

Развитие энергосберегающих технологий в развитых странах Европы, а также в России убедительно доказало необходимость применения эффективных теплоизоляционных материалов (ТИМ) для теплозащиты зданий, сооружений, промышленных агрегатов [1]. Расчеты, сделанные ведущими отечественными строительными институтами, подтверждают, что в ближайшие годы потребность в утеплителях будет резко расти. В частности, мировое производство минеральной ваты составляет около 5 млн. тонн в год, а в России выпускается пока менее 0,5 млн. тонн ваты в год. Для того чтобы создать достойную конкуренцию ведущим фирмам западных стран, необходимо увеличить объем производства данной продукции, улучшить ее качество и снизить себестоимость. Прежде всего, необходимо, по возможности, использовать отечественное сырье. В данной работе рассматривается возможность частичной замены связующего в пропиточной композиции, используемой для получения теплоизоляционных плит на основе базальтового волокна. В качестве связующего применяется фенолформальдегидная смола (ФФС) резольного типа, обладающая низкой теплопроводностью, высокими адгезионными свойствами к широкому спектру различных материалов; в отвержденном состоянии она становится неплавкой и нерастворимой; относится к негорючим материалам [2]. Последнее свойство является весьма актуальным. Оно позволяет успешно конкурировать на рынке сбыта с дешевым, но весьма пожароопасным пенополистиролом. Кроме того, известно, что материалы с изолированными порами, такие как пенополистирол, имеют более низкие звукоизоляционные характеристики по сравнению с материалами на волокнистой основе. Целью работы является исследование возможности частичной замены импортной ФФС на карбамидоформальдегидный концентрат (КФК) отечественного производства, стоимость которого в 3-4 раза ниже стоимости ФФС, для получения теплоизоляционного материала на основе базальтового волокна. Экспериментальная часть В работе использовались ФФС (производства фирмы «Dynea», Финляндия); КМК (ОАО «Метафракс», г.Губаха, Пермский край, Россия); добавки для композиций ООО «Изомин» (г.Ступино, Московская область, Россия). Соотношение ФФС и КФК варьировали в интервалах 50-80 мас.ч. ФФС и соответственно 50 – 20 мас.ч. КФК. Исследование состава КМК проводилось с помощью метода ПМР-спектроскопии. Определение физико-механических свойств теплоизоляционных материалов осуществлялось по методикам ГОСТ 9573-96 и ГОСТ Р ЕН 1609. Процесс получения теплоизоляционного волокнистого материала на основе базальтового волокна состоит из следующих стадий. На первой стадии путем взаимодействия фенолформальдегидной смолы с мочевиной получается премикс. На следующей стадии на основе премикса готовится водный раствор пропиточной композиции. Параллельно с этими стадиями готовится расплав базальтовой породы. Далее осуществляется подача расплава базальта на центрифугу, где формируются

базальтовые волокна, и там же с помощью распылительного устройства на волокна наносится пропиточная композиция. Следующей стадией получения теплоизоляционного материала является отверждение связующего в термокамере потоками горячего воздуха, сопровождающееся точечным склеиванием базальтовых волокон. При этом в процессе транспортировки к термокамере уже формируется теплоизоляционный мат определенных размеров, который впоследствии на завершающей стадии нарезается на блоки заданных размеров и упаковывается. При приготовлении премикса для связывания остаточного формальдегида вводится карбамид. При этом происходит образование преимущественно монометилоломочевины, которые при обработке пропиточной композицией базальтового волокна присоединяются к молекулам ФФС. Как было отмечено ранее [3], при разработке различных композиций на основе фенолформальдегидной смолы, для создания материала с заранее заданными свойствами важна каждая стадия процесса его получения. Поэтому необходимо было проанализировать, как отразится введение КФК в состав композиции на свойствах теплоизоляционного материала. В КФК содержится большое количество метилольных групп, о чем свидетельствуют данные по содержанию в олигомере структурных фрагментов, приведенные в таблице 1. Высокое содержание гемиформалей и олигометиленгликолей в КФК приводит к тому, что структура смолы при синтезе премикса становится более разветвленной: Следовательно, при отверждении таких олигомеров будет достигаться большая плотность сшивки и, следовательно, более высокие физико-механические показатели свойств. Сравним свойства образцов ТИМ, приготовленных на основе композиций без КФК и с использованием КФК (табл. 2). Как видно из таблицы 2 сжимаемость образцов при замене половины ФФС на КФК уменьшилась. Важным является снижение водопоглощения и сжимаемости образцов при сорбционном увлажнении, что позволяет использовать данный материал для внешней теплоизоляции зданий. Таблица 1 – Содержание структурных фрагментов\* в КФК-85, определенных методом ЯМР-1H-спектроскопии

Наименование структурных фрагментов	Количество*
Структурная формула Метилольные группы	у
Нвтор	8,1
Метилольные группы	у
Нтрет	13,2
Метиленэфирные мостики и гемиформали	51,9
Метиленгликоль	3,6
Олигометиленгликоли	20,5
CH <sub>2</sub> -группы в циклах	2,7

\*- содержание структурных фрагментов на 100 метиленовых групп. Таблица 2 – Свойства образцов ТИМ

Свойства	с КФК (50:50)	Без КФК
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	66,38	63,00
Водопоглощение, кг/м <sup>2</sup>	0,21	0,635
Сжимаемость, %	11,5	16,2
Сжимаемость при сорбционном увлажнении, %	14,16	19,9
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,036	0,036

Таким образом, частичная замена ФФС на КФК позволяет сохранить свойства получаемого ТИМ на уровне требований ГОСТ 9573-96 и ГОСТ Р ЕН 1609, а также значительно снизить его себестоимость. Испытания материалов, полученных на основе пропиточных композиций, содержащих карбамидоформальдегидный

концентрат, подтвердили сохранение их негорючести на прежнем уровне.