

УДК 614.841.332

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

Леменков Михаил Дмитриевич, Шархун Сергей Владимирович, Штерензон Вера Анатольевна,
Черепанов Евгений Александрович

Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Аннотация. В данной работе представлен аналитический обзор отечественных и зарубежных методов и технических средств оценки характеристик теплоизоляционных материалов, применяемых в современных фасадных системах. Авторами выявлено, что при стабильном росте производства и потребления пенополистирола в РФ, достигающего 20 % от общего объема теплоизоляции, вопросы его эксплуатационной надежности в условиях термического воздействия остаются изученными не в полной мере. Основное внимание в исследовании уделено проблеме скрытых повреждений внутреннего изоляционного слоя при пожаре, которые не визуализируются без демонтажа декоративного покрытия. В ходе критического анализа нормативной базы (ГОСТ, NFPA, ISO) установлено, что существующие методики направлены преимущественно на определение показателей пожарной опасности (горючесть, воспламеняемость), но игнорируют критерии сохранения функциональных свойств материала после температурного нагружения. Авторами систематизированы существующие критерии термостойкости и выявлены ключевые ограничения приборной базы, включая невозможность варьирования дистанции теплового потока и отсутствие системного подхода к анализу материалов в составе многослойных конструкций. В заключение обосновывается необходимость разработки инновационного измерительного прибора и методики оценки, позволяющих учитывать ранее не регистрируемые параметры поведения пенополистирола после пожара.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, воздействие повышенных температур, фасадные системы, тепловой поток, пожарная безопасность, пенополистирол

Для цитирования: Аналитический обзор отечественных и зарубежных средств контроля теплоизоляционных материалов фасадных систем / М. Д. Леменков [и др.] // Техносферная безопасность. 2026. № 2 (51). С. 97–110.

ANALYTICAL REVIEW OF DOMESTIC AND FOREIGN TOOLS FOR MONITORING THERMAL INSULATION MATERIALS IN FACADE SYSTEMS

Mikhail D. Lemenkov, Sergey V. Sharkhun, Vera A. Shterenzon, Evgeny A. Cherepanov
UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg, Russian Federation

Abstract. This paper provides an analytical review of domestic and international methods and technical tools for evaluating the characteristics of thermal insulation materials used in modern facade systems. The authors reveal that while the production and consumption of expanded polystyrene (EPS) in the Russian Federation is steadily growing, reaching 20 % of the total insulation market, its operational reliability under thermal exposure remains insufficiently studied. The study focuses on the problem of latent damage to the internal insulation layer during a fire, which cannot be visualized without dismantling the decorative coating. A critical analysis of the regulatory framework (GOST, NFPA, ISO) establishes that existing methodologies primarily focus on determining fire hazard indicators (combustibility, flammability) but ignore criteria for maintaining the material's functional properties after thermal loading. The authors systematize existing heat resistance criteria and identify key limitations of the current instrumentation, including the inability to vary heat flux distance and the lack of a systematic approach to analyzing materials within multilayer structures. In conclusion, the paper justifies the need for developing an innovative measuring complex and a comprehensive evaluation methodology to account for previously unrecorded behavioral parameters of expanded polystyrene after fire exposure.

Keywords: thermal insulation materials, exposure to elevated temperatures, facade systems, heat flux, fire safety, expanded polystyrene

For citation: Analytical review of domestic and foreign tools for monitoring thermal insulation materials in facade systems / M. D. Lemenkov et al. // Technosphere safety. 2026. No. 2 (51). P. 97–110.

Введение

В 2024 г. объем производства пенополистирола достиг приблизительно 15 млн тонн [1]. На основе данных можно наблюдать, что тенденция к росту потребления пенополистирола в стране сохраняется. Повышение спроса на пенополистирол способствует увеличению количества производителей данного

вида материала. Согласно представленным статистическим данным (рис. 1, 2), на долю пенополистирола приходится порядка 20 % совокупного объема выпускаемых теплоизоляционных материалов [2]. Широкое распространение и высокая рыночная востребованность данного полимера обуславливают необходимость углубленного изучения его физико-технических характеристик.

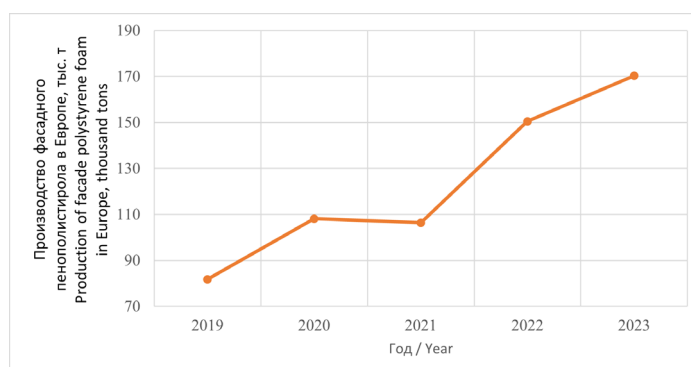


Рис. 1. Объем производства пенополистирола в Европе за 2019–2023 гг.

Fig. 1. Production volume expanded polystyrene in Europe for 2019–2023



Рис. 2. Объем производства пенополистирола в Европе за 2019–2023 гг.

Fig. 2. Production volume expanded polystyrene in Europe for 2019–2023

Результаты и их обсуждение

Динамичное развитие строительного сектора (рис. 3) обуславливает ужесточение нормативов, касающихся архитектурно-планировочных решений, эксплуатационной безопасности и энергоэффективности объектов [2]. Расширение номенклатуры применяемых материалов создает проблему недостаточной изученности физико-технических свойств инновационных составов.

Несмотря на приоритетное использование негорючей теплоизоляции в конструкциях

фасадных систем, согласно статистическим данным, доля горючих полимерных материалов достигает 30 % от совокупного объема рынка [3]. Наличие подобных утеплителей в составе ограждающих конструкций выступает критическим фактором вертикального распространения пламени. Тем не менее в сегменте вспененного пенополистирола зафиксирована выраженная динамика: за первое полугодие 2024 г. объем его потребления в профессиональном строительстве увеличился на 13 %, демонстрируя устойчивый тренд к дальнейшему росту.

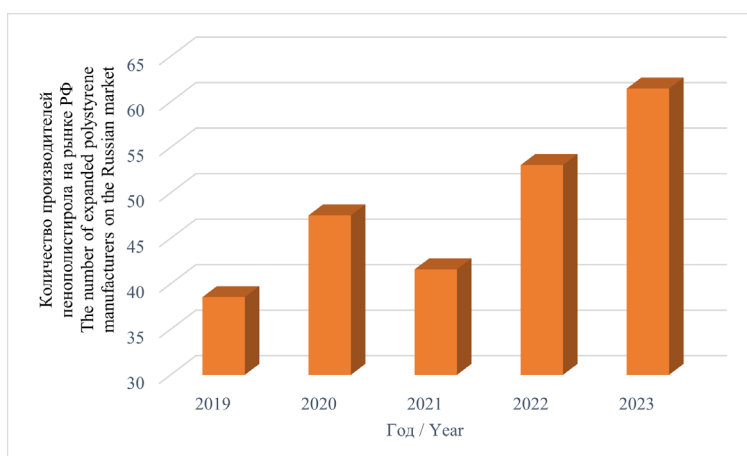


Рис. 3. Количество производителей пенополистирола на рынке Российской Федерации 2019–2023 гг.

Fig. 3. Number of manufacturers expanded polystyrene on the Russian market 2019–2023

В настоящее время, согласно требованиям нормативных документов по строительству, минимально требуемое противопожарное расстояние между жилыми и обществен-

ными зданиями I степени огнестойкости составляет 6 м [4] (табл. 1). Учитывая особенности современной городской застройки и опыт сотрудников пожарной охраны, при пожарах

с таким противопожарным расстоянием происходит тепловое воздействие от очага пожара на близлежащие объекты. При этом

наружный слой остается целым, а теплоизолирующий слой при применении горючих материалов зачастую повреждается внутри.

Таблица 1
Минимальные требования к взаимному расположению зданий
согласно СП 4.13130 [4]

Table 1
Minimum requirements for the relative location of buildings according to SP 4.13130 [4]

Степень огнестойкости здания жилых и общественных зданий Fire resistance rating of residential and public buildings	Класс конструктивной пожарной опасности Structural fire hazard class	Минимальные расстояния при степени огнестойкости и классе конструктивной пожарной опасности жилых и общественных зданий, м Minimum separation distances for residential and public buildings based on fire resistance rating and constructive fire hazard class, m			
		I, II, III C0	II, III C1	IV C0, C1	IV, V C2, C3
I, II, III	C0	6	8	8	10
II, III	C1	8	10	10	12
IV	C0, C1	8	10	10	12
IV, V	C2, C3	10	12	12	15

Прямой материальный ущерб от пожаров в жилом секторе за 2023 г. составил 61,5 млн руб., что на 15 % больше, чем в предыдущем году. В рамках анализа статистических данных была выявлена следующая закономерность: при уменьшении общего количества пожаров наблюдается увеличение материального ущерба от них (рис. 4). Это позволяет

сделать вывод о тенденции роста стоимости одного пожара, что свидетельствует об увеличении финансовых потерь от пожаров в зданиях жилого назначения в Российской Федерации с каждым годом. Все вышесказанное говорит о том, что термостойкость материалов не была оценена в полной мере и требует более детального исследования.

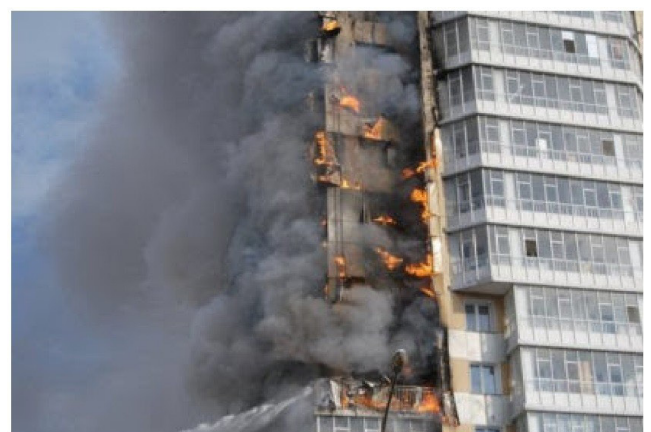
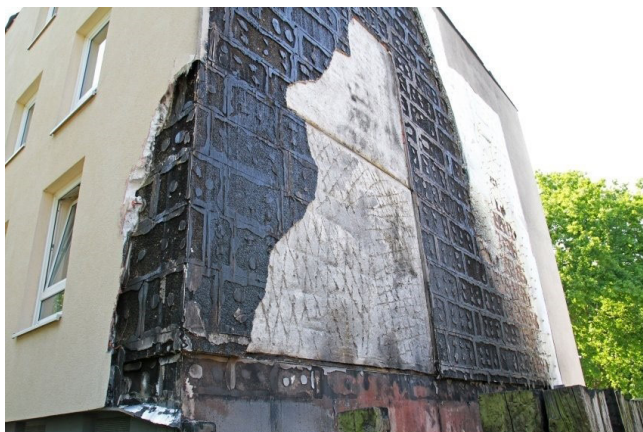


Рис. 4. Горючий утеплитель из пенополистирола
Fig. 4. Combustible insulation made of expanded polystyrene

При этом данные повреждения невозможно обнаружить непосредственно в период расследования пожара, что приводит к необходимости проведения повторных экспертиз. Даже при условии строгого соответствия объекта действующим нормативным требованиям пожарной безопасности относительно соблюдения противопожар-

ных разрывов интенсивное тепловое воздействие способно инициировать деструктивные процессы в материалах теплоизоляционного слоя. Характерно, что подобные изменения могут протекать латентно, без видимых повреждений целостности внешнего декоративно-защитного слоя. Данный эффект можно наблюдать на рис. 5.



Рис. 5. Фотографии пожаров фасадных утеплителей [5]

Fig. 5. Photos of facade insulation fires [5]

Этой широкой теме посвятили свои работы ведущие российские и зарубежные специалисты. Ряд ученых занимались исследованием методов контроля температурной стойкости различных материалов. Другая группа специалистов разрабатывала приборы и устройства для определения термостойкости. Тем не менее свойства термостойкости остаются недостаточно исследованными.

Методологические аспекты контроля температурной стойкости строительных материалов детально освещены в работах О. Н. Петрова, Р. Н. Галиахметова [6], А. С. Горбунова [7] и Е. В. Чернушевич [8]. Значительный вклад в изучение термостабильности теплоизоляции внесли П. П. Гююмджян, С. В. Коканин и С. В. Цыбакин [9]. Однако специфика оценки термостойкости компонентов непосредственно в структуре фасадных систем до настоящего времени остается недостаточно проработанным вопросом. Несмотря

на предложенную Г. А. Пранцквичюсом и В. И. Янукенасом [10] методику количественной оценки данного критерия, ее практическое применение ограничено рядом факторов: узким диапазоном применимости по механическим свойствам, высокой чувствительностью к точности настройки оборудования и жесткими требованиями к стабильности температурного режима.

В качестве первого этапа исследования проведен анализ существующих методов и средств контроля теплоизоляционных строительных материалов.

Строительные теплоизоляционные материалы подвергаются двум основным видам испытаний. Первая группа испытаний направлена на оценку физико-технических характеристик материалов (рис. 6) и позволяет проверить их эксплуатационные свойства без учета воздействия повышенных температур. Вторая группа испытаний

предназначена для определения пожароопасных свойств материалов (рис. 6). Однако результаты этих испытаний не позволяют

сделать вывод о сохранении эксплуатационных свойств материала после воздействия повышенных температур.

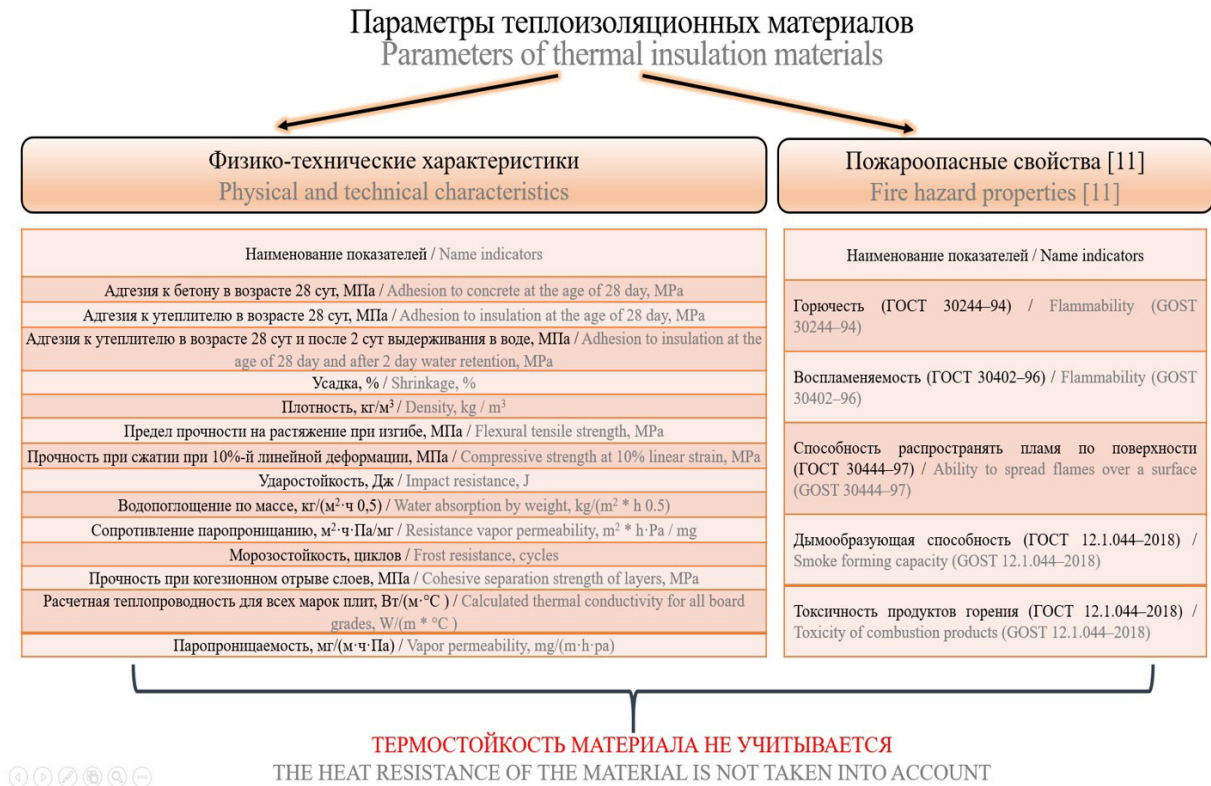


Рис. 6. Параметры теплоизоляционных материалов

Fig. 6. Parameters of thermal insulation materials

В результате сравнительного анализа методов оценки пожарно-технических характеристик (табл. 2) установлено, что существующая методология ориентирована преимущественно на определение параметров горючести материалов, скорость развития пожара и мониторинг опасных факторов пожара. В текущей нормативной

базе акцент смещен в сторону оценки антропогенного и экологического воздействия продуктов горения. Вместе с тем выявлено отсутствие стандартизированных подходов к оценке ухудшения эксплуатационных свойств материала, теплопроводности, прочности, огнесохранности после термического воздействия.

Таблица 2
Зарубежные методы испытаний

Table 2
Foreign test methods

Страна A country	Метод испытания Test method	Оценка пожароопасных свойств материалов Assessment of fire-hazardous properties of materials
США USA	NFPA 285 (+ ASTM E84)	Все свойства All properties
Канада Canada	ULC S134	Все свойства All properties

Окончание таблицы 2

Страна A country	Метод испытания Test method	Оценка пожароопасных свойств материалов Assessment of fire-hazardous properties of materials
Франция France	Lepir II	Все свойства All properties
Германия Germany	DIN 4102 Part 20	Все свойства All properties
Швеция Sweden	SP Fire 105	Все свойства All properties
Великобритания Great Britain	BS 8414-1	Все свойства All properties
Евросоюз European Union	EN 13823	Выделение тепла Heat generation
ISO	ISO 13785-2	Все свойства All properties
ISO	ISO 13784-1	Частичная (в небольшом помещении) Partial (in a small room)
ISO	ISO 13784-233	Частичная (в небольшом помещении) Partial (in a small room)
США USA	FM 4880 (25 ft. and 50 ft.)	Выделение тепла, распространение пламени Heat generation, flame propagation

Существующие методы характеризуются следующими ограничениями: во-первых, приоритетом анализа является влияние продуктов горения на людей и окружающую среду; во-вторых, отсутствие системного подхода к оценке остаточного ресурса и стабильности физико-механических свойств строительных материалов, подвергшихся температурному нагружению.

В рамках проведенного исследования были проанализированы зарубежные методики испытаний фасадных систем (рис. 7), в частности, подходы, применяемые в известных странах. Большинство из рассмотренных методик охватывают оценку всех пожароопасных свойств фасадных систем. Однако по результатам анализа было установлено, что данные методики не включают оценку термостойкости теплоизоляционных материалов. При этом ни один метод также не оценивает сохранение эксплуатацион-

ных свойств материала после воздействия теплового потока. На основании проведенного анализа отечественных и зарубежных методов оценки горючих материалов можно сделать вывод, что методы, представленные в табл. 2, измеряют пожароопасные свойства, но не термостойкость.

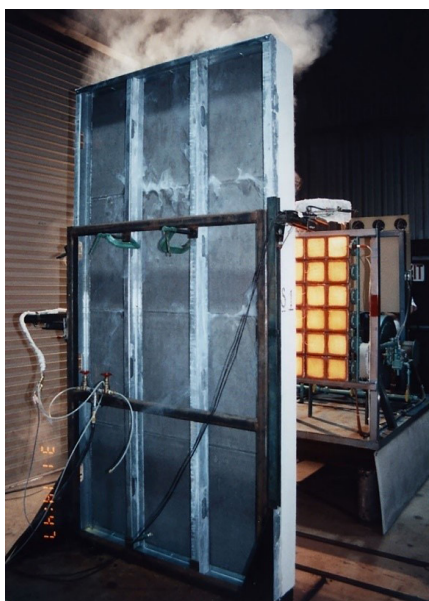
Анализ функциональных возможностей сертифицированного испытательного оборудования и нормативно закрепленных методик выявил их узкую специализацию. Текущая приборная база и применяемые в ней регистрирующие элементы адаптированы исключительно под стандартные алгоритмы испытаний, что исключает возможность прецизионного контроля термостойкости теплоизоляции на различных заданных дистанциях от источника теплового воздействия. Следовательно, потребность в разработке и внедрении новых измерительных комплексов для

контроля термической деградации материалов по-прежнему актуальна.

На следующем этапе исследования был проведен анализ отечественных приборов и установок контроля пожароопасных и термических свойств строительных материалов.

Текущее аппаратное обеспечение характеризуется невозможностью изменения

геометрических параметров теплового воздействия и отсутствием механизмов оценки материала как элемента многослойной фасадной конструкции. Ограниченность функционала рамками закрытого объема и значительные временные затраты на проведение испытаний указывают на необходимость модернизации существующих измерительных комплексов.



Стандарт NFPA 268 / NFPA 268



Стандарт NFPA 285 / NFPA 285

Рис. 7. Испытание фасадных материалов

Fig. 7. Testing of facade materials

Выводы

Проведенный анализ отечественных и зарубежных источников [7–10, 12–16] (табл. 3) выявил отсутствие унифицированного подхода к определению термостойкости. Установлено, что такие показатели, как динамика потери массы, достижение критических температурных порогов, возникновение пламенного горения и масштабы структурных повреждений, зачастую необоснованно исключаются из перечня определяющих критериев. Данное обстоятельство подтверждает дефицит комплексных исследований в области термостойкости по совокупности указанных параметров.

Таким образом, проведен анализ, результаты которого показали, что ни один известный метод контроля термостойкости не дает полной картины поведения пенополистирола. Существующие приборы не позволяют провести оценку огнесохранности теплоизоляционных материалов, а в качестве критерия термостойкости целесообразно учитывать ранее не оцениваемые параметры.

Для решения проблемы исследования необходимо разработать прибор контроля термостойкости материала при воздействии теплового потока для анализа его поведения в условиях пожара.

Таблица 3
Методы оценки термостойкости [7–10, 12–16]
 Table 3
 Methods for assessing heat resistance [7–10, 12–16]

Критерий термостойкости пенополистирола Polystyrene Expanded Heat Resistance Criteria										
Источник Source	Разрушение ячеистой структуры Cellular Structure Destruction	Процент потери массы Percentage of Mass Loss	Количество циклов нагрева до частичного или полного разрушения Number of Heating Cycles to Partial or Complete Destruction	Процент (отношение объема усадки к общему объему изделия) Percentage (Ratio of Shrinkage Volume to Total Product Volume)	Достижение критической температуры Reaching Critical Temperature	Максимальная температура сохранения от химических превращений Maximum Temperature for Resilience from Chemical Transformations	Время появления повреждений при температуре 180–200 °С Damage Onset Time at 180–200 °C	Наличие пламенного горения Presence of Flame Combustion	Снижение твердости Hardness Reduction	Величина повреждений Damage Extent
Кудряшов В. А. Kudryashov V. A.				X			X			X
Гюмджян П. П. Gyumdzhyan P. P.	X								X	
Анрианов К. А. Andrianov K. A.							X			
Круглов Е. Ю. Kruglov E. Yu.				X						
Чернушевич Е. В. Chernushevich E. V.										
Ушков В. А. Ushkov V. A.						X				
Ковальский Б. И. Koval'skiy B. I.	X						X			

Окончание таблицы 3

Критерий термостойкости пенополистирола Polystyrene Expanded Heat Resistance Criteria										
Источник Source	Разрушение ячейковой структуры Cellular Structure Destruction	Процент потери массы Percentage of Mass Loss	Количество циклов нагрева до частичного или полного разрушения Number of Heating Cycles to Partial or Complete Destruction	Процент объема усадки к общему объему изделия) Percentage (Ratio of Shrinkage Volume to Total Product Volume)	Достижение критической температуры Reaching Critical Temperature	Максимальная температура сохранения от химических превращений Maximum Temperature for Resilience from Chemical Transformations	Время появления повреждений при температуре 180–200 °С Damage Onset Time at 180–200 °C	Наличие пламенного горения Presence of Flame Combustion	Снижение твердости Hardness Reduction	Величина повреждений Damage Extent
Пискунов А. А. Piskunov A. A.	X									
Гагарин В. Г. Gagarin V. G.			X							
ГОСТ 7875.0–2018 GOST 7875.0–2018			X							
Кобелев А. А. Kobelev A. A.				X						
Сокурова Е. В. Sokoreva E. V.						X				
Коканин С. В. Kokanin S. V.	X								X	
Кошурина А. А. Koshurina A. A.					X					
ГОСТ 30402–96 GOST 30402–96								X		
Hirschler M. M. Hirschler M. M.				X			X		X	

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ размера и доли рынка EPS – тенденции роста и прогнозы // Mordor Intelligence : информационно-аналитический портал. URL: <https://clck.ru/3MjjQm> (дата обращения: 23.09.2025).
2. Polystyrene Market Size, Share, and Trends // Precedence Research : информационно-аналитический портал. URL: <https://clck.ru/3MjjXr> (дата обращения: 06.10.2025).
3. Теплоизоляция на основе полистирола: тенденции развития рынка // Кровли : интернет-издание. URL: <https://clck.ru/3Mjjcc> (дата обращения: 05.10.2025).
4. СП 4.13130. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям // Консорциум Кодекс : электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://clck.ru/3N2mQ3> (дата обращения: 28.01.2025).
5. Леменков М. Д., Шархун С. В., Пономарев А. В. Формирование скрытого ущерба посредством влияния теплового потока очага пожара на фасадные системы с наружным штукатурным слоем // Актуальные проблемы пожарной безопасности : материалы Международной XXXIV научно-практической конференции, посвященной 85-летию образования ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Балашиха, 23–24 августа 2022 г. М., 2022. С. 336–342. EDN: SBJJOO.
6. Метод контроля влияния продуктов температурной деструкции на процессы окисления моторных масел / Б. И. Ковальский [и др.] // Известия ТулГУ. Технические науки. 2015. № 7–2. URL: <https://clck.ru/3MjjsrU> (дата обращения: 06.01.2026). EDN: VCQCGR.
7. Горбунов А. С. Повышение сопротивления усталости зубчатых колес ГТД на основе выбора рационального метода и режимов локальной упрочняющей обработки : дисс. ... канд. техн. наук. Рыбинск, 2019. 228 с. EDN: EBOXNS.
8. Чернушевич Е. В. Разработка метода контроля термодеструктивной стойкости отделочных строительных материалов : дисс. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2022. 170 с. EDN: PPSEKJ.
9. Гюмджян П. П., Коканин С. В., Пискунов А. А. О пожароопасности полистирольных пенопластов строительного назначения // Пожаровзрывобезопасность. 2011. № 8. URL: <https://clck.ru/3MjtEZ> (дата обращения: 28.01.2026). EDN: OFXCMD.
10. Патент № 374540 СССР, МПК G01N 33/38 (2006.01), G01N 3/08 (2006.01). Способ определения количественного критерия термостойкости: № 1645272/29-33 ; заявл. 22.04.1971 ; опубл: 20.03.1973 / Пранцкявичюс Г. А., Янукенас В. И. ; заявитель Институт физико-технических проблем энергетики АН Литовской ССР. 2 с.
11. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон № 123 : принят Государственной Думой 04.07.2008 : одобрен Советом Федерации 11.07.2008 // Гарант.ру : информационно-правовой портал. URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения: 24.04.2026).
12. NFPA 285. Standard Fire Test Method for Evaluation of Fire Propagation Characteristics of Exterior Non-Load-Bearing Wall Assemblies Containing Combustible Components. NY, 2019. 35 p.
13. ISO 13785-2. Reaction-to-Fire Tests for Façades. Part 2 : Large-Scale Test. Geneva, 2002. 16 p.
14. ISO 13874-1. Reaction-to-Fire Tests for Sandwich Panel building Systems. Part 1 : Test Method for Small Rooms. Geneva, 2014. 32 p.

15. ISO 13874-233. Reaction-to-Fire Tests for Sandwich Panel Building systems. Part 2 : Test Method for Large Rooms. Geneva, 2020. 16 p.

16. EN 13823. Reaction to Fire Tests for Building Products. Building Products Excluding Floorings Exposed to the Thermal Attack by a Single Burning Item. Brussels, 2020. 104 p.

REFERENCES

1. EPS Market Size and Share Analysis – Growth Trends and Forecasts // Mordor Intelligence : information and analytical portal. URL: <https://clck.ru/3MjjQm> (accessed 23.09.2025).

2. Polystyrene Market Size, Share, and Trends // Precedence Research : information and analytical portal. URL: <https://clck.ru/3MjjXr> (accessed 06.10.2025).

3. Polystyrene-Based Thermal Insulation: Market Development Trends // Krovli. URL: <https://clck.ru/3Mjjcc> (accessed 05.10.2025).

4. SP 4.13130. Fire protection systems. Limiting the spread of fire at protected facilities. Requirements for space-planning and design solutions // Codex : electronic fund of legal and regulatory-technical documents. URL: <https://clck.ru/3N2mQ3> (accessed 28.01.2025).

5. Lemenkov M. D., Sharkhun S. V., Ponomarev A. V. Formation of hidden damage through the influence of the heat flow of the fire source on façade systems with an external plaster layer // Actual problems of fire safety : materials of the International XXXIV scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the formation of the Federal State Budgetary Institution VNIPO EMERCOM of Russia, Balashikha, August 23–24, 2022. Moscow, 2022. P. 336–342. EDN: SBJJOO.

6. Method for monitoring the influence of thermal degradation products on the oxidation processes of motor oils / B. I. Koval'skiy et al. // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. 2015. No. 7-2. URL: <https://clck.ru/3MjsrU> (accessed 06.01.2025). EDN: VCQCGR.

7. Gorbunov A. S. Increasing the fatigue resistance of gas turbine engine gears based on the selection of a rational method and modes of local hardening treatment : dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Rybinsk, 2019. 228 p. EDN: EBOXNS.

8. Chernushevich E. V. Development of a method for monitoring the thermal degradation resistance of finishing building materials : dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Krasnoyarsk, 2022. 170 p. EDN: PPSEKJ.

9. Guyumdzhyan P. P., Kokanin S. V., Piskunov A. A. On the fire hazard of polystyrene foam plastics for construction purposes // Fire and Explosion Safety. 2011. No. 8. URL: <https://clck.ru/3MjtEZ> (accessed 28.01.2025). EDN: OFXCMD.

10. Patent No. 374540 USSR, IPC G01N 33/38 (2006.01), G01N 3/08 (2006.01). Method for Determining the Quantitative Criterion of Heat Resistance: No. 1645272/29-33; declared 22.04.1971; published: 20.03.1973 / Prankevičius G. A., Janukenas V. I. ; applicant Institute of Physical and Technical Problems of Power Engineering of the Academy of Sciences of the Lithuanian SSR. 2 p.

11. Technical Regulations on Fire Safety Requirements : Federal Law No. 123 : adopted by the State Duma on 04.07.2008 : approved by the Federation Council on 11.07.2008 // Garant.ru : information and legal portal. URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (accessed 24.04.2026).

12. NFPA 285. Standard Fire Test Method for Evaluation of Fire Propagation Characteristics of Exterior Non-Load-Bearing Wall Assemblies Containing Combustible Components. NY, 2019. 35 p.
13. ISO 13785-2. Reaction-to-Fire Tests for Façades. Part 2 : Large-Scale Test. Geneva, 2002. 16 p.
14. ISO 13874-1. Reaction-to-Fire Tests for Sandwich Panel building Systems. Part 1 : Test Method for Small Rooms. Geneva, 2014. 32 p.
15. ISO 13874-233. Reaction-to-Fire Tests for Sandwich Panel Building systems. Part 2 : Test Method for Large Rooms. Geneva, 2020. 16 p.
16. EN 13823. Reaction to Fire Tests for Building Products. Building Products Excluding Floorings Exposed to the Thermal Attack by a Single Burning Item. Brussels, 2020. 104 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Леменков Михаил Дмитриевич, старший преподаватель кафедры пожарной безопасности в строительстве Уральского института ГПС МЧС России (620002, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22); AuthorID: 1131113; SPIN-код: 5035-5595; e-mail: lemenkov@internet.ru

Шархун Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент, заместитель начальника кафедры пожарной безопасности в строительстве Уральского института ГПС МЧС России (620002, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22); AuthorID: 795609; SPIN-код: 6300-8576; e-mail: s_sharkhun@mail.ru

Штерензон Вера Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, доцент Уральского федерального университета (620002, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19); доцент Уральского института ГПС МЧС России (620062, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22); РИНЦ ID: 660374; ORCID: 0000-0001-5265-9489; e-mail: v.a.shterenzon@urfu.ru

Черепанов Евгений Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры надзорной деятельности и права Уральского института ГПС МЧС России (620062, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22); РИНЦ ID: 849208; e-mail: cherepanov_evgen@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mikhail D. Lemenkov, Lecturer of the Department of Fire Safety in Construction, UISFS of EMERCOM of Russia (22 Mira St., Ekaterinburg, 620062, Russian Federation); AuthorID: 1131113; SPIN-code: 5035-5595; e-mail: lemenkov@internet.ru

Sergey V. Sharkhun, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor Deputy Head of the Department of Fire Safety in Construction, UISFS of EMERCOM of Russia (22 Mira St., Ekaterinburg, 620062, Russian Federation); AuthorID: 795609; SPIN-code: 6300-8576; e-mail: s_sharkhun@mail.ru

Vera A. Shterenzon, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Ural Federal University (19 Mira St., Ekaterinburg, 620022, Russian Federation), Associate Professor of UISFS of EMERCOM of Russia (22 Mira St., Ekaterinburg, 620062, Russian Federation); ID RSCI: 660374; ORCID: 0000-0001-5265-9489; e-mail: v.a.shterenzon@urfu.ru

Evgeny A. Cherepanov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Supervision and Law, UISFS of EMERCOM of Russia (22 Mira St., Ekaterinburg, 620062, Russian Federation); ID RSCI: 849208; e-mail: cherepanov_evgen@mail.ru