

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ СТЕН  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ВОЛОКНИСТОЙ ОСНОВЫ**

**PRODUCTION OF COMPOSITE MATERIALS  
FOR SOUND INSULATION OF WALLS  
WITH THE USE OF PLASMA TREATMENT OF A FIBROUS BASE**

*А.К. ХАЙРУЛЛИН, Р.А. МАКСИМОВ, С. БАЛЛЫЕВ*

*A.K. KHAIRULLIN, R.A. MAKSIMOV, S. BALLYEV*

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Kazan National Research Technology University)

E-mail: beckhenkel@mail.ru

*Изготовлены композиционные материалы с применением плазменной обработки волокнистой основы с целью увеличения ее однородности и уменьшения расхода связующего компонента. С полученными композиционными материалами проведены испытания на растяжение, стойкость к истиранию на звукопоглощающие свойства. Установлено, что плазменная обработка волокнистой основы позволяет увеличить прочность композиционных материалов на 15...22 %, стойкость к истиранию на 25...35 %, звукоизоляцию на 15...20 %.*

*Composite materials have been manufactured using fibrous base plasma treatment in order to increase its homogeneity and to reduce the consumption of a binder component. The obtained composite materials were tested for tensile strength, abrasion resistance and sound-absorbing properties. It has been established that the fibrous base plasma treatment makes it possible to increase the strength of composite materials by 15...22%, abrasion resistance by 25...35%, and sound insulation by 15...20%.*

**Ключевые слова:** композиционные материалы, волокнистая основа, плазменная обработка, ВЧЕ-плазма, предел прочности, стойкость к истиранию, коэффициент звукового поглощения.

**Keywords:** composite materials, fibrous base, plasma treatment, RFC-plasma, strength limit, abrasion resistance, sound absorption coefficient.

*Введение*

Одним из направлений рационального использования ресурсов в легкой промышленности является изготовление композиционных строительных материалов на волокнистой основе из кожевенной стружки [1]. Такие материалы обладают хорошими звуко-, теплоизоляционными характеристиками и предназначены для звукоизоля-

ции стен [2], [3]. Волокнистым компонентом данных композиционных материалов является кожевенная стружка, связующим компонентом является полимерная дисперсия. Кожевенная стружка получается при выравнивании кож по толщине, имеет форму тонких узких полосок, ее количество остается достаточно большим [4].

Предложено провести плазменную обработку кожевенной стружки с целью увеличения ее однородности и уменьшения расхода связующего компонента. В ранее проведенных работах установлено, что низкотемпературное плазменное (НТП) воздействие на физико-механические и эксплуатационные характеристики капиллярно-пористых и волокнистых материалов существенно зависит от химического состава компонентов материала, а также от продолжительности обработки [5...7].

#### Методы

Обработка проводилась в опытно-промышленной высокочастотной емкостной (ВЧЕ) плазменной установке [8]. Использовались следующие параметры плазменной обработки: частота генератора  $f = 13,56$  МГц; давление в рабочей камере  $P = 26,6$  Па; расход плазмообразующего газа – аргона  $G = 0,04$  г/с; продолжительность обработки  $t = 5...15$  мин; мощность разряда  $W_p = 1,6$  кВт. Кожевенная стружка помещалась в плексигласовый барабан между электродами ВЧЕ-плазменной установки и обрабатывалась в заданном режиме с постоянным перемешиванием.

После плазменной обработки кожевенная стружка смешивалась с водной дисперсией поливинилацетата (ПВА) концентрации 35...55 % в соотношении 70:30. Образцы композита размером  $10 \times 10$  см и толщиной от 1...1,2 см формировались и высушивались в течение 48 часов.

Контрольные и опытные образцы композиционных материалов испытывались на осевое растяжение по ГОСТ 32656–2014, на стойкость к истиранию по ГОСТ Р 52491–2005, определялся коэффициент звукового поглощения по ГОСТ 23499–2009.

#### Результаты и обсуждения

Установлено, что обработка образцов ведет к увеличению предела прочности при растяжении получаемого композиционного материала. Наибольшая прочность достигается при концентрации ПВА 35 % и продолжительности НТП обработки 5...7 мин, наблюдается повышение прочности на 15...22% по сравнению с контрольными образцами (рис. 1).

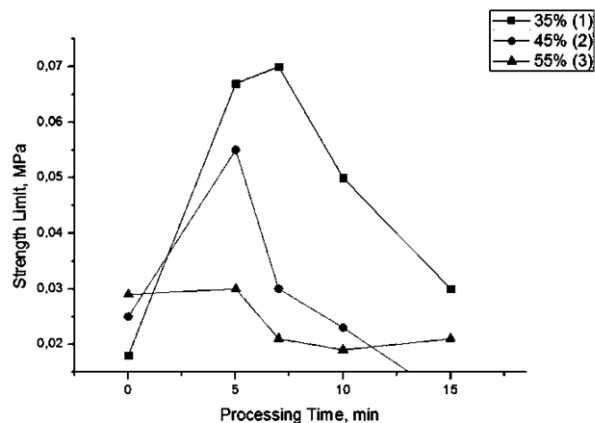


Рис. 1

Установлено, что у образцов композита из кожевенной стружки, модифицированной ВЧЕ-плазмой в режиме  $W_p = 1,6$  кВт;  $P = 26,6$  Па;  $G = 0,04$  г/с;  $t = 5$  мин, и с концентрацией ПВА 35 % наблюдается повышение стойкости к истиранию на 25...35%; у образцов композита из кожевенной стружки, модифицированной ВЧЕ-плазмой в режиме  $W_p = 1,6$  кВт;  $P = 26,6$  Па;  $G = 0,04$  г/с;  $t = 7$  мин, и с концентрацией ПВА 35 % наблюдается повышение стойкости к истиранию на 10...13% по сравнению с контрольными образцами. У образцов композита из кожевенной стружки, модифицированной ВЧЕ-плазмой в режиме  $W_p = 1,6$  кВт;  $P = 26,6$  Па;  $G = 0,04$  г/с;  $t = 10$  мин, и с концентрацией ПВА 45 % стойкость к истиранию увеличивается на 10...25% по сравнению с контрольными образцами (рис. 2).

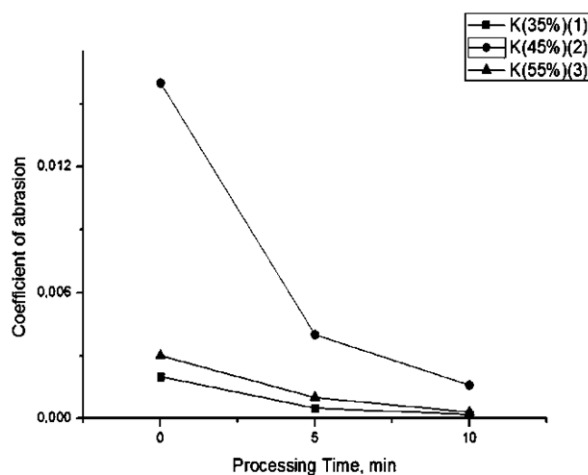


Рис. 2

Исследованы звукоизолирующие свойства полученного композита методом измерения изоляции воздушного шума внутрен-

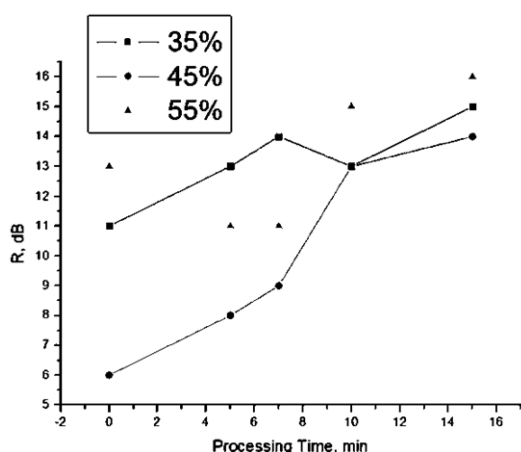


Рис. 3

Установлено, что у образцов композита из кожевенной стружки, модифицированной ВЧЕ-плазмой в режиме  $W_p = 1,6$  кВт;  $P = 26,6$  Па;  $G = 0,04$  г/с;  $t = 5$  мин, и с концентрацией ПВА 35 % и 45 % звукоизолирующие свойства увеличиваются по сравнению с контрольными образцами, а у образцов композита с концентрацией ПВА 55 % уменьшаются по сравнению с контрольными образцами в камере высокого давления (КВД) (рис. 3). В камере низкого давления (КНД) значения индекса изоляции воздушного шума увеличиваются после обработки в течение 7 мин (рис. 4). У образцов композиционных материалов из кожевенной стружки, модифицированной в режиме  $W_p = 1,6$  кВт;  $P = 26,6$  Па;  $G = 0,04$  г/с;  $t = 15$  мин на 15...20% улучшаются звукоизолирующие свойства по сравнению с контрольными образцами.

## ВЫВОДЫ

Исходя из результатов проделанных испытаний, можно сделать вывод, что использование обработанной кожевенной стружки позволяет получить материал с удовлетворительными показателями эксплуатационных и функциональных свойств. Прочность зависит от концентрации связующего компонента и продолжительности плазменного воздействия. Плазменная обработка кожевенной стружки в

ними ограждающими конструкциями (рис. 3,4).

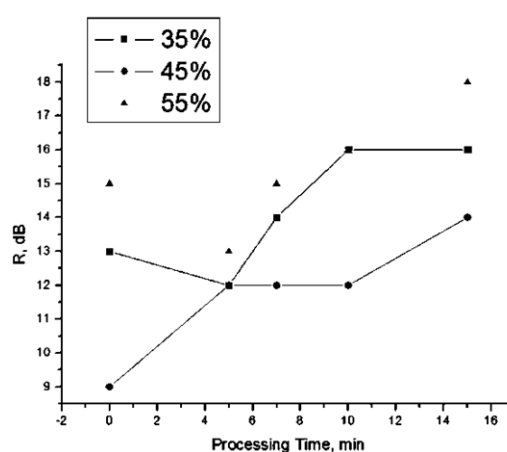


Рис. 4

режиме  $W_p = 1,6$  кВт;  $P = 26,6$  Па;  $G = 0,04$  г/с;  $t = 7...15$  мин позволяет улучшить звукоизоляцию композиционных материалов, в режиме  $W_p = 1,6$  кВт;  $P = 26,6$  Па;  $G = 0,04$  г/с;  $t = 5...10$  мин позволяет увеличить стойкость к истиранию. Однако максимальная прочность наблюдается у образцов из кожевенной стружки, полученной в режиме  $W_p = 1,6$  кВт;  $P = 26,6$  Па;  $G = 0,04$  г/с;  $t = 5...7$  мин, и с концентрацией ПВА 35 %.

Таким образом, ВЧЕ-плазменная обработка кожевенной стружки в режиме  $W_p = 1,6$  кВт;  $P = 26,6$  Па;  $G = 0,04$  г/с;  $t = 7$  мин позволяет снизить количество связующего компонента при одновременном повышении эксплуатационных и функциональных свойств композиционного материала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ибрагимов Р.Г., Степин С.Н., Шаехов М.Ф., Джанбекова Л.Р. Модификация обувного картона высокочастотной плазмой пониженного давления // Вестник Казанского технологического университета. – 2009, №4. С.87...95.
2. Cheng H., Cheng X. Mechanical and tribological properties of MWCNTs-reinforced thermoplastic poly(p-oxybenzoate) composites // Journal of Reinforced Plastics and Composites. – № 31 (11), 2012. P.785...795.
3. Wang X., Song Lei, Pornwannchai Wiwat, Hu Yuan, Kandola Baljinder. The effect of graphene presence in flame retarded epoxy resin matrix on the mechanical and flammability properties of glass fiber-reinforced composites // Composites: Part A. – № 53, 2013. P. 88...96.

4. Мuryчева В.В., Ясинская Н.Н. Перспективы создания в Республике Беларусь композиционной кожи и других видов композиционных материалов из отходов кожевенного производства // Мат. докл. Междунар. научн.-практ. конф.: Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: теория и практика. – 2016. С. 8...12.

5. Miftakhov I.S., Trofimov A.V., Nagmutdinova A.I., Voznesensky E.F., Sharifullin F.S., Krasina I.V. and Rakhmatullina G.R. About a possibility of increasing the adhesion strength between mineral glass and polymeric binder under radio-frequency induction plasma treatment // Journal of Physics: Conference Series. – V.789, 2017.

6. Джанбекова Л.Р. Физическая модель взаимодействия коллагенсодержащих волокнистых материалов с низкотемпературной плазмой пониженного давления // Вестник Казанского технологического университета. – 2009, №4. С.193...198.

7. Рахматуллина Г.Р., Низамова Д.К., Ахвердиев Р.Ф., Рязанцева Е.Ю., Тихонова В.П., Шаехов М.Ф.. Физические процессы в капиллярно-пористом материале и покрытии в ВЧ - плазме пониженного давления // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. – 2019, Т.1, №10. С. 299...302.

8. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашапов Н.Ф. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2000.

#### REFERENCES

1. Ibragimov R.G., Stepin S.N., Shaekhov M.F., Dzhanbekova L.R. Modification of shoe cardboard with low-pressure high-frequency plasma // Bulletin of the Kazan Technological University. - 2009, No. 4. P.87...95.

2. Cheng H., Cheng X. Mechanical and tribological properties of MWCNTs-reinforced thermoplastic

poly(p-oxybenzoate) composites // Journal of Reinforced Plastics and Composites. - No. 31 (11), 2012. P.785 ... 795.

3. Wang X., Song Lei, Pornwannchai Wiwat, Hu Yuan, Kandola Baljinder. The effect of graphene presence in flame retarded epoxy resin matrix on the mechanical and flammability properties of glass fiber-reinforced composites // Composites: Part A. - No. 53, 2013. P. 88...96.

4. Murycheva V.V., Yasinskaya N.N. Prospects for the creation in the Republic of Belarus of composite leather and other types of composite materials from waste leather production // Mat. report International scientific-practical Conf.: Waste processing of textile and light industry: theory and practice. – 2016. P. 8...12.

5. Miftakhov I.S., Trofimov A.V., Nagmutdinova A.I., Voznesensky E.F., Sharifullin F.S., Krasina I.V. and Rakhmatullina G.R. About a possibility of increasing the adhesion strength between mineral glass and polymeric binder under radio-frequency induction plasma treatment // Journal of Physics: Conference Series. – V.789, 2017.

6. Dzhanbekova L.R. Physical model of interaction of collagen-containing fibrous materials with low-temperature low-pressure plasma. Bulletin of the Kazan Technological University. - 2009, No. 4. P.193...198.

7. Rakhmatullina G.R., Nizamova D.K., Akhverdiev R.F., Ryazantseva E.Yu., Tikhonova VP, Shaekhov MF. Physical processes in capillary-porous material and coatings in low-pressure HF plasma // Low-temperature plasma in the processes of applying functional coatings. - 2019, V.1, No. 10. P. 299...302.

8. Abdullin I.Sh., Zheltukhin V.S., Kashaпов N.F. High-frequency plasma-jet processing of materials at reduced pressures. Theory and practice of application. - Kazan: Kazan Publishing House. state un-ta, 2000.

Рекомендована кафедрой плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов. Поступила 21.12.21.