

05;07

Формирование композитов на основе минеральных волокон

© В.К. Дубовый, Е.И. Иванова, В.И. Иванов-Омский,
В.Б. Скупченко

Государственная лесотехническая академия им. С.М. Кирова,
С.-Петербург
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург
E-mail: ivanov.ivom@mail.ioffe.ru

Поступило в Редакцию 25 мая 2005 г.

Изучено влияние сульфата алюминия при формировании композита на основе базальтового волокна. Приводятся результаты совместного электронно-микроскопического и ИК спектрального исследования структуры композита. Показано, что введение сульфата алюминия сопровождается появлением в местах пересечения волокон наростов, скрепляющих их между собой, сопровождающееся появлением полосы поглощения гидроксильными группами, охваченными водородной связью. На основе анализа формы полосы поглощения дается оценка длин водородной связи.

Композиты на основе минеральных волокон находят важное применение в производстве различных бумажных материалов технического назначения [1,2]. Эмпирически установлено, что повышению прочности композитов способствует введение в минерально-волокнистую массу сульфата алюминия в нейтральной или слабощелочной среде, однако сам механизм связеобразования остается недостаточно изученным. В то же время вполне очевидно, что выяснение этого механизма откроет новые возможности контроля и автоматизации процесса формирования композитов на основе минеральных волокон.

С целью изучения механизма связеобразования в композитах на основе базальтового волокна в присутствии соединений алюминия проведены электронно-микроскопические исследования серии экспериментальных образцов, изготовленных на листоотливном аппарате ЛОА-2.

На рис. 1 приведены электронно-микроскопические изображения волокон базальта до и после введения сульфата алюминия с содержанием 80% Al_2O_3 (увеличено в 4000 раз). Видно, что если до введения

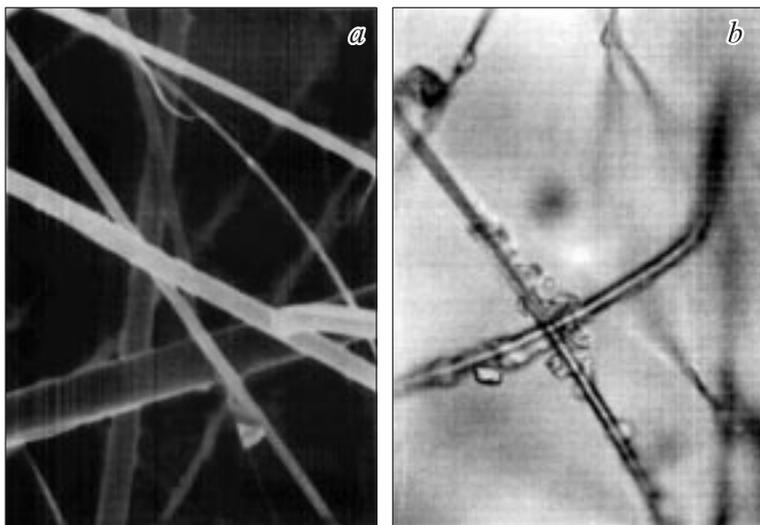


Рис. 1. Электронно-микроскопическое изображение волокон базальтового волокна: *a* — до введения сульфата алюминия (увеличение $\times 4000$); *b* — после введения 80% сульфата алюминия (в пересчете на Al_2O_3) (увеличение $\times 1181$).

сульфата алюминия волокна располагаются практически независимо друг от друга, то после его введения в местах пересечения волокон наблюдаются наросты полиядерных комплексов алюминия, скрепляющие волокна между собой. Информация о механизме скрепления волокон может быть почерпнута из исследования инфракрасных спектров экспериментальных образцов до и после введения в волокнистую гидросуспензию сульфата алюминия. С этой целью отливки получали с низкой массой 1 m^2 и толщиной $0.2\text{--}0.3 \text{ mm}$, из которых изготавливались образцы для измерения пропускания. На рис. 2 представлены фрагменты спектров ИК пропускания в области поглощения гидроксильными группами. Хорошо видно, что введение в волокнистую гидросуспензию сульфата алюминия привело к появлению достаточно широкой полосы поглощения в области частот $3800\text{--}2600 \text{ m}^{-1}$, актуальной для колебаний растяжения гидроксильных групп, охваченных водородной связью.

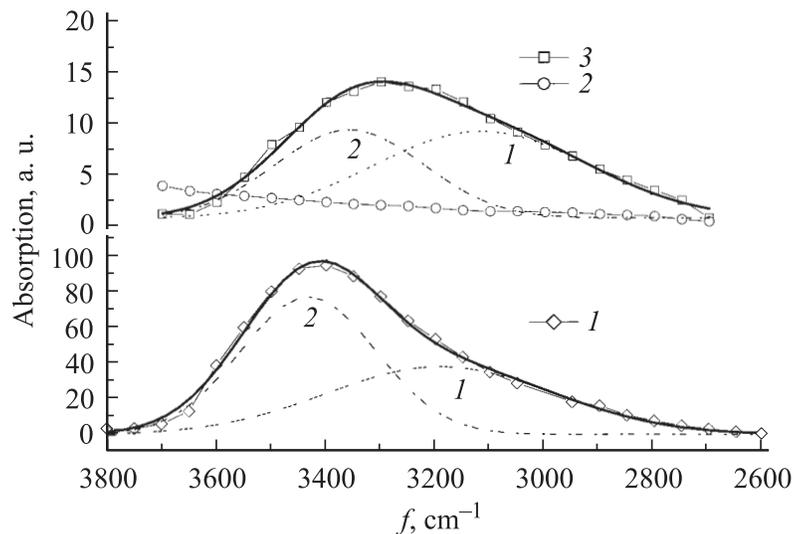


Рис. 2. Фрагменты ИК спектров с разложением на гауссовы контуры 1 и 2 (пунктиры): 1 — поглощение сульфата алюминия, 2 — базальтовое волокно до введения сульфата алюминия, 3 — базальтовое волокно после введения сульфата алюминия. Жирные линии — результат суммирования гауссовых контуров.

Известно, что характерная особенность сульфата алюминия состоит в способности образовывать полигидроксикомплексы с множеством гидроксильных групп, что проявляется в виде широкой полосы поглощения колебаниями гидроксильных групп, как это видно на рис. 2 (кривая 1). Компактное взаимное расположение гидроксильных групп способствует образованию устойчивых водородных связей, охватывающих в первую очередь внутренние гидроксильные группы полигидроксикомплекса, и тем самым определяющих его прочность. Однако, если в достаточно малой близости от частиц полигидроксикомплекса оказываются структурные компоненты с акцепторами протонов, например атомами кислорода, то они тоже оказываются вовлеченными в водородную связь. Можно поэтому полагать, что водный раствор сульфата алюминия именно по этому механизму действует, как связующий агент в компо-

Параметры разложения экспериментальных полос поглощения образцов на гауссовы контуры

Образец	Разложение ИК спектров на гауссовы контуры		Длины водородной связи		Относительная концентрация „сильной“ водородной связи
	Частота 1 контура, \AA	Частота 2 контура, \AA	$d_1, \text{\AA}$	$d_2, \text{\AA}$	
Базальт поверхностная плотность 6.5 g/m^2	3117 ± 137	3358 ± 34	2.68 ± 0.04	2.77 ± 0.02	1.42
Сульфат алюминия впрессованный в КВг	3191 ± 81	3432 ± 6	2.70 ± 0.03	2.82 ± 0.01	0.83

зитах на основе минеральных волокон, которые, как правило, содержат в своей структуре связанные атомы кислорода.

Анализ формы полосы поглощения гидроксильными группами, охваченными водородной связью, дает возможность оценить длины водородной связи (O—H...O) в полиядерных комплексах алюминия и в связанных им минеральных волокнах. С этой целью проведено разложение экспериментальных полос на гауссовы контуры, параметры которых приведены в таблице. Для оценки водородной связи мы воспользовались способом, изложенным в работе [3], согласно которому частота контура поставлена в соответствие с характерной длиной связи, а его интенсивность с их концентрацией. Видно, что структура водородной связи в полигидроксокомплексе и в композите примерно одинакова. Однако относительная концентрация длинных и коротких связей изменяется в сторону преобладания более коротких связей в композите. Это можно связать с усилением водородной связи в композите. Таким образом, водородная связь играет существенную роль в формировании композитов на основе минеральных волокон и продуктов гидролиза сульфата алюминия.

Список литературы

- [1] Дубовый В.К., Чижов Г.И. // Целлюлоза, бумага, картон. 2004. № 10. С. 4.
- [2] Дубовый В.К., Чижов Г.И. // Целлюлоза, бумага, картон. 2005. № 2. С. 3.
- [3] Иванов-Омский В.И. // Письма в ЖТФ. 2000. Т. 26. В. 12. С. 51.