Теплоизоляционные материалы (ТИМ) – материалы и изделия, обладающие низкой теплопроводностью и предназначенные для тепловой изоляции зданий, сооружений, тепловых промышленных установок, технологического оборудования, холодильных камер, трубопроводов, транспортных средств и других объектов.

# Производство теплоизоляционных материалов

Применение теплоизоляционных материалов является одним из важнейших методов энергосбережения, а также имеет важное технологическое значение, позволяя уменьшать толщину конструкционных элементов. Теплоизоляционными называют материалы, характеризующиеся низкой теплопроводностью и применяемые для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов. Ассортимент применяемых в настоящее время утеплителей достаточно широк – от пенопластов до минераловатных композиций на полимерных и неорганических связующих.

Все теплоизоляционные материалы и изделия из них классифицируются по разным признакам на несколько групп. По виду основного исходного сырья различают: органические (пенополистирол, пенополиуретан, пенополивинилхлорид, вспененный полиэтилен, древесно-волокнистые изоляционные плиты, арболитовые изделия и др.) и неорганические (базальтовое волокно, минеральная, керамическая и стеклянная вата и изделия из них, диатомит, вспученный перлит и вермикулит, керамзит, пеностекло, ячеистые бетоны и др.). По структуре: волокнистые, зернистые (сыпучие), ячеистые. По форме: плоские (плиты, маты, войлок), рыхлые (вата, перлит), шнуровые (шнуры, жгуты), фасонные (сегменты, цилиндры, полуцилиндры и др.). По содержанию связующего вещества: содержащие и не содержащие. По термостойкости: несгораемые, трудносгораемые и сгораемые.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили следующие виды теплоизоляционных материалов: минеральная вата, базальтовое волокно, стекловата и изделия из них, перлитовые теплоизоляционные материалы, пенодиатомитовые теплоизоляционные материалы, пеностекло, ячеистые бетоны (пенобетон и газобетон) и керамзит. А с развитием современных технологий фасадной отделки зданий и сооружений особенно бурно растет российский рынок утеплителей из волокнистых теплоизоляционных материалов на композиционных полимерных и неорганических связующих, одним из компонентов которых являются ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТНЫЕ ДИСПЕРСИИ.

Твердой фазой и основной составляющей всех волокнистых теплоизоляционных материалов является волокнистая вата, получаемая из расплавов различных горных пород и других силикатных материалов, а также из доменных и мартеновских шлаков и из прочих отходов металлургических производств. Волокнистая вата состоит из стекловидных волокон и неволокнистых включений, образованных в результате затвердевания силикатного расплава. Волокна в среднем имеют диаметр 1 – 10 мкм и длину от 2 – 3 до 20 – 30 см. **Минеральную вату** получают из расплава легкоплавких горных пород, силикатных промышленных отходов, доменных шлаков и их смесей. Минеральная вата предназначена для изготовления теплоизоляционных, звукоизоляционных и звукопоглощающих изделий, а также в качестве теплоизоляционного материала в строительстве и промышленности с предельной температурой эксплуатации до 600 – 700 °C. При более высоких температурах наблюдается спекание волокон минеральной ваты. **Базальтовое волокно и каменную вату** получают из расплава базальтовых пород (базальтов, габбро, диабазов и близких к ним метаморфических горных пород и мергелей) при температуре около 1500 °C. В отличие от минеральной ваты, выпускаемой, преимущественно из смеси легкоплавких пород с промышленными минеральными отходами, теплоизоляционные материалы из базальтового волокна обладают более длительным сроком службы, повышенной виброустойчивостью, термо- и водостойкостью. Базальтовая теплоизоляция не изменяет своих начальных свойств в течение всего времени эксплуатации, не выделяет вредных веществ в окружающую среду, и не образует токсичных соединений с другими материалами. Основными компонентами для производства **стекловолокна** и **стекловаты** являются стеклобой, песок, сода, доломит, известняк, этибор и другие компоненты. Процесс волокнообразования происходит из расплавленной при температуре около 1400 °C стеклянной массы, которая распускается на волокна, как правило, под действием центробежной силы на центрифугах.

В настоящее время при производстве волокнистых теплоизоляционных материалов используют три основные технологии волокнообразования: центробежно-дутьевая, многовалковая и фильерно-вертикально-дутьевая. Наиболее распространенным является центробежно-дутьевой способ. При этом следует отметить, что вырабатываемая данным способом вата отличается низким качеством, с большим (до 25%) количеством неволокнистых включений и отходов волокнообразования. Фильерно-вертикально-дутьевой способ обеспечивает безотходную переработку расплава, но ввиду малой мощности и дороговизне применяемых в технологическом процессе питателей из платинородиевого сплава он используется, в основном, на линиях низкой производительности. Центробежно-валковый способ (центробежно-многовалковый) наиболее широко распространен в зарубежной практике и основан на подаче расплава на быстро вращающиеся валки. В России данная технология также внедрена на ряде крупных российских предприятий.

Качество изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов определяется многими параметрами. Среди наиболее значимых – химический состав твердой фазы, содержание неволокнистых включений, геометрия и ориентация волокон в пространстве, качественное, экологически безопасное связующее.

От химического состава твердой фазы в первую очередь зависят такие характеристики теплоизоляционных материалов как прочность, термостойкость, химическая стойкость. Прочность теплоизоляционных материалов определяется также параметрами поровой структуры изделия и ориентацией волокон в направлении действия напряжений. Однородное распределение пор по объему и уменьшение их среднего диаметра повышает прочность теплоизоляционных материалов. Прочность на сжатие возрастает с ростом количества вертикально ориентированных волокон. Положительно влияет на прочность также подбор связующего с улучшенными адгезионными свойствами по отношению к заполнителям.

Волокнистая структура также обеспечивает другое важное свойство волокнистых теплоизоляционных материалов – низкую теплопроводность, а также пренебрежимо малую усадку и сохранение геометрических размеров изделий в течение всего периода эксплуатации. Теплопроводность разных типов минеральных ват при нормальной температуре составляет 0,034 – 0,045 Вт/(мм/°С) и во многом зависит от геометрии и ориентации волокон в пространстве. Наиболее эффективными теплоизоляторами являются изделия с беспорядочно ориентированными волокнами.

Большинство изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов обладают высокой термостойкостью, эффективно препятствуют распространению пламени и применяются в качестве противопожарной изоляции и огнезащиты. Более кислые составы имеют большую стойкость, чем основные. Волокнистые изделия из горных пород базальтовой группы могут применяться в условиях очень высоких температур. Базальтоволокнистые материалы способны выдерживать температуру до 1000 °C и выше, и даже после разрушения связующего компонента, их волокна остаются неповрежденными и связанными между собой, сохраняя свою прочность и создавая защиту от огня.

Важной составляющей волокнистых теплоизоляционных материалов, оказывающей большое влияние на эксплуатационные и теплофизические характеристики волокнистых утеплителей, являются современные многокомпонентные связующие. Для волокнистых теплоизоляционных материалов характерно высокое водопоглощение, достигающее при погружении в воду до 600%. А, как известно, увеличение влажности теплоизоляционного материала значительно ухудшает его теплоизоляционные свойства. Применение  гидрофобизирующих пропиток в составе связующего позволяет снизить водопоглощение до 1,5 – 2%. Исследования по выбору связующего для производства теплоизоляционных плит показали эффективность использования для этих целей композиций из компонентов органического и неорганического происхождения. Применяемые в настоящее время комбинированные связующие, содержащее в своем составе ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТНУЮ ДИСПЕРСИЮ, синтетические смолы, натриевое жидкое стекло, поверхностно-активные вещества, гидрофобизатор, обеспыливающие и другие добавки, обеспечивают высокие эксплутационные свойства получаемых изделий, с повышенными показателями термо- и водостойкости, эффективными водоотталкивающими свойствами, неизменностью структуры, стабильностью геометрических размеров на весь срок эксплуатации.

Технология производства теплоизоляционных материалов из пенополиуретана является частным случаем изготовления разнообразных по способу производства и применения материалов для тепловой изоляции. Применение теплоизоляционных материалов является одним из важнейших методов энергосбережения, а также имеет важное технологическое значение, позволяя уменьшать толщину конструкционных элементов. Теплоизоляционными называют материалы, характеризующиеся низкой теплопроводностью и применяемые для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов. Ассортимент применяемых в настоящее время утеплителей достаточно широк – от пенопластов до минераловатных композиций на полимерных и неорганических связующих. Все теплоизоляционные материалы и изделия из них классифицируются по разным признакам на несколько групп. По виду основного исходного сырья различают: органические (пенополистирол, пенополиуретан, пенополивинилхлорид, вспененный полиэтилен, древесно-волокнистые изоляционные плиты, арболитовые изделия и др.) и неорганические (базальтовое волокно, минеральная, керамическая и стеклянная вата и изделия из них, диатомит, вспученный перлит и вермикулит, керамзит, пеностекло, ячеистые бетоны и др.). По структуре: волокнистые, зернистые (сыпучие), ячеистые. По форме: плоские (плиты, маты, войлок), рыхлые (вата, перлит), шнуровые (шнуры, жгуты), фасонные (сегменты, цилиндры, полуцилиндры и др.). По содержанию связующего вещества: содержащие и не содержащие. По термостойкости: несгораемые, трудносгораемые и сгораемые.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили следующие виды теплоизоляционных материалов: минеральная вата, базальтовое волокно, стекловата и изделия из них, перлитовые теплоизоляционные материалы, пенодиатомитовые теплоизоляционные материалы, пеностекло, ячеистые бетоны (пенобетон и газобетон) и керамзит. А с развитием современных технологий фасадной отделки зданий и сооружений особенно бурно растет российский рынок утеплителей из волокнистых теплоизоляционных материалов на композиционных полимерных и неорганических связующих, одним из компонентов которых являются поливинилацетатные дисперсии.

Твердой фазой и основной составляющей всех волокнистых теплоизоляционных материалов является волокнистая вата, получаемая из расплавов различных горных пород и других силикатных материалов, а также из доменных и мартеновских шлаков и из прочих отходов металлургических производств. Волокнистая вата состоит из стекловидных волокон и неволокнистых включений, образованных в результате затвердевания силикатного расплава. Волокна в среднем имеют диаметр 1 – 10 мкм и длину от 2 – 3 до 20 – 30 см. Минеральную вату получают из расплава легкоплавких горных пород, силикатных промышленных отходов, доменных шлаков и их смесей. Минеральная вата предназначена для изготовления теплоизоляционных, звукоизоляционных и звукопоглощающих изделий, а также в качестве теплоизоляционного материала в строительстве и промышленности с предельной температурой эксплуатации до 600 – 700 °C. При более высоких температурах наблюдается спекание волокон минеральной ваты. Базальтовое волокно и каменную вату получают из расплава базальтовых пород (базальтов, габбро, диабазов и близких к ним метаморфических горных пород и мергелей) при температуре около 1500 °C. В отличие от минеральной ваты, выпускаемой, преимущественно из смеси легкоплавких пород с промышленными минеральными отходами, теплоизоляционные материалы из базальтового волокна обладают более длительным сроком службы, повышенной виброустойчивостью, термо- и водостойкостью. Базальтовая теплоизоляция не изменяет своих начальных свойств в течение всего времени эксплуатации, не выделяет вредных веществ в окружающую среду, и не образует токсичных соединений с другими материалами. Основными компонентами для производства стекловолокна и стекловаты являются стеклобой, песок, сода, доломит, известняк, этибор и другие компоненты. Процесс волокнообразования происходит из расплавленной при температуре около 1400 °C стеклянной массы, которая распускается на волокна, как правило, под действием центробежной силы на центрифугах.

В настоящее время при производстве волокнистых теплоизоляционных материалов используют три основные технологии волокнообразования: центробежно-дутьевая, многовалковая и фильерно-вертикально-дутьевая. Наиболее распространенным является центробежно-дутьевой способ. При этом следует отметить, что вырабатываемая данным способом вата отличается низким качеством, с большим (до 25%) количеством неволокнистых включений и отходов волокнообразования. Фильерно-вертикально-дутьевой способ обеспечивает безотходную переработку расплава, но ввиду малой мощности и дороговизне применяемых в технологическом процессе питателей из платинородиевого сплава он используется, в основном, на линиях низкой производительности. Центробежно-валковый способ (центробежно-многовалковый) наиболее широко распространен в зарубежной практике и основан на подаче расплава на быстро вращающиеся валки. В России данная технология также внедрена на ряде крупных российских предприятий.

Качество изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов определяется многими параметрами. Среди наиболее значимых – химический состав твердой фазы, содержание неволокнистых включений, геометрия и ориентация волокон в пространстве, качественное, экологически безопасное связующее. От химического состава твердой фазы в первую очередь зависят такие характеристики теплоизоляционных материалов как прочность, термостойкость, химическая стойкость. Прочность теплоизоляционных материалов определяется также параметрами поровой структуры изделия и ориентацией волокон в направлении действия напряжений. Однородное распределение пор по объему и уменьшение их среднего диаметра повышает прочность теплоизоляционных материалов. Прочность на сжатие возрастает с ростом количества вертикально ориентированных волокон. Положительно влияет на прочность также подбор связующего с улучшенными адгезионными свойствами по отношению к заполнителям.

Волокнистая структура также обеспечивает другое важное свойство волокнистых теплоизоляционных материалов – низкую теплопроводность, а также пренебрежимо малую усадку и сохранение геометрических размеров изделий в течение всего периода эксплуатации. Теплопроводность разных типов минеральных ват при нормальной температуре составляет 0,034 – 0,045 Вт/(мм/°С) и во многом зависит от геометрии и ориентации волокон в пространстве. Наиболее эффективными теплоизоляторами являются изделия с беспорядочно ориентированными волокнами.

Большинство изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов обладают высокой термостойкостью, эффективно препятствуют распространению пламени и применяются в качестве противопожарной изоляции и огнезащиты. Более кислые составы имеют большую стойкость, чем основные. Волокнистые изделия из горных пород базальтовой группы могут применяться в условиях очень высоких температур. Базальтоволокнистые материалы способны выдерживать температуру до 1000 °C и выше, и даже после разрушения связующего компонента, их волокна остаются неповрежденными и связанными между собой, сохраняя свою прочность и создавая защиту от огня.