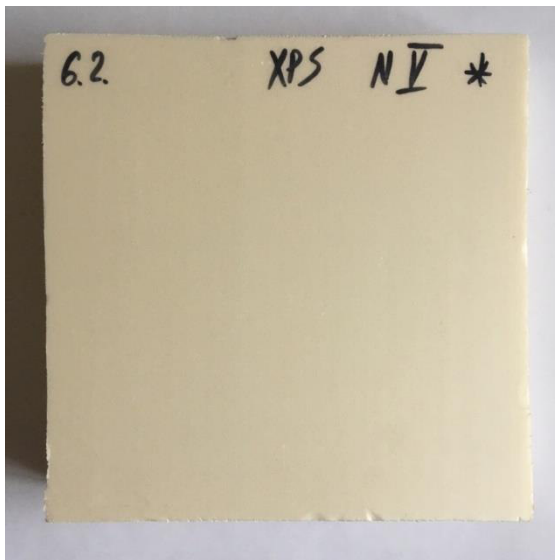


Рис. 9 Контрольные образцы URSA XPS N V

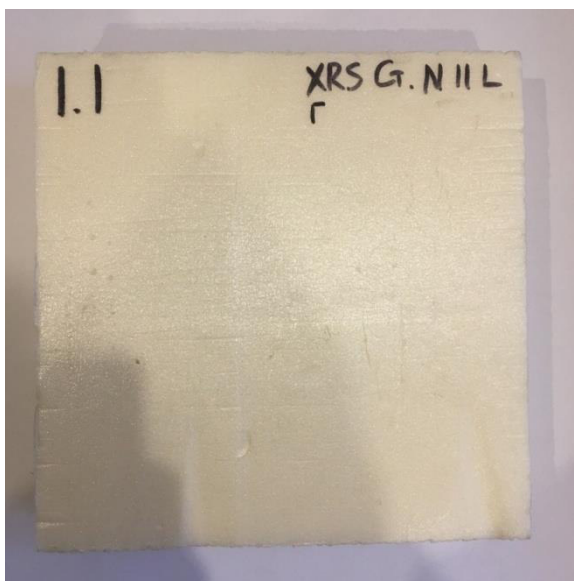


Рис. 10 Опытные образцы URSA XPS N II после испытаний



Рис. 11 Опытные образцы URSA XPS N III после испытаний

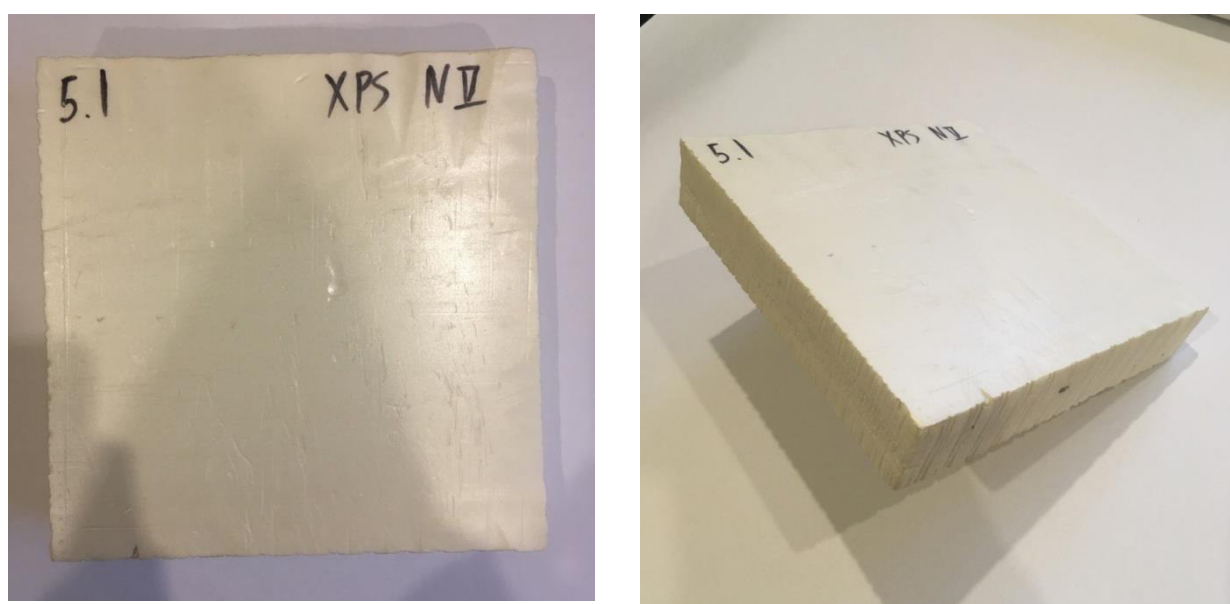


Рис. 12 Опытные образцы URSA XPS N V после испытаний

Опытные образцы после испытаний по методике п. 2.1 не имели значительных отличий во внешнем виде по сравнению с контрольными.

Осредненные по 5 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 п. 2.1, а также эксплуатационной теплопроводности, λ , Вт/(м·°С) после 2-х (контрольных), 30-ти, 60-ти и 100 циклов для опытных образцов экструзионного пенополистирола URSA XPS представлены в табл. 4.

Таблица 4

Марка	Контроль- ные испытания λ_{25} , Вт/(м·°С)	После 2-х циклов		После 30-ти циклов		После 60-ти циклов		После 100 циклов	
		λ_3 , Вт/(м·°С)	λ_{25} , Вт/(м·°С)	λ_3 , Вт/(м·°С)	λ_{25} , Вт/(м·°С)	λ_3 , Вт/(м·°С)	λ_{25} , Вт/(м·°С)	λ_3 , Вт/(м·°С)	λ_{25} , Вт/(м·°С)
N II	0,035	0,035	0,035	0,036	0,036	0,035	0,034	0,036	0,035
N III	0,035	0,035	0,035	0,036	0,036	0,034	0,033	0,035	0,034
N V	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,035	0,034	0,036	0,035

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.

2.4 Анализ результатов исследований. Расчет срока эффективной эксплуатации

По результатам проведенных исследований изменения теплотехнических показателей экструзионного пенополистирола URSA XPS при моделировании условий эксплуатации в ограждающих конструкциях зданий по методике утвержденного национального стандарта ГОСТ Р «Конструкции ограждающие зданий. Метод определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции» установлено, что значения теплопроводности в сухом состоянии, λ , Вт/(м·°С), и эксплуатационной теплопроводности, λ_3 , Вт/(м·°С), 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·°С)/Вт, уменьшилось после испытаний не более чем на 4 %.

Таким образом, по положениям национального стандарта «Конструкции ограждающие зданий. Метод определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции», срок эффективной эксплуатации экструзионного пенополистирола URSA XPS составляет 50 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По ГОСТ 32310-2012 «Изделия из экструзионного пенополистирола XPS теплоизоляционные промышленного производства, применяемые в строительстве. Технические условия» относительные изменения длины – $\Delta\epsilon_l$, ширины – $\Delta\epsilon_b$, толщины – $\Delta\epsilon_d$ после выдержки образцов в течение 48 ч при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности воздуха $(90\pm 5)\%$ не должны превышать 2%.

Таким образом, образцы экструзионного пенополистирола URSA XPS, выпускаемого по ТУ 22.21.41–017–71451657–2019 ООО «УРСА Евразия», марок: N-II, N-III, N-V успешно прошли испытания по методике ГОСТ EN 1604-2011 «Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения стабильности размеров при заданной температуре и влажности».

2. По результатам проведенных исследований изменения теплотехнических показателей экструзионного пенополистирола URSA XPS при моделировании условий эксплуатации в ограждающих конструкциях зданий по методике утвержденного национального стандарта ГОСТ Р «Конструкции ограждающие зданий. Метод определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции» установлено, что значения теплопроводности в сухом состоянии, λ , Вт/(м·°С), и эксплуатационной теплопроводности, $\lambda_э$, Вт/(м·°С), 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·°С)/Вт, уменьшилось после испытаний не более чем на 4 %.

Таким образом, по положениям национального стандарта «Конструкции ограждающие зданий. Метод определения срока эффективной эксплуатации полимерной теплоизоляции», срок эффективной эксплуатации экструзионного пенополистирола URSA XPS, выпускаемого по ТУ 22.21.41–017–71451657–2019 ООО «УРСА Евразия», марок: N-II, N-III, N-V составляет 50 лет.