УДК 691-41

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ

Халиков Д.А.

Набережночелнинский институт КФУ, Набережные Челны, e-mail: dinar.inc@mail.ru

Предложена классификация теплоизоляционных, звукоизоляционных материалов на основе органического и неорганического основного исходного сырья. Органические теплоизоляционные материалы и изделия производят из различного растительного сырья: отходов древесины (стружек, опилок, горбыля и др.), камыша, торфа, очесов льна, конопли, из шерсти животных, а также на основе полимеров. Многие органические теплоизоляционные материалы подвержены быстрому загниванию, порче различными насекомыми и способны к возгоранию, поэтому их предварительно подвергают обработке. Поскольку использование органических материалов в качестве засыпок малоэффективно в силу неизбежной осадки и способности к загниванию, последние используют в качестве сырья для изготовления плит. В плитах основной материал почти полностью защищен от увлажнения, а следовательно, и от загнивания, кроме того, в процессе производства плит его подвергают обработке антисептиками и антипиренами, повышающими его долговечность. Неорганические материалы – это минеральная вата, изделия из нее (среди последних распространены минераловатные плиты – твердые и повышенной жесткости), легкие и ячеистые бетоны (главным образом газобетон и пенобетон), пеностекло, стеклянное волокно, изделия из вспученного перлита и вермикулита, теплоизоляционная керамика, асбестосодержащие теплоизоляционная масса и изделия. Изделия из минеральной ваты получают переработкой расплавов горных пород или металлургических, (главным образом доменных) шлаков в стекловидное волокно. Неорганические теплоизоляционные материалы, используемые в качестве монтажных, изготовляют на основе асбеста (асбестовый картон, бумага, войлок), смесей асбеста и минеральных вяжущих веществ (асбестодиатомовые, асбестотрепельные, асбестоцементные изделия) и на основе вспученных горных пород (вермикулиты, перлиты).

Ключевые слова: классификация, теплоизоляционные материалы, органические, неорганические

CLASSIFICATION OF THERMAL INSULATION MATERIALS BY THEIR FUNCTIONAL

Khalikov D.A.

Branch of KFU in Naberezhnye Chelny, Naberezhnye Chelny, e-mail: dinar.inc@mail.ru

The classification of heat-insulating, sound-insulating materials based on organic and inorganic basic feedstock. Organic insulating materials and products made from different vegetable raw materials: wood waste (chips, sawdust, slabs, etc.), Reeds, peat, tow linen, hemp, wool animals, as well as on the basis of polymers. Many organic insulation materials subject to rapid decay, deterioration of various insects and able to fire, so they are pre-treated. As the use of organic materials as fillings ineffective due to the inevitable slump and the ability to decay, the latter is used as a raw material for the manufacture of plates. In slabs base material is almost completely protected from moisture, and hence from rotting, moreover, the production process it is treated plates antiseptics and flame retardants, which increase its durability. Inorganic made of mineral wool products (among the last common mineral wool – solid and increased rigidity), lightweight cellular concrete (mainly aerated concrete and foam concrete), foam glass, glass fiber products of expanded perlite and vermiculite, insulating ceramics, asbestos heat insulating materials and products. Mineral wool produced in processing of rock melts or metallurgy (mainly domain) slags in vitreous fiber. Inorganic insulating materials used as mounting, manufactured on the basis of asbestos (asbestos cardboard, paper, felt), a mixture of asbestos and mineral binders (asbestodiatomovye, asbestotrepelnye, asbestos-cement products) and on the basis of swollen rocks (vermiculite, perlite).

Keywords: classification, insulation materials, organic, inorganic

К теплоизоляционным относятся материалы, применяемые в строительстве жилых и промышленных зданий, тепловых агрегатов и трубопроводов с целью уменьшения тепловых потерь в окружающую среду. Теплоизоляционные материалы характеризуются низкой теплопроводностью (коэффициент теплопроводности в пределах 0,02–0,2 Вт/(м·°С)), высокой пористостью (70–98 %), незначительной плотностью и прочностью (предел прочности при сжатии 0,05–2,5 Н/м²).

Использование теплоизоляционных материалов позволяет уменьшить толщину и массу стен и других ограждающих конструкций, снизить расход основных конструктивных материалов, уменьшить транспортные расходы и, соответственно, снизить стоимость строительства. Наряду с этим при сокращении потерь тепла отапливаемыми зданиями уменьшается расход топлива на его обогрев. Многие теплоизоляционные материалы из-за высокой пористости обладают способностью поглощать звук, что позволяет использовать их также в качестве акустических материалов для борьбы с шумом.

Теплоизоляционные материалы и изделия классифицируются по:

- виду основного исходного сырья (органическое, неорганическое);

● структуре (волокнистая, зернистая, ячеистая, сыпучая);

● содержанию связующего вещества (содержащие и не содержащие);

● возгораемости (несгораемые, трудносгораемые, сгораемые);

● по форме и внешнему виду:

1) плоские (плиты, маты, войлок);

2) рыхлые (вата, перлит);

3) шнуровые (шнуры, жгуты);

4) фасонные (сегменты, цилиндры, полуцилиндры и др.);

● плотности (особо легкие, легкие, тяжелые);

● жесткости (мягкие, полужесткие, жесткие, повышенной жесткости, твердые);

● теплопроводности (низкой теплопроводности, средней теплопроводности, повышенной теплопроводности).

По виду основного исходного сырья теплоизоляционные материалы делятся на 2 группы: органические и неорганические.

Органические теплоизоляционные материалы и изделия производят из различного растительного сырья: отходов древесины (стружек, опилок, горбыля и др.), камыша, торфа, очесов льна, конопли, из шерсти животных, а также на основе полимеров. Многие органические теплоизоляционные материалы подвержены быстрому загниванию, порче различными насекомыми и способны к возгоранию, поэтому их предварительно подвергают обработке. Поскольку использование органических материалов в качестве засыпок малоэффективно в силу неизбежной осадки и способности к загниванию, последние используют в качестве сырья для изготовления плит. В плитах основной материал почти полностью защищен от увлажнения, а следовательно, и от загнивания, кроме того, в процессе производства плит его подвергают обработке антисептиками и антипиренами, повышающими его долговечность.

Среди большого разнообразия теплоизоляционных изделий из органического сырья наибольший интерес представляют плиты древесноволокнистые, камышитовые, фибролитовые, торфяные, пробковая теплоизоляция натуральная, а также теплоизоляционные пенопласты. Плиты древесноволокнистые применяют для тепло- и звукоизоляции ограждающих конструкций. Изготовляют их из распушенной древесины или иных растительных волокон: неделовой древесины, отходов лесоперерабатывающей промышленности, костры, соломы, камыша, хлопчатника. Наибольшее распространение получили древесноволокнистые плиты, получаемые из отходов древесины. Процесс производства изоляционных древесноволокнистых плит состоит из следующих основных операций: дробления и разлома древесного сырья, проклеивания волокнистой массы, формования и термической обработки. Для уменьшения сгораемости древесноволокнистые плиты пропитывают специальными огнезащитными составами-антипиренами, а для придания водостойкости в состав волокнистой массы вводят парафиновые, смоляные, масляные и другие эмульсии.

К органическим теплоизоляционным изделиям и материалам также относятся: арболитовые изделия, пенополивинилхлорид, пенополиуретан, пеноизол теплоизоляционный, мипора, пенополистирол, полиэтилен вспененный, фибролит, сотопласты и ячеистые пластмассы.

Сырьем для производства ***арболитовых изделий*** служит портландцемент и органические коротко-волнистые компоненты (древесные опилки, костры, сечки соломы и камыша, дробленой станочной щепы или стружки), обработанные раствором минерализатора.

Химические добавки для арболитовых изделий – растворимое стекло, сернокислый глинозем, хлористый кальций. В современном строительстве широкое распространение получил теплоизоляционный арболит плотностью до 500 кг/м^3 и конструкционно-изоляционный арболит плотностью до 700 кг/м^3. Его теплопроводность – 0,08–0,12 Вт/(м·К), прочность при сжатии – 0,5–3,5 МПа, растяжение при изгибе – 0,4–1,0 МПа.

Производится пенополивинилхлорид эластичный и твердый. Твердый ППВХ представляет собой теплоизоляционный материал с незначительными колебаниями своих характеристик в температурном режиме от +60 до –60 °С.

Пенополиуретан – это результат химической реакции, которая происходит при соединении полиэфира, воды, диизоцианида, эмульгаторов и катализаторов. Существуют два вида ППУ – твердый и эластичный. Твердый ППУ используется в широком температурном диапазоне (от –50 до +110 °С), имеет высокую механическую прочность, стоек к химическим и биологическим воздействиям, устойчив к износу, легок и экономичен в обработке. Из всех материалов ППУ обладает самой низкой теплопроводностью – менее 0,01 Вт/(м·К). Его максимальное водопоглощение – 2–5 %.

Облицовка пеноматериала конструкции (безрулонной кровли) водостойкой алюминиевой фольгой, пленкой и другими покрытиями способствует предотвращению проникновения влаги. Благодаря своей стойкости к воздействию микроорганизмов

и грибковых образований, материал не поддается гниению и не разлагается.

Пеноизол используется в тепловой изоляции в качестве прокладочного слоя предохраняющих конструкций, а также для утепления полов, стен, потолков, крыш строений, теплоизоляции трубопроводов (в форме мягкого или твердого покрытия типа «скорлупа»).

Для теплоизоляционного пеноизола характерны высокие теплозащитные и звукоизолирующие характеристики. Плита пеноизола толщиной в 5 см с твердым наружным покрытием соответствует по теплопроводности 90–100 см кирпичной кладки и поглощает до 95 % звуковых колебаний.

Использование пеноизола толщиной в 10 см в качестве утеплителя позволяет в несколько раз снизить затраты на отопление в рамках одного отопительного сезона. Выпускается теплоизоляционный пеноизол в форме блоков и плит различных форм и размеров. Может заполнять заранее подготовленные полости, где он полимеризуется и высыхает при нормальных условиях. К тому же он не восприимчив к воздействию агрессивных сред, грибков, микроорганизмов и органических растворителей, не горюч, не образует расплавов, а под воздействием открытого огня не выделяет токсичных элементов. Является экологически чистым материалом.

Материал ***мипора*** производится методом вспенивания мочевиноформальдегидной смолы. Блоки, отлитые из такой массы, твердеют, после чего их тщательно высушивают. Из всех подобных материалов мипора является наиболее легким, его плотность – 10–20 кг/м^2, а также наименее теплопроводным – 0,026–0,03 Вт/(м·К). Устойчив к воздействию вибрации.

Пенополистирол **(ППС)** представляет собой твердый пластик, производимый из полистирола с преобразователем. Плотность ППС – до 25 кг/м^3, обладает высокой стойкостью к истиранию и низким водопоглощением, трудновоспламеняем, но более горюч по сравнению с ПВХ. Один из его недостатков – большая усадка, которую возможно уменьшить путем выдерживания материала перед непосредственным использованием, а также применять эластичные и гибкие материалы битумно-эластомерного направляемого полотна в качестве гидроизоляции.

ППС используется в трехслойных стеновых панелях на гибких связях наряду с жесткими минераловатными плитами при теплоизоляции стен и кровель.

Полиэтилен вспененный – материал с замкнутыми порами. Его плотность составляет 30 г/м^3, теплопроводность – 0,04 Вт/(м·К). Допускается использование в температурном режиме от –45 до +100 °С. Диаметр материала – от 10 до 114 мм, толщина стенок изоляции может быть 10, 15 и 20 мм, его длина – 2 м.

Фибролит является плитным материалом, полученным из древесной шерсти с добавлением неорганического вяжущего вещества. Древесная шерсть, то есть стружка длиной 200–500 мм, толщиной 0,3–0,5 мм и шириной 2–5 мм, получается путем специальной обработки коротких бревен ели, липы или сосны на специальных станках. В качестве вяжущего вещества используют портландцемент и раствор минерализатора (хлористого кальция). Плиты производятся толщиной 25, 50, 75 и 100 мм. Их теплопроводность составляет 0,1–0,15 Вт/(м·К), плотность 300–500 кг/м^3. Предел прочности фибролитовых плит на изгибе 0,4–1,2 МПа. Фибролит легко поддается обработке, его можно сверлить, пилить, вбивать в него гвозди. Используется в основном для теплоизоляции защитных конструкций, возведения каркасных стен, перегородок, перекрытий в сухих условиях.

Сотопласты представляют собой материалы, изготовленные методом склейки между собой гофрированных листов бумаги, хлопчатобумажной или стеклянной ткани, пропитанной предварительно полимером. Теплоизоляционные качества сотопласта можно повысить, заполняя ячейки крошкой из мипоры.

Ячеистые пластмассы в зависимости от характера пор подразделяются на пенопласты – материалы в основном с закрытыми порами в виде ячеек, разделенных тонкими перегородками, – и поропласты – ячеистые пластмассы с сообщающимися порами.

Также производят и материалы со смешанной структурой.

В ячеистых пластмассах поры занимают 90–98 % общего объема материала, на стенки приходится всего лишь 2–10 %, что позволяет ячеистым пластмассам быть легкими и малотеплопроводными. Одной из особенностей теплопроводных пластмасс является ограниченная температуростойкость. Большинство из них горючи, поэтому необходимо предусматривать меры защиты пористых пластмасс от непосредственного воздействия огня.

Ячеистые пластмассы водостойки, не подвержены гниению, твердые поро- и пенопласты достаточно прочны, эластичны и гибки. Теплоизоляционный слой пенопласта толщиной 5–6 см, имеющий плотность около 2–3 кг/м^3, эквивалентен слою 14–16 см из ячеистого бетона или минеральной ваты. Вследствие этого масса 1 м^2

трехслойной панели, утепленной ячеистой пластмассой, снижается на 20–50 кг. Ячеистые пластмассы в виде скорлуп и плит используют для утепления стен и покрытий, теплоизоляции трубопроводов при температуре до 60 °С.

Пористые пластмассы легко пилятся, режутся обычными способами, а также проволокой, нагреваемой электрическим током. Они хорошо схватываются с бетоном, металлом, древесиной, асбоцементом и пр.

Неорганические теплоизоляционные материалы – это минеральная вата и изделия из нее (среди последних распространены минераловатные плиты – твердые и повышенной жесткости), легкие и ячеистые бетоны (главным образом газобетон и пенобетон), пеностекло, стеклянное волокно, изделия из вспученного перлита и вермикулита, теплоизоляционная керамика, асбестосодержащие теплоизоляционная масса и изделия. Изделия из минеральной ваты получают переработкой расплавов горных пород или металлургических (главным образом доменных) шлаков в стекловидное волокно. Неорганические теплоизоляционные материалы, используемые в качестве монтажных, изготовляют на основе асбеста (асбестовый картон, бумага, войлок), смесей асбеста и минеральных вяжущих веществ (асбестодиатомовые, асбестотрепельные, асбестоцементные изделия) и на основе вспученных горных пород (вермикулиты, перлиты). Для изоляции промышленного оборудования и установок, работающих при температурах выше 1000 °С (например, печей, топок, котлов и т.д.), применяют так называемые легковесные огнеупоры, изготовляемые из огнеупорных глин или высокоогнеупорных оксидов в виде штучных изделий (кирпичей, блоков различного профиля).

Существует группа материалов, изготовляемых из смеси органического и неорганического сырья (фибролит, изделия из минеральной ваты на синтетическом связующем, высокопористые пластмассы, наполненные вспученным перлитом, легким керамзитом и др.). Их не выделяют в особую группу, так как в зависимости от преобладания неорганической или органической части относят к одной из двух упомянутых групп (например, минераловатные изделия на синтетическом или битумном связующем относят к неорганическим материалам, а фибролит – к органическим).

По структуре теплоизоляционные материалы классифицируют на волокнистые (минераловатные, стекловолокнистые), зернистые (перлитовые, вермикулитовые), ячеистые (изделия из ячеистых бетонов, пеностекло), сыпучие.

По содержанию связующего вещества теплоизоляционные материалы делятся на содержащие и не содержащие.

По возгораемости теплоизоляционные материалы подразделяются на несгораемые, трудносгораемые, сгораемые

По форме и внешнему виду различают теплоизоляционные материалы штучные жесткие (плиты, скорлупы, сегменты, кирпичи, цилиндры) и гибкие (маты, шнуры, жгуты), рыхлые и сыпучие (вата, перлитовый песок, вермикулит).

По плотности теплоизоляционные материалы делят на материалы средней плотности в сухом состоянии – на группы и марки: I группа – особо легкие (ОЛ), имеющие марки 15, 25, 35, 50, 75, 100; II группа – легкие (Л) – 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350; III группа – тяжелые (Т) – 400, 450, 500, 600.

Теплоизоляционные материалы по жесткости (относительной деформации) делятся на:

1. Мягкие (М) – относительное сжатие свыше 30 % при удельной нагрузке 1,96 кН/м^2 (минеральная и стеклянная вата, вата из каолинового и базальтового волокна, вата из супертонкого стекловолокна, маты и плиты мягкие из минерального волокна и штапельного стекловолокна).

2. Полужесткие (П) – относительное сжатие 6–30 % при удельной нагрузке 1,96 кН/м^2 (плиты полужесткие минераловатные на синтетическом связующем и из штапельного стекловолокна на синтетическом связующем).

3. Жесткие (Ж) – относительное сжатие до 6 % при удельной нагрузке 1,96 кН/м^2 (плиты жесткие из минеральной ваты на синтетическом или битумном связующем).

4. Повышенной жесткости (ПЖ) – относительное сжатие до 10 % при удельной нагрузке 3,92 кН/м^2 (плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем).

5. Твердые (Т) – относительное сжатие до 10 % при удельной нагрузке 9,8 кН/м^2.

По теплопроводности теплоизоляционные материалы разделяются на классы:

А – низкой теплопроводности до 0,06 Вт/(м·°С);

Б – средней теплопроводности – от 0,06 до 0,115 Вт/(м·°С);

В – повышенной теплопроводности – от 0,115 до 0,175 Вт/(м·°С).

По назначению теплоизоляционные материалы бывают теплоизоляционно-строительные (для утепления строительных конструкций) и теплоизоляционно-монтажные (для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов).

Теплоизоляционные материалы должны быть биостойкими, т.е. не подвергаться

загниванию и порче насекомыми и грызунами, сухими, с малой гигроскопичностью так как при увлажнении их теплопроводность значительно повышается, химически стойкими, а также обладать тепло- и огнестойкостью.

Рост спроса на теплоизоляционные материалы в России с каждым годом увеличивается на 15–20%. В общей сложности на сегодняшний день российские заводы могут выпускать более 54 млн куб. м теплоизоляционных материалов в год.

Использование теплоизоляционных материалов при строительстве жилых и промышленных зданий, тепловых агрегатов и трубопроводов является очень актуальным и перспективным в будущем.

Список литературы

1. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных материалов: учеб. для вузов / Ю.П. Горлов, А.П. Меркин, А.А. Устенко. – М.: Стройиздат, 1980. – 399 с.

2. Горяйнов К.Э. Технология теплоизоляционных материалов и изделий: учеб. для вузов / К.Э. Горяйнов, С.К. Горяйнова. – М.: Стройиздат,1982. – 376 с.

3. Технология производства теплоизоляционных и звукоизоляционных строительных материалов на основе минерального волокна и местных вяжущих: сб. науч. тр. – Вильнюс:ВНИИтеплоизоляция, 1982. – 112 с.

4. Сухарев М.Ф., Майзель И.Д., Сандлер В.Г. Производство теплоизоляционных материалов. – М.: Высшая шк., 1981. – 231 с.

5. Теплоизоляционные материалы и конструкции: учебник / Ю. Бобров, Е.Г. Овчаренко, Б.М. Шойхет, Е.Ю. Петухова. – М.: Изд-во «Инфра-М», 2003. – 268 с.

References

1. Gorlov YP The technology of thermal insulation materials: Textbook. for schools / Gorlov Y.P., Merkin A.P., Ustenko A.A. M.: Stroyizdat, 1980. 399: ill.

2. Goryaynov K.E., The technology of thermal insulation materials and products: Proc. for schools / Goryaynov K.E., Goryaynova S.K. M.: Stroyizdat, 1982. 376 *p*.

3. The technology of production of thermal insulation and sound insulation of building materials based on mineral fibers and local astringent. Sb. scientific. Tr. Vilnius: VNIIteploizolyatsiya, 1982. 112 *p*.

4. Sukharev M.F. Production of thermal insulation materials / Sukharev M.F., Meisel I.D., Sandler V.G. M.: Higher wk., 1981. 231 p.

5. Bobrov Y., Ovcharenko E.G., Shoikhet B.M., Petukhov E.J., insulating materials and construction: a textbook. Publisher «INFRA-M», 2003. 268 *p*.

Рецензенты:

Шибаков В.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Машиностроение», Набережночелнинский филиал Казанского федерального университета, г. Набережные Челны;

Сибгатуллин Э.С., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Промышленное, гражданское и строительство и строительные материалы», Набережночелнинский институт (филиал) Казанского федерального университета, г. Набережные Челны.

Работа поступила в редакцию 30.10.2014.