

В последнее время большое внимание при строительстве зданий и сооружений уделяют комфортности, а также системам и конструкциям, которые в дальнейшем уменьшат расход энерго- и теплоносителей. В связи с этим получили широкое применение теплоизоляционные материалы, которые позволяют сделать помещение прохладным летом и тёплым зимой. Также этот вид материалов широко применяют и при строительстве системы водоснабжения. Теплоизоляция производится как при строительстве новых, так и при реконструкции старых зданий. Технический прогресс прошлого столетия в определяющей степени был связан с созданием и широким применением композиционных материалов на основе стеклянных, углеродных, керамических и химических волокон. Сегодня эти материалы и изделия из них окружают нас повсюду. Вместе с тем, производство этих волокон и материалов является экологически опасным как для природы, так и для людей, и требует серьезной защиты. Последнее обстоятельство обусловило крайне осторожную и длительную по времени (около 30 лет) работу ученых и специалистов по созданию новых альтернативных дешевых материалов и экологически чистых изделий на их основе, способных заменить как «вредные», так и дорогостоящие волокна и изделия на их основе в реально возможных областях применения. Наиболее приемлемым сырьем для получения нового класса волокон с уникальными свойствами показали себя горные породы - базальты. Базальты - это высокостабильные по химическому и минералогическому составу экстрезивные магматические горные породы, запасы которых в мире практически не ограничены и составляют от 25 до 38% площади, занимаемой на Земле всеми магматическими породами. Базальтовое волокно получается из природных минералов путем их расплава и последующего преобразования в волокно без использования химических добавок. Спрос на него в настоящее время превышает предложение. Это объясняется более высокими потребительскими качествами базальтового волокна перед аналогами - изделиями из шлаковаты и стекловаты. Конструкции с использованием базальтовой теплоизоляции хорошо сохраняют тепло зимой и прохладу летом, защищают конструкции, не давая им промерзнуть в зимнее время, имеют высокую термостойкость [1, 2]. Однако в условиях повышенной влажности у изоляционных материалов из базальтового волокна снижаются физико-механические характеристики, а также теплоизоляционные свойства. Мировой опыт создания композиционных материалов свидетельствует о необходимости активации поверхности волокон. На сегодняшний день в производстве перед нанесением материала полимерной матрицы волокно обрабатывают химическими растворами, которые являются агрессивными средами и ядовиты, а значит, требуют сложных систем защиты и утилизации как опасные отходы. Перспективным инструментом обработки материалов различной природы является высокочастотная (ВЧ) плазма при пониженном давлении. Она позволяет обрабатывать органические и

неорганические материалы различного состава и структуры, а также поверхности изделий сложной конфигурации. Ко всему прочему технология обработки ВЧ плазмой является экологически безопасной. Предшествующий опыт модификации волокнистых материалов показывает положительное влияние ВЧ плазмы на их адгезионные свойства [3, 4]. Основным фактором модификации является поток низкоэнергетических (30-100 эВ) ионов, энергии которых достаточно для активации поверхности волокна. Для экспериментальных исследований использовалась опытно-промышленная ВЧ плазменная установка емкостного разряда с плоскопараллельными электродами, позволяющая проводить обработку поверхности базальтового волокна [5]. В качестве объекта исследования выбрана негорючая, термостойкая базальтовая плита марки WATTAT ПНТБ-200, произведенная на заводе WATTAT, ООО «СМП-Механика». В ходе исследования из исходного материала были вырезаны образцы одинаковой размерности: 100x100x50 мм. Для обработки базальтовую плиту с помощью зажимов закрепляли в центре разрядной камеры. Расстояние между электродами составляло 20 см. В работе входные параметры установки устанавливались в следующих пределах: расход плазмообразующего газа 0,04 г/с, давление в вакуумной камере 26 Па, напряжение на аноде U_a генераторной лампы 7,5 кВ. В качестве плазмообразующего газа в экспериментах использовался технический метан. В качестве варьируемого параметра выбрано время плазменного воздействия τ от 3 до 15 мин.

Определение теплопроводности базальтовой плиты проводили методом стационарного теплового потока по ГОСТ 7076-99 интерприбором ИТС-1 «150». После выдержки образцов базальтовой плиты в эксикаторе, из каждого из них были изготовлены пластины в виде прямоугольного параллелепипеда, наибольшие грани которого имели форму квадрата с размерами 100x100 мм. Толщина образцов составляла 16 мм. Для проведения измерений образец был помещен в измерительную ячейку между холодильником и нагревателем и прижат с требуемым усилием фиксирующим винтом. Затем был включен режим измерения, по окончании которого прибор выдал значение теплопроводности измеряемого образца. В таблице 1 представлены результаты исследования теплопроводности образцов базальтовой плиты. Таблица 1 - Показатели теплопроводности материала

Время обработки, мин	Относительная влажность, %	Температура, °C	Высота пластины, мм	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·K)
96,5	28,8	16,0	0,14	3
97,9	26,9	16,0	0,09	7
97,5	26,9	16,0	0,12	15
98,5	27,1	16,0	0,15	

Определение механических свойств базальтовой плиты проводили с помощью универсальной разрывной машины «SHIMADZU AGS-X». Сущность метода заключается в определении величины сжимающих усилий, вызывающих разрушение образца при соответствующих условиях испытаний. Для проведения исследования были подготовлены образцы в форме куба размерностью 50x50x50 мм. После чего подвергались действию нагрузки,

возрастающей равномерно со скоростью 25 кгс/сек до состояния 40% сжатия. Результаты представлены в таблице 2. Таблица 2 - Пределы прочности при сжатии материала

Время обработки, мин	Сила, Н	Напряжение, МПа	Контр.
1,1	31443	0,58	7
1414	0,55	15	1999
0,74	Определение предела прочности при изгибе проводили по ГОСТ 17177-94. Сущность метода заключается в определении величины усилий при изгибе образца, вызывающих его разрушение или прогиб при соответствующих условиях испытания. Для проведения исследования из изделия был сформирован образец квадратного сечения со стороной ребра 40 мм и длиной 200 мм. Подготовленные образцы были помещены на 2 цилиндрические опоры диаметром 10 мм. Расстояние между осями опор составляло 160 мм. Нагрузка на образец передавалась через валик диаметром 10 мм. В таблице 3 представлены результаты исследования предела прочности при изгибе образцов базальтовой плиты. Таблица 3 - Пределы прочности при изгибе материала		
Время обработки, мин	Сила, Н	Напряжение, МПа	Контр.
5,5	0,13	3	3,4
0,04	7	4,8	0,09
15	5,7	0,10	Испытание образцов на теплопроводность показало, что при обработке в течение 15 минут образец находившейся в условиях повышенной влажности близкой к 100% сохраняет свои свойства. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

Максимальное значение коэффициента теплопроводности достигнуто при относительной влажности равной 98,5% и при температуре 27,10С. Рис. 1 - Показатели теплопроводности материала

Таким образом, в результате проведенной работы, можно сделать следующие выводы:

- обработка базальтового утеплителя ВЧ плазмой пониженного давления влияет на его физико-механические свойства;
- оптимальное время обработки базальтового волокна ВЧ плазмой пониженного давления должно составлять не менее 15 минут;
- испытание образцов на теплопроводность показало, что при обработке в течение 15 минут образец, находившейся в условиях повышенной влажности близкой к 100% сохраняет свои свойства.
- максимальное значение коэффициента теплопроводности достигается при относительной влажности равной 98,5% и при температуре 27,10С.