

Базальтовое волокно и базальтопластики

Базальтовое волокно производят из различных горных пород близких по химическому составу – базальта, базанитов, амфиболитов, габродиабазов или их смесей.

Производство базальтовых волокон основано на получении расплава базальта в плавильных печах и его свободном вытекании через специальные устройства, изготовленные из платины или жаростойких металлов. Плавильные печи могут быть электрическими, газовыми, или оборудоваться мазутными горелками. В качестве сырья для производства базальтовых волокон, используются базальтовые горные породы, средний химический состав которых следующий (% по массе): SiO_2 (47,5-55,0); TiO_2 (1,36-2,0); Al_2O_3 (14,0-20,0); $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ (5,38-13,5); MnO (0,25-0,5); MgO (3,0-8,5); CaO (7,-11,0); Na_2O (2,7-7,5); K_2O (2,5-7,5); P_2O_5 (не более 0,5); SO_3 (не более 0,5); прочие породы (не более 5) [18].

Свойства базальтовых волокон

Базальтовые волокна делятся на две большие группы: непрерывное волокно и дискретные волокна (вата, штапельное волокно), называемые еще базальтовыми тонкими волокнами (БТВ) [19].

Непрерывное базальтовое волокно имеет неопределенно большую длину, достигающую 30 и более километров.

Назначение непрерывного волокна [18]:

1. При толщине 7-15 мкм применяется как армирующий наполнитель при производстве композитов (базальтопластиков) и изделий на их основе с полимерными и неорганическими матрицами.

2. При толщине 15-24 мкм используется как армирующий наполнитель композитов с органическим и минеральным связующим (бетоном, асфальтом, гипсом и т.п.).

3. Как исходный материал применяется для производства тканей различного назначения (для фильтров, огнезащитной одежды, противопожарных кошм), рукавов (армирование труб, защита кабелей и т.д.).

Длина базальтовых дискретных волокон (БТВ) различных видов находится в пределах от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.

БТВ работоспособно в широком диапазоне температур (от -260 до $+700$ °C), вибростойко, сохраняет свою первоначальную форму при эксплуатации, химически инертно, негорюче и повышает огнестойкость объекта там, где оно применено. По комплексу свойств превосходит аналогичные материалы из стекловаты, минеральной ваты, шлаковаты и природных теплоизоляционных материалов (мох сфагнум, широко используемый в деревенском и коттеджном строительстве). При эксплуатации в течение 100 лет сохраняет свои свойства и не выделяет вредных для людей и природы химических соединений под воздействием окружающей среды (кислотные дожди и т.п.), поглощает шум и значительно ослабляет радиацию (в частности, альфа- и бета-излучение) [20].

Классификация волокон по диаметру:

- микротонкое (МТВ) – менее 0,5 мкм;
- ультратонкое (УТВ) – более 0,5 мкм;
- супертонкое (СТВ) – 1-3 мкм;

- тонкое – 4-12 мкм;
- утолщенное – 13-25 мкм;
- грубое – более 25 мкм.

В зависимости от диаметра волокно используется для различных целей:

- микротонкое – для фильтров очень тонкой очистки газо-воздушной среды и жидкостей; изготовления тонкой бумаги и специальных изделий;
- ультратонкое – для изготовления сверхлегких теплоизоляционных и звукопоглощающих изделий, бумаги, фильтров тонкой очистки газо-воздушных и жидкостных сред;
- супертонкое – базальтовая теплоизоляция, используется для изготовления прошивных теплозвукоизоляционных и звуко-поглощающих изделий, картона, многослойного нетканого материала, теплоизоляционного вязально-прошивного материала, длинномерных теплоизоляционных полос и жгутов, мягких теплоизоляционных гидрофобизированных плит, фильтров и др. [21, 22].

Специальная термическая обработка базальтовых супертонких волокон позволяет получить микрокристаллический материал со свойствами, отличающимися от обычных волокон. Микрокристаллические волокна превосходят обычные по температуре применения на 200 °С, по кислотностойкости – в 2,5 раза, а гигро-скопичность их в 2 раза ниже. Основным преимуществом этого вида базальтового волокна является отсутствие усадки при его эксплуатации. Из микрокристаллического волокна изготавливают высокотемпературоустойчивые теплоизоляционные материалы, плиты, а также фильтры для фильтрации агрессивных сред при высоких температурах [23].

– тонкие и утолщенные волокна из горных пород представляют собой слой беспорядочно расположенных волокон диаметром 9–25 мкм и длиной 5–30 мм. Получают их, в основном, методом вертикального раздува струи расплава воздухом (ВРВ) и вырабатывают в виде холстов, прошивных матов. Утолщенные волокна находят широкое применение в качестве фильтровальной основы дренажных систем гидротехнических сооружений;

– грубые волокна представляют собой относительно сыпучую дисперсно-волокнистую массу с длиной волокон 3–15 мм, диаметром 30–500 мкм, прочностью на разрыв 200–350 МПа, удельной поверхностью 28–280 см²/г. Волокна являются коррозионностойкими [24].

Диаметр элементарных волокон существенно влияет на свойства волокон и изделий из них: активную поверхность, гибкость, плотность, теплопроводность, звукопоглощение и др. Поэтому в зависимости от назначения и предъявляемых к изделиям требований используются волокна соответствующего диаметра [25].

Применение базальтового волокна

Благодаря комплексу уникальных свойств, базальтовые волокна и ткани могут быть использованы в самых разных отраслях промышленности.

В строительстве:

- армируемые панели для конструкции фасадов;
- сетки для стено-щелевого ремонта и покрытия стен зданий;
- арматура для усиления бетонных конструкций;
- жаростойкие технические ткани с увеличенным временем прожога для соответствия требованиям строительных норм;
- геосети для усиления дорог, стабилизации грунтов;

- рубленое волокно для укрепления материалов из эпоксидных смол и пластика.

Сектор производственного оборудования:

- ткани для армирования абразивных дисков;
- теплоизолирующие покрытия и перчатки;
- армирование коврового покрытия.

Сектор авиа- и автостроения:

- ровинг рубленый для армирования деталей, применяемых в строительстве корпусов автомобилей;

- ровинг рубленый для армирования фрикционных деталей, таких как тормозные колодки и крепления;

- наполнитель к нетканым материалам (холсты);

- высокотемпературные изоляционные перегородки;

- наполнители в автомобильных глушителях;

- армирующие ткани для деталей самолетов, лопастных ветряных мельниц, лопастей вертолетов и авто деталей.

Химическая и нефтеперерабатывающая промышленность:

- изоляционные материалы для химически-агрессивных сред;

- наполнитель фильтров для химически-агрессивных сред;

- производство труб для химически-активных сред.

Сектор товаров для спорта и отдыха: армирующие ткани для хоккейных клюшек, досок для виндсерфинга, сноубордов, корпусов лодок.

Сектор электроники: ткани для производства печатных электронных плат.

Базальтопластик – современный композитный материал на основе базальтовых волокон и органического связующего. Базальт – горная порода, составляющая 30% земной коры, его запасы неисчерпаемы [19].

Сегодня базальтопластик успешно конкурирует с изделиями из металла, превосходя их по коррозионно-, щелоче- и кислотостойкости и ряду других характеристик. Базальтопластики во многом близки к стеклопластикам. Однако более высокая стойкость базальтовых волокон к кислотам и щелочам по сравнению со стекловолокнами позволяет получать более хемостойкие материалы.

Получение базальтопластика

В качестве наполнителей используются рубленые базальтовые волокна, нити, жгуты, ткани, нетканые материалы, в редких случаях - бумаги. В качестве связующих используются те же виды, что и в производстве асбо- и стеклопластиков.

Технология переработки базальтопластиков и стеклопластиков в композиты и изделия также во многом похожа. Основной метод переработки - прессование под давлением до 30-50 МПа [19].

Свойства базальтопластиков

Свойства базальтопластиков определяются как характеристиками применяемого волокна, так и свойствами связующего. Они являются высококачественными конструкционными материалами с высокими механическими свойствами, термо- и огнестойкостью и особенно хемостойкостью. Поскольку базальтовые волокна более стойки к действию влаги, чем стекловолкнистые материалы, и мало изменяют свои диэлектрические характеристики при увлажнении, они используются также как высокотемпературные конструкционные диэлектрики.

Ранее применяемые в строительстве зданий металлические стержни из-за высокой теплопроводности были заменены прочным нетеплопроводным стеклопластиком. Третьим поколением строительных материалов стал еще более совершенный материал - базальтопластик.

Высокая прочность базальтовых волокон приближается к прочности углеродного волокна. Базальтопластиковые изделия в 3 раза прочнее изделий из стали и при этом в 4 раза их легче. Низкая плотность (легкость) материала, в свою очередь, позволяет возводить более высокие конструкции и экономить на транспортировке.

Долговечность, коррозионно-, щелоче- и кислотостойкость, стабильность состояния – вот следующие чрезвычайно важные свойства базальтопластика. Изделия из этого материала служат более 100 лет без потери качеств.

Базальтопластик обладает термо- и огнестойкостью. Он выдерживает длительное воздействие температуры до 700°C и кратковременное воздействие до 1000 °C (стекловолокно теряет прочность при температуре выше 300 °C). Фактический предел огнестойкости составляет не менее 151 мин [19]. Низкая теплопроводность – в 100 раз меньше металла. Его применение позволяет повысить теплоэффективность стен здания до 35%.

Сравнительные характеристики базальтопластиков с традиционными стеклопластиковыми приведены в табл. 1.11.

Таблица 1.11 – Сравнительные характеристики базальтопластиков с традиционными стеклопластиковыми [19]

Показатели	Базальтопластик	Стеклопластик
Плотность, кг/м ³	2030 / 1710	1650
Разрушающее напряжение, МПа: – при изгибе; – при сдвиге.	(635-740) / 520 26 / 22	206 24
Модуль упругости при изгибе, ГПа	45 / 37	15
Водопоглощение при 2-час. кип., %	0,2 / 0,33	0,38
Выход летучих при нагреве до 400 °C, %	5 / 7,5	16
Выход летучих при нагреве до 800 °C, %	19 / 21	38

Применение базальтопластиков

Базальтопластики – изделия конструкционного назначения для машиностроения, судостроения, автомобильной, авиационной и химической промышленности.

Базальтопластики применяются в основном как хемостойкие материалы и изделия, для футеровки оборудования, а также для изготовления изделий электротехнического назначения [19]:

- труб для нефтегазовой и химической промышленности;
- базальтовой арматуры;
- цистерн для хранения и транспортировки химически-активных продуктов;
- баллонов высокого давления и других профилей.