

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТРУБОПРОВОДНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**О.Ю. Володченкова**

*Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина,  
Москва, Россия*

*Рассматриваются теплоизоляционные материалы в трубопроводном строительстве. Представлена их классификация исходя из различных признаков. Показано, что применение современной теплоизоляции на нефтепроводах должно повысить их эффективность и надежность эксплуатации.*

*Основными характеристиками теплоизоляционных материалов являются их высокая пористость, малая средняя плотность и низкая теплопроводность.*

*Теплоизоляционные материалы классифицируются по следующим основным признакам:*

- форма и внешний вид;
- структура;
- вид исходного сырья;
- средняя плотность;
- жесткость;
- теплопроводность;
- горючесть.

*По форме и внешнему виду теплоизоляционные материалы подразделяются:*

- на штучные изделия (плиты, блоки, кирпич, цилиндры, полуцилиндры, скорлупы, сегменты);
- рыхлые и сыпучие (вата, перлит, песок);
- рулонные и шнуровые (маты, шнуры, жгуты).

*Отличие от многих других строительных материалов – марка теплоизоляционного материала отражает величину не прочности, а средней плотности, которая выражается в  $\text{кг/м}^3$ . Согласно этому показателю, теплоизоляционные материалы имеют следующие марки:*

- особо низкой плотности (ОНП) 15, 25, 35, 50, 75;
- низкой плотности (НП) 100, 125, 150, 175;

- средней плотности (СП) 200, 250, 300, 350;
- плотные (ПЛ) 400, 450, 500.

Марка теплоизоляционного материала обозначает **верхний предел его средней плотности**. Например, изделия марки 100 могут иметь плотность, равную 75...100 кг/м<sup>3</sup>.

По *структуре* материалы бывают:

- волокнистые;
- зернистые;
- ячеистые.

По *жесткости* теплоизоляционные материалы подразделяются на следующие виды [1]:

- мягкие (М) – сжимаемость > 30 % (при удельной нагрузке 0,002 МПа);
- полужесткие (П) – сжимаемость < 30 % (при удельной нагрузке 0,002 МПа);
- жесткие (Ж) – сжимаемость до 6 % (при удельной нагрузке 0,002 МПа);
- повышенной жесткости (ПЖ) – сжимаемость до 10 % (при удельной нагрузке 0,04 МПа);
- повышенной твердости (Т) – сжимаемость до 10 % (при удельной нагрузке около 0,1 МПа);
- хорошо сопротивляющиеся нагрузкам.

По *возгораемости* теплоизоляционные материалы классифицируются **на**: негоряемые; трудногоряемые; горяемые; трудновоспламеняющиеся.

По *теплопроводности* материалы и изделия относят к классам:

- А – низкой теплопроводности  $\lambda < 0,06$  Вт/(м·К);
- Б – средней теплопроводности  $\lambda = 0,06...0,115$  Вт/(м·К);
- В – повышенной теплопроводности  $\lambda = 0,1...0,175$  Вт/(м·К).

Наибольшее распространение при изоляции «горячих» магистральных трубопроводов в нашей стране и за рубежом получили пенополиуретаны (ППУ).

*Пенополиуретан* – это неплавкая термореактивная пластмасса, продукт сложных реакций, протекающих при смешивании простых и сложных полиэфиров и изоцианатов в присутствии катализаторов, эмульгаторов, вспенивающих агентов с ярко выраженной ячеистой структурой. Только 3 % от объема утеплителя занимает твердая основа, образующая жесткий каркас. Такая кристаллическая структура придает вспененному полимеру значительную механическую прочность. Поры заполнены газом фторхлорметаном с низкой теплопроводностью, причем доля замкнутых пор достигает 90...95 %.

Пенополиуретан стоек к нефти и нефтепродуктам всех видов, надежно работает в интервале температур от  $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+180\text{ }^{\circ}\text{C}$ , обладает высокими теплоизоляционными свойствами и механической прочностью, малой водо- и паропроницаемостью, повышенной адгезией к различным материалам.

Комплекс физико-механических (плотность –  $40\text{...}80\text{ кг/м}^3$ ; теплопроводность –  $0,03\text{...}0,04\text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$ ; прочность –  $0,3\text{...}1,0\text{ МПа}$ ) и технологических свойств пенополиуретана вместе с высокими эксплуатационными характеристиками позволяет говорить, что в течение нескольких десятков лет пенополиуретан является одним из наилучших материалов для теплоизоляции трубопроводов.

Нижний температурный предел, при котором возможно проведение работ по теплоизоляции для различных марок ППУ, составляет  $0\text{...}+5\text{ }^{\circ}\text{C}/+10\text{...}\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Толщина пенополиуретана определяется на основе теплотехнического расчета [2].

Срок службы пенополиуретана составляет  $25\text{...}30$  и более лет. Несмотря на высокую прочность и долговечность, покрытия необходимо защищать от воздействия ультрафиолетового излучения и атмосферной влаги. В качестве защитного покрытия можно использовать атмосферостойкие кремнийорганические эмали, перхлорвиниловую фасадную краску, и т.д. Пенополистирол, получаемый путем вспенивания полистирола с газообразователями, характеризуется низкой теплопроводностью ( $0,03\text{...}0,04\text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$ ) и плотностью ( $15\text{...}40\text{ кг/м}^3$ ). При этом прочность пенополистирола позволяет применять его в качестве конструктивного элемента, способного нести значительные нагрузки в течение длительного времени. Прочность на сжатие при  $10\%$  линейной деформации составляет для различных марок  $65\text{...}250\text{ кПа}$ .

Пенополистирол не гигроскопичен, диффузия водяного пара сквозь него пренебрежимо мала. Водопоглощение при погружении в воду на 7 дней составляет  $0,5\text{...}1,5\%$  от объема. Сорбционная влажность пенополистирола составляет  $3\text{...}6\%$  по массе.

Пенополистирол относится к горючим материалам, а потому его использование имеет ряд ограничений, связанных с требованиями пожарной безопасности.

Вспененный пенополистирол производится вспениванием полистирола (стиропора) и последующим спеканием вспененных частиц.

В настоящее время для теплоизоляции трубопроводов наибольшее распространение получили вспененные полимерные материалы:

- пенополиуретан (ППУ);
- пенополистирол (ППС);
- изделия из вспененного синтетического каучука, пенополиэтилена др.;
- изделия из минеральной ваты и стеклянного волокна;
- сферонаполненные материалы и изделия из них, пеностекло и др.

Для повышения качества теплоизоляционного покрытия трубопроводов тепловая изоляция на трубы наносится в заводских (базовых) условиях. В тех случаях, когда требуется теплоизолировать уже смонтированный участок трубопровода или произвести ремонт теплоизоляционного покрытия на трубопроводе, должны использоваться промышленные технологии с максимальным применением элементов теплоизоляционного покрытия заводского изготовления.

**Заключение.** Применение современной теплоизоляции на нефтепроводах должно повысить их эффективность и надежность эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тепловая изоляция промышленных трубопроводов / Б.М. Шойхет [и др.] // Энергосбережение. – М., 2000. – № 5.
2. Евсеев, Л. Теплоизоляционные материалы / Л. Евсеев // Обустройство и ремонт. – М., 2003. – № 4. – С. 133.