

УДК 536.212.3

***ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ МАТЕРИАЛОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И
ТРУБОПРОВОДОВ***

Гаврилов А.С.

к.т.н., доцент,

Казанский государственный энергетический университет,

Казань, Россия

Исмакова А.М.

студент-магистрант,

Казанский государственный энергетический университет,

Казань, Россия

Аннотация: В статье исследована пожарная опасность конструкций из горючих и трудногорючих материалов, используемых для теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов систем теплоснабжения. Рассмотрены особенности применения этих конструкций на теплоэнергетических объектах. В качестве материалов были рассмотрены пенополиуретан, пенополиизоцианурат и другие, имеющие разные группы горючести. Представлена методика их огневых испытаний на распространение горения во время ранней стадии пожара. Проанализированы результаты испытаний и на их основе сделан вывод о возможности пожаробезопасного применения горючих и трудногорючих материалов в теплоизоляционных конструкциях промышленного оборудования и трубопроводов тепловых сетей теплоэнергетических объектов различного производства при условии проведения дополнительных мер по противопожарной защите.

Ключевые слова: теплопроводность, минеральная вата, пенополиуретан, теплоизоляционные материалы, тепловые сети, теплоснабжение.

***FIRE RISK OF STRUCTURES OF MATERIALS USED FOR THERMAL
INSULATION OF EQUIPMENT AND PIPELINES***

Gavrilov A.S.

K.T.n., Associate Professor,

Kazan State Energy University,

Kazan, Russia

Ismakova A.M.

undergraduate student

Kazan State Energy University,

Kazan, Russia

Abstract: the article examines the fire danger of structures from combustible and labor-made materials used for the heat insulation of industrial equipment and pipelines of heat supply systems. The features of the application of these structures on the heat and power facilities are considered. As materials, polyurethane foam, foam polysiocyanurate and others having different combustibility groups were considered. The technique of their fire tests on the spread of burning during the early stage of the fire is presented. The test results are analyzed and based on the possibility of fireproof use of combustible and labor-burning materials in the thermal insulation structures of industrial equipment and pipelines of thermal networks of thermal power facilities of various production, subject to additional fire protection measures to be developed and agreed in the prescribed manner.

Keywords: fire danger, thermal conductivity, thermal insulation materials, heat networks, heat supply.

Введение

На сегодняшний день в сфере теплоэнергетики широко применяются промышленное оборудование и трубопроводы тепловых сетей, в которых циркулируют вещества, имеющие показатели температуры значительно ниже температуры окружающей среды. Это говорит о том, что необходимы такие

теплоизоляционные конструкции, которые сохраняли бы свои эксплуатационные свойства при низких температурах. Теплоизоляционные материалы условно можно разделить на 3 группы: горючие, негорючие и трудногорючие. Чаще всего на теплоэнергетических объектах применяются теплоизоляционные конструкции на основе горючих материалов, так как трудногорючие и негорючие материалы имеют ряд недостатков. [1]

В данной статье будут рассмотрены в основном горючие теплоизоляционные материалы, используемые для трубопроводов тепловых сетей, как для бесканальной, так и для канальной прокладки.

По требованиям пожарной безопасности к теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов систем теплоснабжения, которые содержатся в отечественных нормативных документах, применение горючих материалов не допускается, допускается только в нормативных документах международного типа.

Стоит отметить, что при выборе теплоизоляционного материала учитывается не только горючесть теплоизолирующего слоя, но и поведение теплоизоляционной конструкции при возможном пожаре в целом. [2] Один и тот же материал может вести себя по-разному в зависимости от конкретных условий его использования (например, срок эксплуатации, температура окружающей среды и др.), которые также необходимо учитывать при выборе материала.

Применяемые на теплоэнергетических объектах теплоизоляционные конструкции

В существующее время предусматривается использование горючих материалов для теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов тепловых сетей, работающих при низких температурах.

Теплоизоляционные конструкции, в основном, имеют такую структуру:

- теплоизоляционный слой;
- пароизоляционный слой;

- покровный слой;
- элементы крепления. [6]

Для теплоизоляционного слоя используются: пенополиуретан (ППУ), пенополистирол (ППС), пенополиизоцианурат. Для покровного слоя используется чаще всего армированный стеклопластик. Для пароизоляционного слоя используется пароизоляционная плёнка, состоящая из плотного полиэтилена и слоя арматурной сетки. [3]

Рассмотрим каждый материал поподробнее. Пенополиуретан (ППУ) - самый распространенный материал в сфере теплоэнергетики и представляет собой жесткий газонаполненный пластмасс на основе вспененного полиуретана. Группа горючести у данного материала - Г4. [4] В настоящее время пенополиуретан активно используются для тепловых сетей бесканальной прокладки, где пожарная опасность отсутствует.

Пенополиизоцианурат состоит из жесткого полимерного материала, на основе вспененного полиизоцианурата, имеющий закрытую пористую структуру. Внешне мало чем отличается от пенополиуретана. Группа горючести у данного материала - Г3. [5]

Пенополистирол (ППС) представляет собой пенопласт, выполненный из полистирола с порообразователем. Имеет легкий вес и незначительную теплопроводность, но при этом является наиболее пожароопасным. Группа горючести - Г1. [7]

Армированный стеклопластик - это наполнитель из стекла, перемешанный с синтетическими полимерами. Группа горючести у данного материала - Г2. [8]

Методика проведения испытаний

Испытания проводятся на открытой площадке. В качестве пожара было рассмотрено факельное горение. Суть испытаний в том, чтобы создать условия, имитирующие раннюю стадию пожара, а именно под воздействием

высоких температур моделируется воздействие горения на теплоизоляционные конструкции.

В ходе испытаний исследуется воздействие влияние модельного очага пожара на горизонтально и вертикально направленные теплоизоляционные конструкции в соответствии с их обычным использованием на объектах. При воздействии горения на горизонтально направленную теплоизоляционную конструкцию необходимо использовать поддон, размещенный под самой конструкцией. [9]

При изучении воздействия источника огня на вертикально направленные конструкции теплоизоляции используется уже кольцевой поддон, который должен непосредственно примыкать к самой теплоизоляционной конструкции. Продолжительность воздействия модельного очага пожара на теплоизоляционные конструкции должно составлять примерно 20-25 минут или до тех пор, пока пламя не распространится по всей длине поверхности конструкции. [10]

Воздействие факельного горения моделируется газовой горелкой. Горелка использует в качестве топлива пропан. Во время испытаний горелка была расположена на расстоянии не более 10-15 см непосредственно от поверхности конструкции.

Стоит отметить, что данный метод может применяться для как однослойных, так и для многослойных материалов.

Для многослойных материалов испытания рекомендуется проводить для каждого слоя. При невозможности отделения каждого слоя материала без его повреждения на испытания предоставляются отдельные составляющие материала или проводят испытания всего материала в целом. [11]

В качестве образцов для испытаний использовались пенополиуретан (ППУ) и пенополиизоцианурат по отдельности и в совмещенном варианте.

В ходе испытаний проверялись:

- наличие или отсутствие образования горящих капель при воздействии высокой температуры на конструкцию;
- вероятность распространения пламени по всей длине образца;
- возможность самовоспламенения после прекращения высокотемпературного воздействия.

После проведения испытаний теплоизоляционных материалов и конструкций обычно составляется отчёт об испытаниях на пожарную опасность, если испытания не проводились, то допускается устанавливать группу горючести Г1. [12] Отчёт об испытаниях должен содержать следующую информацию:

- данные организации, которые проводили испытания;
- дата проведения испытаний;
- информацию об изготовителе материала и конструкции;
- наименование изделия, заводской номер и маркировку образца;
- наименование нормативного документа, по которому проводились испытания;
- инструкцию по монтажу (при необходимости);
- данные о группах горючести материалов, из которых выполнена конструкция;
- направление и время воздействия высоких температур на образец;
- условия окружающей среды при проведении испытания (температура окружающей среды, скорость ветра и т.д.);
- сведения об испытательном оборудовании и данные и его поверках;
- данные, полученные в процессе проведения испытания, с приложением фотофиксаций;
- фактические размеры повреждения образцов;
- оценку результатов испытания (удовлетворительно/неудовлетворительно);

- сертификат соответствия пожарной безопасности или протокол проведения огневых испытаний;
- срок действия отчета об испытании.

Результаты испытаний

Результаты огневых испытаний типовых теплоизоляционных конструкций занесены в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты огневых испытаний типовых теплоизоляционных конструкций

Материал теплоизоляционного слоя образца	Материал покровного слоя образца	Направление образца на момент испытания	Модельный очаг пожара	Результаты во время воздействия огня	Результаты по итогу воздействия огня
Пенополиуретан (ППУ) [13] (Диаметр трубы – 200 мм, длина – 4 м)	Стекловолокно [13]	Горизонтальная	Пожар пролива	1) Время горения - 25 минут. 2) Направление ветра – Ю, т.е. по направлению длины образца. 3) Внешняя оболочка начала загораться через 6 минут. 4) Была посчитана скорость распространения пламени по образцу и она составила 15 см/мин.	1) Покровный слой из стеклопластика не поврежден. 2) Внешний слой из пенополиуретана полностью выгорел. 3) Осталось пустое пространство толщиной около 50 мм. 4) Слой из пенополиуретана не изменил своего цвета и не повредился.
Пенополиизоцианурат [14] (Диаметр трубы – 200 мм, длина – 6 м)	Полиэфирный [14] стеклопластик	Горизонтальная	Пожар пролива	1) Время воздействия пожара – 8 минут. 2) Не было обнаружено выделения капель расплавленного материала на поверхность образца. 3) Покровный слой из полиэфирного стекловолокна загорелся через 4	1) Верхний слой полиэфирного стекловолокна полностью выгорел в местах воздействия огня. 2) Теплоизоляционный слой повредился на глубину 40 мм. 3) Второй слой из пенополиизоцианурата под

				минуты после начала испытания.	пароизоляционным слоем немного пожелтел из-за высокой температуры.
Пенополиизоцианурат [14] (Диаметр трубы – 200 мм, длина – 4 м)	Стекло-локно [14]	Вертикальная	Газовая горелка	1) Время горения - 15 минут. 2) Слой пенополиизоцианурата вздулся. 3) Были зафиксированы небольшие очаги пламени на поверхности пенополиизоцианурата через 6 минут после старта.	1) Наружный слой из пенополиизоцианурата повредился на глубине 1 см. 2) Второй слой последующий, который был расположен на глубине 1,5 см от верхнего слоя, окрасился в желтоватый цвет. 3) Следующий слой, находившийся 2,5 см по глубине, имел свой исходный зеленый цвет. 4) Слой пенополиизоцианурата под пароизоляционной пленкой не повредился.
Пенополиизоцианурат и ППУ [13] (Диаметр трубы – 200 мм, длина – 6 м)	Стекло-локно [13]	Горизонтальная	Пожар пролива	1) Время продолжения воздействия огня составило 20 минут. 2) Покровный слой остался исходным. 3) Распространение пламени началось по поверхности участка с ППУ изоляцией через 8 минут после начала.	1) Покровный слой не поврежден. 2) Слой ППУ на границе образцов не повредился. 3) Участок из ППУ с покровным слоем не изменил своего внешнего вида.

				4) Участок из ППУ с покровным слоем не воспламенен. 5) Самостоятельное горение трубы из ППУ с покровным слоем прекратилось через 30 минут.	
--	--	--	--	---	--

Выводы

Испытывались 2 образца: пенополиуретан (ППУ изоляция) и пенополиизоцианурат. Наиболее стойким к огневому воздействию оказался пенополиизоцианурат, так как он имел только частичное выгорание слоёв теплоизоляции и меньшую скорость распространения пламени. Также исходя из результатов испытаний, можно сделать вывод о том, что применение материалов из ППУ с наименьшей пожарной безопасностью в конструкциях теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов теплоэнергетических объектов возможно только при проведении дополнительных мер противопожарной защиты. А такой материал, как пенополиизоцианурат может применяться на теплоэнергетических объектах с использованием негорючих материалов в составе теплоизоляции, которые в свою очередь ограничивают распространение пламени.

Библиографический список

1. Корольченко А.Я., Трушкин Д. В. Пожарная опасность строительных материалов: Учебное пособие. - М.: Пожнаука, 2005. 231 с.
2. Шарина С.В., Суханов А.М., Грехов П.И. Пожарная опасность строительных материалов // Материалы I Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 50-54.
3. Фёдоров В.С., Левитский В.Е., Молчадский И.С., Александров А.В. Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций. - М.: Издательство АСВ. 2009. 408 с.

4. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. - М.: Химия, 1990. 496 с.
5. Лесовик В.С., Гридчин А.М., Глаголев Е.С., Алфимова Н.И., Володченко А.А. Строительные материалы и изделия: Учебное пособие. - Белгород, 2019. 274 с.
6. Масанский О.А., Казаков В.С., Токмин А.М., Свечникова Л.А., Астафьева Е.А. Материаловедение и технологии конструкционных материалов. - Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2016. 268 с.
7. Халиков Д.А., Халикова Г.С., Гончарова Т.В., Исламов К.Ф. Эволюция теплоизоляционных строительных материалов // Фундаментальные исследования. 2015. № 10. С. 529-533.
8. Минько Н.И., Пучка О.В., Степанова М.Н., Вайсера С.С. Теплоизоляционные стекломатериалы. Пеностекло. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 263 с.
9. Микульский В.Г. и др. Строительные материалы (Материаловедение) Часть II: Учебное издание. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. 536 с.
10. Рубцов Д.Н. Огневые испытания фланцевых соединений технологических трубопроводов // Безопасность жизнедеятельности. 2008. №8 (92). С. 16-18.
11. Авдюнин Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты. - М.: Инфра-Инженерия, 2019. 300 с.
12. Палатинская И.П., Боровик С.И., Синтяева В.А., Редькина Н.Е., Дементьева Е.С. Исследование эффективности огнезащитных покрытий из пенополистирола // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2017. Т. 17. №4. С. 44-51.

13. Мельников В.С., Мельников М.В., Молчанов В.П., Бастриков Д.Л. Условия пожара пролива нефтепродуктов на теплоизоляцию резервуаров // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. №11. С. 31-40.

14. Стручаев Н.И., Постол Ю.А., Степин Ю.А., Журавель Д.П., Гулевский В.Б. Пути повышения эффективности теплоизоляции трубопроводов // Проблемы региональной энергетики. 2020. №2 (46). С. 43-52.

Оригинальность 76%