

---

УДК 620.22

## ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ МОДИФИКАЦИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (КМ) ПУТЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЛН СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО (СВЧ) ДИАПАЗОНА

*Карпухин К.Ю., студент 2 курса Института электронной  
техники и машиностроения*

*Злобина И.В., магистрант 1 курса Института электронной  
техники и машиностроения*

*Научный руководитель – Бекренев Н.В., доктор технических наук,  
профессор  
СГТУ имени Гагарина Ю.А.*

**Ключевые слова:** волны сверхвысокочастотного диапазона, композиционные материалы, полимерные материалы, физическая модификация

*В работе приведен механизм модификации композиционных материалов путем СВЧ воздействия, объяснена его физическая сущность, описаны протекающие релаксационные процессы на примере полиметилметакрилата и достигаемые результаты.*

В настоящее время одним из актуальных направлений является совершенствование и разработка материалов, способных противостоять термическим, химическим воздействиям, что находит применение в строительстве, машиностроении, авиастроении и других отраслях.

В рамках указанной тенденции отмечается активное использование композиционных материалов (КМ), представляющих собой искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с четкой границей раздела между ними. В большинстве КМ (за исключением слоистых) компоненты можно разделить на матрицу (или связующее) и включенные в неё армирующие элементы (или наполнители). В композитах конструкционного назначе-

ния армирующие элементы обеспечивают необходимые механические характеристики материала (прочность, жёсткость и т.д.), а матрица – совместную работу армирующих элементов и защиту их от механических повреждений и агрессивной [1,2].

Применение СВЧ обработки материала является одним из видов физической модификации при получении КМ, вызывающее протекание в материале сложных физико-химических процессов. Необходимость в альтернативных технологиях модификации полимеров связана, в некоторых случаях, с многостадийностью традиционных процессов, высокими энерго- и трудовыми затратами, экологической напряженностью производства. Интенсивные исследования по применению электрофизических методов обработки материалов и изделий показали эффективность использования для этой цели энергии СВЧ электромагнитных колебаний [3].

Под влиянием физических колебательных воздействий, как и при нагревании, повышается подвижность структурных элементов полимера, то есть по существу такие воздействия эквивалентны повышению температуры. Наибольшего эффекта от применения колебательных воздействий следует ожидать при совпадении частоты внешнего воздействия с частотой собственных колебаний структурных элементов макроцепей. Если образец полимерного материала подвергать переменной механической нагрузке с определённой частотой при различных температурах, то максимальные потери механической энергии (максимальный угол сдвига фаз между усилием и деформацией) наблюдаются при такой температуре, при которой период релаксации совпадает с продолжительностью действия силы, то есть когда внешняя сила наиболее эффективно расходуется на принудительное перемещение сегментов в направлении действующей силы [1].

Так как в полимерах существует спектр времён релаксации, соответствующий различным релаксационным процессам, наряду с главным максимумом потерь могут появиться другие максимумы. Например, у полиметилметакрилата главный максимум потерь появляется при температуре около 100 °С и обусловлен затратой энергии на принудительное перемещение сегментов основной цепи. При понижении температуры движение сегментов затормаживается и потери, характеризующиеся углом сдвига фаз  $\delta$ , резко падают [3].

Таким образом, применение СВЧ волн в целях модификации КМ материалов представляется актуальной и перспективной задачей в

рамках материаловедения, способной повлиять на развитие ряда отраслей промышленности.

*Библиографический список*

1. Физическое материаловедение. В 6 томах. –Том IV. Физические основы прочности. - М.: МИФИ, 2007. - 696с.
2. Композиционные материалы / под ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. - М.: Машиностроение, 1990. - 512с.
3. Архангельский, Ю.С. Сверхвысокочастотные нагревательные установки для интенсификации технологических процессов / Ю.С. Архангельский, И.И. Девяткин. - Саратов: Издательство Саратовского университета, 1983. - 140с.

## **SUMMARY OF PHYSICAL MODIFICATION OF COMPOSITE MATERIALS (CM) BY THE ACTION OF WAVES ULTRAHIGH- FREQUENCY (UHF) RANGE**

*Karpuhin K.Y., Zlobina I.V.*

**Key words:** *wave microwave range, composite materials, polymeric materials, physical modification*

*The work is a modification of the mechanism of composite materials by microwave exposure, explained his physical nature, are described in the relaxation processes occurring example polymethylmethacrylate and achieved results.*