
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 614.849

А. А. Муминиён¹, Е. А. Алибеков², М. М. Альменбаев², А. Б. Сивенков³

¹*Академия МВД Республики Таджикистан, Душанбе, Республика Таджикистан*

²*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

³*Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия*

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТЕРМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА ДЛИТЕЛЬНОГО ЕСТЕСТВЕННОГО СТАРЕНИЯ

Аннотация. В настоящее время в мировой строительной индустрии широко используются теплоизоляционные материалы на полимерной основе. В работе авторами проведены исследования пенополистерола естественного старения современными физико-химическими методами.

Полученные результаты научного исследования свидетельствуют об ухудшении технических свойств полимерной теплоизоляции, что в будущем может привести к изменению характеристик пожарной опасности.

Ключевые слова: пенополистерол, физико-химические методы, пожарная опасность, теплоизоляция.

В современном мире в виду ограниченности запасов ископаемого топлива, все чаще встает вопрос об экономии энергоресурсов. Одним из путей достижения этой цели в строительстве является использование различных теплоизоляционных материалов. Однако, теплоизоляционные материалы, имеющие полимерную основу, такие как пенополистирол, пенополиуретан, пенополиэтилен и т.д., могут быть чрезвычайно пожароопасны. Срок и условия выдержки материалов в естественных условиях, являются важнейшими факторами, оказывающими влияние на различные свойства полимерной теплоизоляции [1, 2]. Процесс длительного естественного старения пенополистирола может привести к необратимым деформационным и структурным изменениям, которые оказывают влияние не только на срок их службы, но и на пожаробезопасность. В этой связи, изучение влияния естественного старения на особенности процесса горения, пожароопасные характеристики пенополистирола является актуальным в части обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений [3].

Для изучения физико-химической сущности и термической устойчивости пенополистирола естественного старения был использован комплекс физико-химических методов, а именно рентгенофазовый анализ, инфракрасная спектроскопия и методы термического анализа (ТГ, ДТГ, ДСК).

По результатам обследования объектов: кинотеатр «Ударник» по адресу: г. Москва, ул. Серафимовича, д. 2 (год постройки 1927-1930 г.) и 5-ти этажный жилой дом по адресу: Республика Таджикистан, г. Вахдат, ул. Памирский тракт, д. 3 (год постройки 2014 г.) проведена оценка технического состояния образцов пенополистирола. Срок эксплуатации полимерной теплоизоляции в различных климатических условиях составил 50 и 9 лет соответственно. Методом рентгенофазового анализа для пенополистирола естественного старения обнаружено снижение кристалличности образцов по сравнению с образцом пенополистирола без естественной выдержки [4]. Изменение кристалличности образцов свидетельствует о теплофлуктуационной природе процессов, связанных с естественным старением полимерных материалов и приводящей к изменению упорядоченности расположения отдельных макромолекулярных участков ароматического углеводорода. Наряду с этим выявляется тенденция снижения кажущейся плотности образцов теплоизоляции в условиях естественной выдержки на 20-41 % по сравнению с образцами вспененного пенополистирола без естественной выдержки, что может свидетельствовать о возможных трансформационных изменениях в структуре материала.

Методом инфракрасной спектроскопии наибольшие изменения установлены в областях характеристических полос поглощения $3057...2846\text{ см}^{-1}$, а также $1500...1450\text{ см}^{-1}$, что свидетельствует о дестабилизации углеводородных цепей макромолекул в результате естественного старения [5]. В области частот поглощения 900 см^{-1} наблюдается интенсивное поглощение для всех образцов, что соответствует деформационным колебаниям C-H ароматического кольца. В данном случае ароматические группы выглядят устойчивыми в процессе естественного старения.

В результате термического анализа исследуемых образцов (на примере образца теплоизоляции, имеющего срок естественной выдержки 50 лет, кинотеатр «Ударник», г. Москва) обнаруживается типичный характер термического (пиролиз) и термоокислительного разложения пенополистирола (рисунок 1).

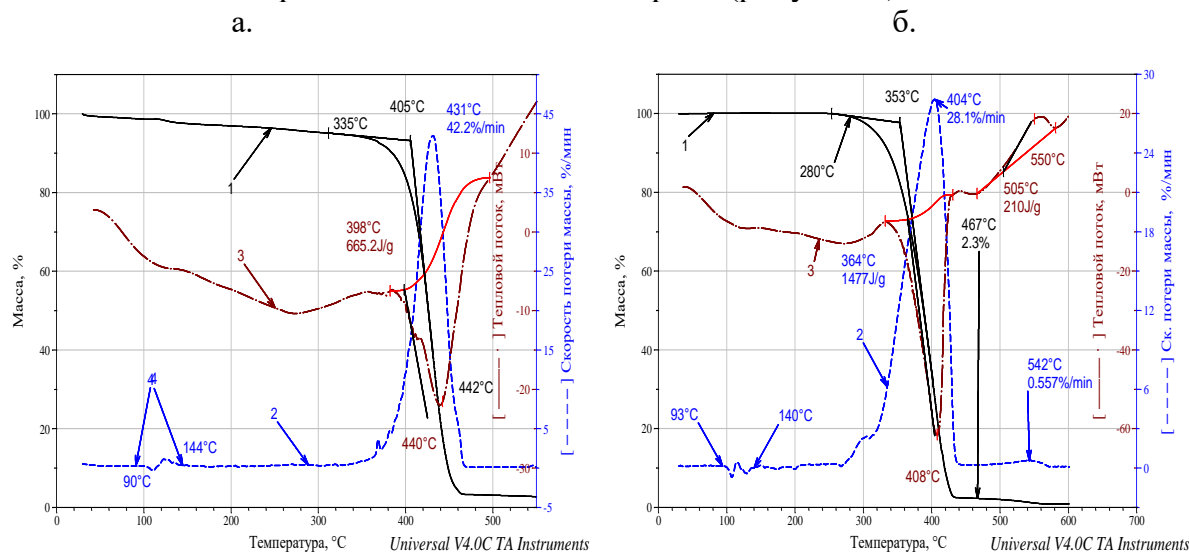


Рисунок 1 – ТГ(1), ДТГ(2) и ДСК (3) кривые образца пенополистирола (срок естественной выдержки 50 лет): а – инертная среда (азот, скорость нагрева – 20 °С/мин); б – окислительная среда (воздух, скорость нагрева – 20 °С/мин)

Для пиролиза начало интенсивного разложения составляет 335...405 °С, максимальная скорость 42,2 %/мин при температуре 431 °С. В диапазоне температур 398...500 °С установлен значительный эндоэффект (теплота пиролиза) – 665,2 Дж/г. В среде воздуха температурный диапазон разложения смещается в область меньших температур 280...353 °С, диффузия кислорода воздуха к поверхности отсутствует вплоть до 460 °С, остаток окисляется с тепловым эффектом (экзо эффект) 210 Дж/г (2-й максимум ДТГ – 542 °С/0,557 %/мин). Установлено, что максимальная скорость потери массы 28,1 %/мин происходит при максимуме температуры 404 °С, теплота пиролиза (эндоэффект) имеет значение 1477 Дж/г. При этом температурный интервал заметного изменения размеров образца составляет 93...140 °С. Для образцов естественного старения обнаружена тенденция расширения диапазона температур 335 до 470 °С на основном участке пиролиза по сравнению с образцами без естественной выдержки (360...450 °С). Изменение физико-химических и термических характеристик пенополистирола в результате длительного естественного старения могут привести к изменению интенсивности процесса горения и тепловыделения. Показано, что важнейшим фактором, оказывающим влияние на физико-химические свойства и структуру, а также термическую устойчивость пенополистирола, могут являться условия эксплуатации.

По результатам исследования установлено, что в процессе естественного старения в газонаполненных полимерных материалах происходят необратимые физико-химические изменения под действием факторов окружающей среды, а также под влиянием различных условий эксплуатации. Ухудшение технического состояния полимерной теплоизоляции в период ее эксплуатации может привести к изменению характеристик пожарной опасности, особенностей ее горения и тепловыделения при воздействии высоких температур (пожара).

Список литературы

1. Заиков Г. Е. Почему стареют полимеры? // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Том 6. № 12. – С. 48-55.
2. Журков С. Н. Кинетическая концепция прочности твердых тел // Вестник АН СССР. – 1968. – № 3. – С. 46-52.
3. 5. Сивенков А. Б., Хасанова Г. Ш. Состояние и решение проблем повышения огнестойкости строительных материалов и конструкций каркасных быстровозводимых зданий и сооружений // Вестник Кокшетауского технического института. – 2023. – № 2 (50). – С. 25-32.
4. Ковба Л. М., Трунов В. К. Рентгенофазовый анализ. – М.: Издательство Московского университета, 1976. – 232 с.
5. Дехант И., Олейник Э. Ф. Инфракрасная спектроскопия полимеров. – М.: «Химия», 1976. – С. 21-31.

References

1. Zaikov G. E. Pochemu stareyut polimery? // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. – 2000. – Tom 6. № 12. – S. 48-55.
2. ZHurkov S. N. Kineticheskaya koncepciya prochnosti tverdyh tel // Vestnik AN SSSR. – 1968. – № 3. – S. 46-52.

3. 5. Sivenkov A. B., Hasanova G. SH. Sostoyanie i reshenie problem povysheniya ognestojkosti stroitel'nyh materialov i konstrukcij karkasnyh bystrovozvodimyh zdaniy i sooruzhenij // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2023. – № 2 (50). – S. 25-32.
4. Kovba L. M., Trunov V. K. Rentgenofazovyy analiz. – M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1976. – 232 s.
5. Dekhant I., Olejnik E. F. Infkrasnaya spektroskopiya polimerov. – M.: «Himiya», 1976. – S. 21-31.

A. A. Муминиён¹, E. A. Әлібеков², M. M. Әлменбаев², A. B. Сивенков³

¹Тәжікстан Республикасы ИМ Академиясы, Душанбе, Тәжікстан Республикасы

²Қазақстан Республикасы ТЖМ Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан

³Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы, Мәскеу, Ресей

ҰЗАҚ МЕРЗІМДІ ТАБИҒИ ҚАРТАЮ ПОЛИСТИРОЛЫНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ТЕРМИЯЛЫҚ ТҮРАҚТЫЛЫҒЫ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта әлемдік құрылыс индустриясында полимер негізіндегі жылу оқшаулағыш материалдар кеңінен қолданылады. Авторлар жұмыста заманауи физика-химиялық әдістермен табиғи тозу пенополистеролына зерттеулер жүргізді.

Ғылыми зерттеудің нәтижелері полимерлі жылу оқшаулаудың техникалық қасиеттерінің нашарлауын көрсетеді, бұл болашақта өрт қаупінің сипаттамаларының өзгеруіне әкелуі мүмкін.

Түйінді сөздер: пенополистерол, физика-химиялық әдістер, өрт қаупі, жылу оқшаулау.

A. A. Muminien¹, E. A. Alibekov², M. M. Almenbaev², A. B. Sivenkov³

¹Academy of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

¹Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan

²Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND THERMAL STABILITY OF EXPANDED POLYSTYRENE FOR LONG-TERM NATURAL AGING

Abstract. Currently, polymer-based thermal insulation materials are widely used in the global construction industry. In the work, the authors conducted studies of natural aging styrofoam by modern physico-chemical methods.

The obtained results of scientific research indicate a deterioration in the technical properties of polymer thermal insulation, which in the future may lead to a change in the characteristics of fire hazard.

Key words: expanded polystyrene, physico-chemical methods, fire hazard, thermal insulation.

Information about the authors / Сведения об авторах / Авторлар туралы мәлімет

Алишер Аминзода Муминиён – Тәжікстан Республикасы ІІМ Академиясының 3-ші факультеті бастығының орынбасары. Тәжікстан Республикасы, Душанбе, Мاستонғулов көшесі, 3.

Ерлан Әлібекұлы Әлібеков – техника ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының бастығы. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері көшесі, 136.

Миржан Маратұлы Әлменбаев – техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық Қорғау академиясының күндізгі оқу факультетінің бастығы. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері көшесі, 136.

Андрей Борисович Сивенков – техника ғылымдарының докторы, профессор. Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы. Ресей, Мәскеу, Борис Галушкин көшесі. E-mail: sivenkov01@mail.ru

Муминиён Алишер Аминзода – заместитель начальника 3-го факультета Академии МВД Республики Таджикистан. Республика Таджикистан, Душанбе, ул. Мاستонгулов, 3.

Алибеков Ерлан Алибекович – начальник Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136.

Альменбаев Миржан Маратович – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, начальник факультета очного обучения Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136.

Сивенков Андрей Борисович – доктор технических наук, профессор. Академия государственной противопожарной службы МЧС России. Москва, ул. Бориса Галушкина. E-mail: sivenkov01@mail.ru

Alisher A. Muminien – Deputy Head of the 3rd Faculty of the Academy of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Tajikistan. Republic of Tajikistan, Dushanbe, Mastongulov str., 3.

Yerlan A. Alibekov – Candidate of technical sciences, head of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akana Sere str.

Mirzhan M. Almenbayev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Faculty of Full-time Education of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akana Sere str.

Andrey B. Sivenkov – Doctor of Technical Sciences, professor, Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Russia, Moscow, 4 Boris Galushkin St. E-mail: sivenkov01@mail.ru