

## СВЯЗЕОБРАЗОВАНИЕ В МИНЕРАЛЬНО-ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТАХ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

Исмаилова Халават Джабаровна<sup>1</sup>

Проф.кафедры «Общая химия»

Каршинского инженерно-экономического института (60112403),

E-mail: [eshdavlatovagulrux@gmail.com](mailto:eshdavlatovagulrux@gmail.com)

### АННОТАЦИЯ

*Композиты производятся по традиционной технологии, т.е. из совместной волокнистой суспензии и при достаточно низких концентрациях, что обеспечивает равномерное распределение волокон в суспензии, существует высокая вероятность взаимного проникновения самостоятельных сетчатых структур, их уплотнения и образования достаточно прочного композита. Изучены оценки величин сил сильной и слабой водородных связей определены соотношения площадей соответствующих гауссовых контуров.*

**Ключевые слова:** композит, волокон, суспензия, концентрация, гауссовых контуров, микро-композитов, водородная связь, сетчатый структур.

### ABSTRACT

*Composites are produced using traditional technology, i.e. from a joint fibrous suspension and at sufficiently low concentrations, which ensures uniform distribution of fibers in the suspension, there is a high probability of mutual penetration of independent mesh structures, their compaction and the formation of a sufficiently strong composite. Estimates of the strengths of strong and weak hydrogen bonds have been studied and the ratios of the areas of the corresponding Gaussian contours have been determined.*

**Key words:** composite, fibers, suspension, concentration, Gaussian contours, micro-composites, hydrogen bonding, network structures.

### ВВЕДЕНИЕ

В данное время для получения минерально-волокнистых композитов повышенной прочности целесообразно использование растительных волокон различного вида. При этом термостойкость полученных материалов снижается, но в ряде случаев требуются композиты, обладающие более высокой прочностью и меньшей термостойкостью. Использование для этой цели растительных волокон целесообразно, так как этот процесс можно осуществить в рамках единого технологического цикла, создав композицию волокон и

осуществив их формование на бумагоделательной машине без дополнительных переделов. Существенное значение имеет экономическая составляющая, поскольку растительные волокна заведомо дешевле как минеральных, так и полимерных связующих [1].

Представляет интерес для целей упрочения использовать полимерные термопластичные волокна, способные к образованию дополнительных межволоконных связей в композитах. Использование волокнистых связующих различных видов усложняет механизм связь образования и требует специального изучения, результаты которого должны лечь в основу технологии композитов повышенной прочности на основе минеральных волокон.

### ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ

В качестве основного метода исследования была предложена инфракрасная спектроскопия с разложением спектров на гауссовы контуры и определением энергетических характеристик связеобразования.

Измерение спектров пропускания минеральных волокон, а также минеральных волокон с добавкой сульфата алюминия и хлопкового волокна, размолотого в мельнице ЦРА до 70° ШР, производилось с помощью ИК-спектрометра Specord в диапазоне частот 2700...3800 см<sup>-1</sup>, характерных для колебательных частот гидроксильных групп, охваченных водородной связью. Анализ формы полосы поглощения гидроксильными группами использовали для оценки характерных длин водородной связи в минеральных волокнах. В основу анализа положено использованное ранее [2-3] соотношение длины водородной связи  $d$  с частотой поглощения  $\nu$  гидроксильной группой, охваченной водородной связью. В настоящей работе этот подход используется для исследования влияния водородной связи на формирование микрокомпозитов на основе минеральных волокон и гидроксилсодержащих компонентов.

Форма гидроксильной полосы поглощения анализируется с помощью эмпирического соотношения частоты колебаний протона  $\nu$  в гидроксильной группе и расстояния  $d(\text{Å})$  до ближайшего атома кислорода:

$$\nu = A - B \exp(-d/C), \quad (1)$$

где  $A$ ,  $B$  и  $C$  – численные коэффициенты, определяемые на основании анализа литературных данных [1]:  $A = 3590 \text{ см}^{-1}$ ;

$B = 3,04 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-1}$ ;  $C = 0,13 \text{ Å}$ .

На рис. 1 приведены фрагменты ИК-спектров пропускания для стекловолокна в области 2800...3600 см<sup>-1</sup> с характерными полосами поглощения; стекловолокна со связующим на основе сульфата алюминия;

хлопкового волокна; композита на основе стекловолокна с введением 30 % сульфата алюминия и 10 % хлопкового волокна.

Видно, что введение 30 %  $Al_2O_3$  в стекловолотно индуцирует широкую асимметричную полосу поглощения. В целях анализа формы полосы поглощения производили ее разложение на гауссовы контуры, пример которого для двух контуров представлен на рис. 2. Такое разложение вполне удовлетворительно описывает экспериментальную полосу поглощения для базальтового волокна. Контур с максимумом на частоте 2950  $cm^{-1}$  соответствует более сильной (меньшее расстояние до ближайшего атома кислорода  $d = 2,65$  А), контур с максимумом на частоте 3320  $cm^{-1}$  – более слабой ( $d = 2,77$  А) водородной связи. Точность разложения по площади контура составляет около 1 %. В исследованной области частот наблюдалась зависимость формы полосы поглощения от состава минеральных волокон и процентного содержания введенного  $Al_2O_3$ , что интерпретируется как изменение силы водородной связи. Для оценки величин сил сильной и слабой водородных связей определены соотношения площадей соответствующих гауссовых контуров. Зависимость силы водородной связи от процентного содержания  $Al_2O_3$  в минеральных волокнах иллюстрируется диаграммой (рис. 3), из которой видно, что наиболее сильная водородная связь проявляется в каолините, содержащем 80 %  $Al_2O_3$ .

Таким образом, анализ фрагментов ИК-спектров показывает, что введение полигидроксикомплексов алюминия организует межволоконное связеобразование между минеральными волокнами, которое можно квалифицировать как водородную связь [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

С использованием вышеизложенных методов измерения спектров пропускания и анализа форм полосы поглощения гидроксильными группами, в основу которого положено соотношение длины водородной связи  $d$  с частотой поглощения  $\nu$  гидроксильной группой, охваченной водородной связью, исследованы образцы стекловолокна с добавкой хлопковой целлюлозы, размолотой до 70° ШР в мельнице ЦРА в присутствии 30 % сульфата алюминия (см. рис. 1).

При анализе фрагмента ИК-спектра хлопковой целлюлозы обнаруживаются полосы поглощения, наиболее выраженные при частотах 3100 и 3280  $cm^{-1}$  и характерные для гидроксильных групп, связанных сильной водородной связью. Здесь же приведен фрагмент ИК-спектра стекловолокна с

добавкой 30 % сульфата алюминия и 10 % хлопкового волокна, на котором видно смещение в высокочастотную область (3300...3500 см<sup>-1</sup>), что характерно для слабых водородных связей, а также менее выраженные полосы 3100 и 3250 см<sup>-1</sup> для хлопкового волокна.

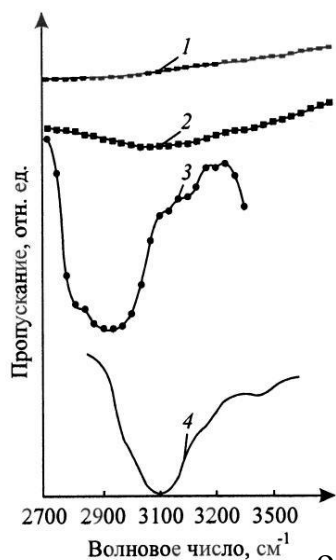


Рис. 1. Фрагменты ИК-спектров образцов в области колебательных частот гидроксид ионов: 1 – стекловолокно; 2 – стекловолокно + 30 % Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>; 3 – стекловолокно + 10 % хлопка + 30 % Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>; 4 – хлопок

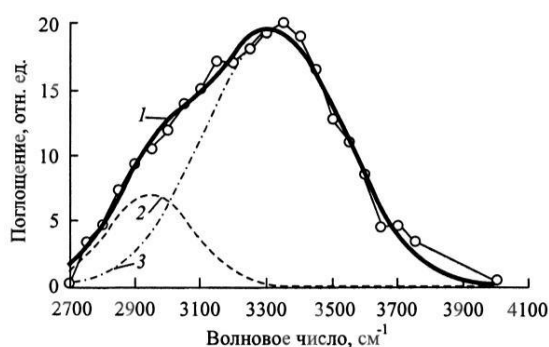


Рис.2.Разложение полосы поглощения базальтового волокна на гауссовы контуры: 1 – полоса поглощения; 2 – гауссов контур сильной Н-связи; 3 –слабой Н-связи

Разложение на гауссовы контуры (рис. 4) подтвердило распределение связей, характерное для смеси волокон, но при этом образование новых пиков не обнаружено, что означает отсутствие какого-либо химического взаимодействия составляющих композитов.

Однако при сравнении интенсивности связеобразования в композитах со связующим на основе сульфата алюминия и размолотого хлопкового волокна замечено значительное увеличение доли сильных водородных связей за счет связей в хлопковых волокнах (пик при 2900 см<sup>-1</sup>, соответствующий сильной водородной связи). Связи, образованные путем взаимодействия минеральных

волокон с полигидрокомплексами алюминия, менее энергичны, так как их длина выше. Хорошо размолотые хлопковые волокна, естественно, более сильный активатор как гомогенных (между однородными волокнами), так и гетерогенных (между хлопковыми и минеральными волокнами) связей.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Следует отметить, что в бумагоподобных композитах на основе минеральных волокон в присутствии связующих, как и в бумажных материалах на основе растительных волокон, по крайней мере, существуют следующие виды связей: обусловленные силами трения и зависящие главным образом от характера поверхности волокон и плотности структуры; межмолекулярного взаимодействия, или силы Ван-дер-Ваальса; водородная связь как частный случай координационной [7].

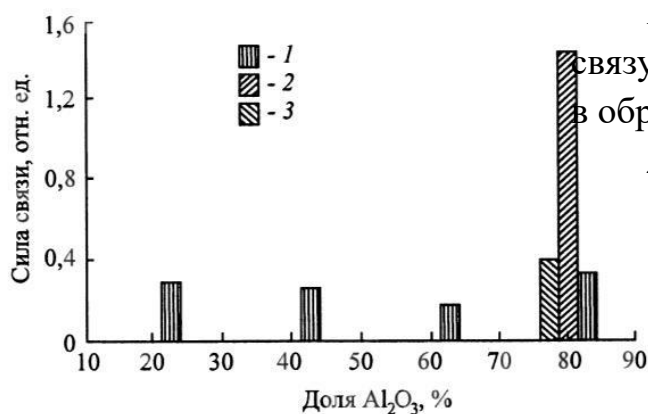


Рис. 3. Влияние количества связующих на силы водородной связи в образцах: 1 – стекловолокно, 2 – каолинит, 3 – базальт

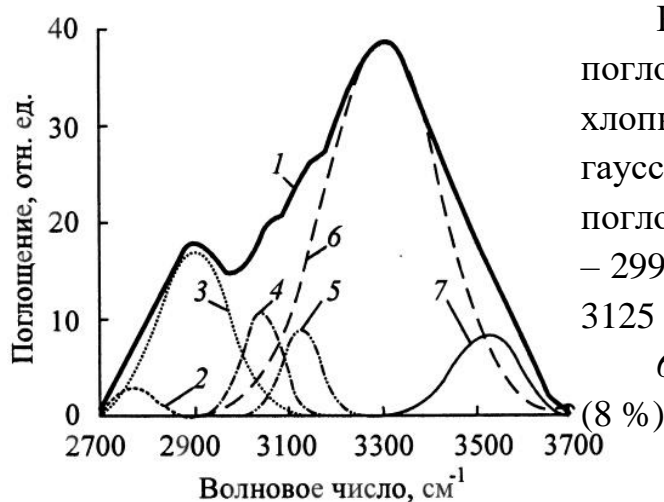


Рис. 4. Разложение полосы поглощения (1) стекловолокна + 10 % хлопка + 30 %  $Al_2(SO_4)_3$  (pH 7,68) на гауссовы контуры: 2 – максимум поглощения при  $\nu = 2775 \text{ см}^{-1}$  (2 %); 3 – 2990 (17 %); 4 – 3042  $\text{см}^{-1}$  (6 %); 5 – 3125  $\text{см}^{-1}$  (5 %); 6 – 3300  $\text{см}^{-1}$  (62 %); 7 – 3525  $\text{см}^{-1}$  (8 %)

Существенная разница в связях минеральных и растительных волокон заключается в следующем. В бумаге и картоне из растительных волокон силы

трения и Ван-дер-Ваальса вносят незначительный вклад в прочность по сравнению с водородными. С.Н. Иванов [5] справедливо отмечает, что чем меньше прочность бумаги (например, из неразмолотых и слабо размолотых волокон), тем большая часть общей прочности возникает за счет сил трения и Ван-дер-Ваальса. В случае материалов из минеральных волокон роль сил трения и Ван-дер-Ваальса может быть еще больше и даже превышать таковую для водородной связи. Когда в структуре композита на основе минеральных волокон присутствуют растительные волокна, отмечено преобладание более прочных водородных связей, увеличивающих прочностные характеристики материала в целом.

Отсутствие химического взаимодействия и очевидная невозможность образования водородных связей непосредственно между минеральными и растительными волокнами предполагает наличие самостоятельных структур минеральных волокон, связанных полигидроксикомплексами, и растительных волокон, связанных водородными связями. Поскольку композиты производятся по традиционной технологии, т.е. из совместной волокнистой суспензии и при достаточно низких концентрациях [10], что обеспечивает равномерное распределение волокон в суспензии, существует высокая вероятность взаимного проникновения самостоятельных сетчатых структур, их уплотнения и образования достаточно прочного композита.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Межволоконные связи в бумагоподобных композитах на основе минеральных волокон в присутствии хлопковых волокон интенсифицируются благодаря лучшим бумагообразующим свойствам.

2. Минеральные и растительные волокна не образуют непосредственно между собой связей физико-химического характера.

3. Упрочение композитов на основе минеральных волокон связано с образованием взаимнопроникающих сетчатых структур минеральных и растительных волокон.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)**

1. H.Ismoilova, O.Rakhimov, N.Turabaeva, G.Eshdavlatova. Irrigation regime of fine fiber cotton in the karshin steppe. Conference Committee. Indexed in leading databases – Scopus, Web of Science, and Inspec. Scopus & Web of Science indexed.
2. H.D.Ismoilova, G.E.Eshdavlatova // The influence of irrigation regimes on cotton productivity // BIO Web of Conferen ces 71, 01097 (2 023) CIBTA-II-2023. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101097>.

3. Ismailova, H. J., & Sulstonov, O. K. (2023). GOLDEN BRAIN. Multidisciplinary Scientific Journal. 1(35), 301–307. [https://t.me/goldenbrain\\_journal](https://t.me/goldenbrain_journal)
4. Ismailova H.J. STUDYING THE SALT COMPOSITION IN THE SOILS OF THE KARSHIN DESERT. Innovative Development in Educational Activities ISSN: 2181-3523 VOLUME 2 | ISSUE 24 | 2023. Scientific Journal Impact Factor (SJIF): 5.938 <http://sjifactor.com/passport.php?id=22323>
5. Ismoilova Xalavat Djabarovna. TUPROQ GRUNTLARINING SUV-FIZIKAVIY VA KIMYOVIY XOSSALARINI TADQIQ QILISH. AGRO KIMYO NI MOYA VA O‘SIMLIKLAR KARANTINI №6. 2023.
6. Исмаилова Халават Джабаровна. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ ХЛОПЧАТНИКА НА СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ. Universum: технические науки: научный журнал. – № 6(111). Часть 5., М., Изд. «МЦНО», 2023. – 16-20 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/6111>
7. Halavat ISMOILOVA. РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ХЛОПКА И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПЛОЩАДКАХ. O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI XAVARLARI, 2023, [3/2/1]. ISSN 2181-7324. KIMYO/ <http://journals.nuu.uz.natural.sciences>. 403-405 bet.
8. Эшдавлатова, Г. Э. (2023). ПАХТА ТОЛАЛИ МАТОЛАРГА ГУЛ БОСИШДА ҚУЮҚЛАШТИРУВЧИЛАР ҚЎЛЛАНИЛИШИНИНГ АМАЛИЙ ЖИҲАТЛАРИ. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 3(11), 905-909.
9. Эшдавлатова, Г. Э. (2023). РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО СОСТАВА ЗАГУСТИТЕЛЕЙ. *TA'LIM VA RIVOJLANISH TAHLILI ONLAYN ILMIY JURNALI*, 3(12), 123-126.
10. Дубовый, В.К. Изучение механизма возникновения свойств влагопрочности в бумаге из минеральных волокон [Текст] / В.К. Дубовый, Г.И. Чижов, В.В. Хованский // Лесн. журн. – 2005. – № 2. – С. 101–104. – (Изв. высш. учеб. заведений).