

ацетилирования у пациентов с РС и здоровыми добровольцами, проживающими с ними в одной географической зоне, т. е. в Юго-Восточном регионе РБ, показано наличие статистической взаимосвязи медленного фенотипа N-ацетилирования с развитием РС. Следовательно, доказано, что фенотип N-ацетилирования является предиктором развития РС.

### **Выводы**

1. У пациентов с рассеянным склерозом преобладает медленный фенотип N-ацетилирования, который имеет место в 89 % случаев.

2. Фенотип N-ацетилирования является предиктором развития рассеянного склероза ( $p = 0,012$ ).

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Демина, Л. Симптоматическая терапия рассеянного склероза / Л. Демина // Consilium Medicum. — 2002. — Т. 4, № 2. — С. 324.
2. Попова, Н. Особенности терапии рассеянного склероза / Н. Попова // Consilium Medicum. — 2004. — Т. 3, № 8. — С. 645.
3. Рассеянный склероз: руководство для врачей / Т. Е. Шмидт [и др.]; под общ. ред. Т. Е. Шмидта. — 2-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2010. — 272 с.
4. Soppak, F. McDonald criteria in clinic of multiple sclerosis: 5-year active treatment extension of the phase 3 BENEFIT trial / F. Soppak // Lancet Neurol. — 2012. — Vol. 8, № 12. — P. 97–99.
5. Сатырова, Т. В. Эффективность и безопасность сульфасалазина у пациентов с язвенным колитом в зависимости от активности N-ацетилтрансферазы 2: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.03.06 / Т. В. Сатырова. — Гомель: ГГМУ, 2011. — 29 с.

**УДК 621.315.5**

## **РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ ВОДОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭКОЛОГИИ**

**Банний В. А., Игнатенко В. А., Евтухова Л. А.**

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

### **Введение**

Среди техногенных проблем значительную долю составляют проблемы электромагнитной экологии, электромагнитной безопасности и электромагнитной совместимости радиоэлектронной техники и систем защиты информации. Массовая эксплуатация радиотехнических устройств СВЧ породила в XXI веке эти глобальные проблемы. За последние десятилетия существенно возрос уровень электромагнитного загрязнения. Высокая чувствительность организма человека и других биологических объектов к воздействию электромагнитного излучения (ЭМИ) обусловила необходимость их защиты [1]. Радиопоглощающие материалы (РПМ) и электромагнитные экраны (ЭМЭ) на их основе, первоначально применявшиеся лишь при конструировании объектов военной техники, малозаметных для радиолокационных систем обнаружения, являются эффективным средством решения этих проблем. Существует широкая номенклатура РПМ и ЭМЭ, огромный выбор компонентов и способов формирования композитных РПМ. Тем не менее, при создании современных композитных РПМ необходим поиск новых функциональных модификаторов связующего, обеспечивающих достижение требуемого коэффициента отражения электромагнитных волн в заданном диапазоне частот при минимальных толщине и массе ЭМЭ. В качестве компонента РПМ все чаще используют воду [2], которая отлично поглощает энергию ЭМИ, однако ее применение ограничено конструктивно-технологическими сложностями фиксации жидкой фазы в структуре экрана.

### **Цель работы**

Изучение механизмов взаимодействия ЭМИ СВЧ-диапазона с полимерными водо-

содержащими композитами; разработка научных основ совмещения полимерного связующего и водосодержащих компонентов и создание полимерных композитов, наполненных водой или содержащих связанную воду.

**Объектами исследования** являлись водосодержащие РПМ на основе термопластов. Стандартными методами переработки термопластов формировали пористые, волокнистые и вспененные полимерные материалы и заполняли их поровый объем водой, водными растворами солей или гелями.

С использованием измерителя коэффициента стоячей волны и ослабления Р2-61, в диапазоне частот ( $\nu$ ) 8–12 ГГц, исследованы радиофизические характеристики образцов градиентной структуры с различным объемным содержанием воды, водных растворов солей и водосодержащих гелей.

### **Результаты и обсуждение**

Способность материала поглощать ЭМИ зависит от его электрических и магнитных свойств. Наиболее информативными характеристиками реакции среды на воздействие внешнего электромагнитного поля, являются частотные дисперсии комплексных величин диэлектрической и магнитной проницаемостей, а также тангенсов углов диэлектрических и магнитных потерь. Вода является диэлектриком и, соответственно, диэлектрические потери наиболее выражены при взаимодействии ЭМИ с водой. Диэлектрические потери обусловлены инерционностью поляризации компонентов вещества. Они имеют релаксационную природу. Наличие разностей фаз ( $\delta$  и  $\delta_m$ ) приводит к диэлектрическим ( $tg\delta$ ) потерям и, в итоге, к поглощению энергии ЭМИ [3].

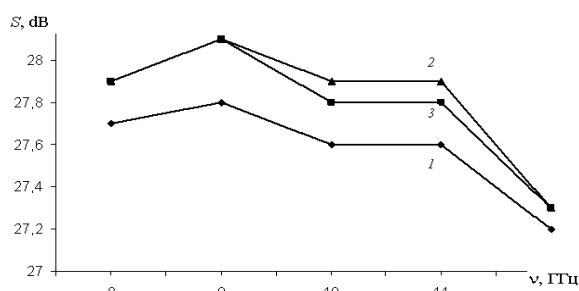
Также следует отметить, что защищаемые от ЭМИ биологические объекты являются поглотителями энергии ЭМИ миллиметрового диапазона [4]. Это обусловлено тем, что биологические объекты представлены как гетерогенные многокомпонентные структуры, содержащие связанную и «капсулированную» воду с растворенными в ней минералами. Сложное строение биологических клеток, состоящих из слоистых диэлектрических мембран, клеточной электролитической среды, ядра обуславливает диэлектрические потери энергии ЭМИ и ее интерференционное рассеяния на границах мембран и других структурных неоднородностях. Не менее важным фактором избирательного воздействия СВЧ-излучения на биообъекты является наличие в мембранах клеток и кутикуле радиопоглощающего вещества — хитина [4]. Таким образом, сама природа под

составляющих компонентов с высокой диэлектрической проницаемостью ( $\epsilon$ ), в частности, воды и водных растворов солей. Растворы электролитов, по сравнению с чистой водой характеризуются повышенными значениями вязкости, диэлектрической проницаемости, электропроводности. Диэлектрическая проницаемость полярных жидкостей, подверженных ориентационной поляризации, сравнительно велика. Так, для воды  $\epsilon = 81$  при частоте ЭМВ  $\nu = 50$  Гц;  $\epsilon = 65$  при  $\nu = 10$  ГГц [5]. Минерализация воды инициирует появление ионов проводимости и дополнительно «запускает» другой механизм потерь энергии ЭМИ — на электропроводность за счет возникновения

вихревых токов в проводящих компонентах взаимодействия ЭМИ с водосодержащими композиционными материалами являются величины отражения и ослабления электромагнитной энергии, зависящие от количества и свойств поглощающего наполнителя, в частности воды или водных растворов. Сравнивая величины ослабления ЭМИ разными образцами, можно анализировать их водосодержание. При незначительном содержании воды (10 %) коэффициент отражения ( $R$ ) практически не зависит от того, какой стороной к источнику ЭМИ расположен образец и составляет в среднем 44 %. По мере увеличения содержания воды в объеме до 50 % зависимость отражающей способности от

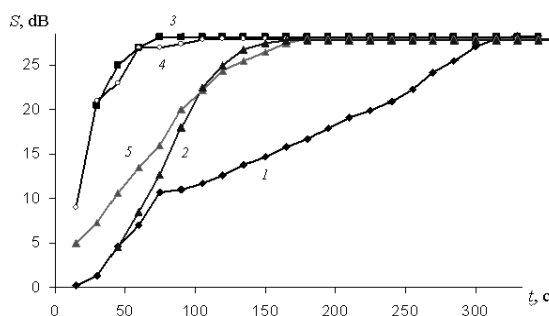
градиентных свойств образца усиливается и разница между  $R$  для образца, в котором концентрация воды увеличивается по мере прохождения волны вглубь материала (в среднем составляет 56 %), и  $R$  для образца с обратными свойствами (71 %) увеличивается. С ростом частоты ЭМИ отмечалось уменьшение  $R$  от 71 до 44 %. Следует отметить, что при 85 % содержании воды в образце материал теряет свойства градиентной структуры и дальнейшие изменения в содержании воды и размерах образцов не влияют на  $R$ . Для согласования со свободным пространством в качестве внешнего слоя многослойного ЭМЭ эффективнее использовать материал с меньшим содержанием воды и постепенным увеличением ее концентрации по мере прохождения волны вглубь материала.

На рисунке 1 представлены частотные зависимости величины ослабления ( $S$ ) энергии нормально падающей плоской электромагнитной волны (в волноводе) для различных образцов жидкостей: дистиллированной воды, водного раствора поливинилового спирта (ПВС), водных растворов хлорида натрия.



**Рисунок 1** — Частотные зависимости ослабления ( $S$ ) энергии нормально падающей плоской электромагнитной волны (в волноводе) для образцов жидкостей, толщиной  $h = 30$  мм:  
 1 — дистиллированная вода; 2 — водный раствор ПВС (10 % масс);  
 3 — водный раствор хлорида натрия (1 % масс)

Вода, как и другие жидкости, в зависимости от температуры может переходить из твердого агрегатного состояния в жидкое и обратно. Характерной особенностью фазового преобразования является резкое изменение свойств вещества. Эти изменения отражаются на изменении радиофизических характеристик [2]. С этой целью проведены исследования по оценке радиофизических характеристик различных жидкостей, находящихся в твердом состоянии при их таянии (при комнатной температуре) с течением времени, т.е. при фазовом переходе (рисунок 2).



**Рисунок 2** — Зависимости ослабления ( $S$ ) энергии нормально падающей плоской электромагнитной волны (в волноводе) для образцов жидкостей, толщиной  $h = 30$  мм, при переходе из твердого агрегатного состояния в жидкое: 1 — дистиллированная вода; 2 — водный раствор ПВС (10 % масс); 3–5 — водные растворы хлорида натрия, 1 %, 0,5 %, 0,25 % масс, соответственно

Электропроводность пресноводного льда очень мала и во много раз ниже электропроводности воды. Удельное электрическое сопротивление воды существенно зависит от температуры. Например, удельное электрическое сопротивление пресноводного льда

при частоте колебаний электромагнитных волн  $\nu = 50$  Гц и температуре  $0^\circ\text{C}$  равно  $3,67 \times 10^7$  Ом·м, а при минус  $20^\circ\text{C}$  равно  $1,9 \times 10^7$  Ом·м, тогда как дистиллированная вода, из которой был получен этот лед, имела сопротивление порядка  $10^6$  Ом·м.

Предложены полимерные РПМ на основе поливинилового спирта (ПВС). Он является эмульгирующим, адгезионным и пленкообразующим полимером и обладает высокой прочностью при растяжении и гибкостью. Созданы ЭМЭ с небольшой массой, в качестве несущей основы которых использованы вспененные полимерные материалы, представляющие собой пространственный каркас, характеристики которого задаются параметрами пенообразования. Пенообразование происходит при диспергировании газа в жидкой полимерной фазе или во время выделения газовой фазы из пенообразователей. Выполнены эксперименты с пенополимерными листовыми образцами фиксированной толщины, которые заполняли одинаковыми объемами воды. После заполнения пор водой герметизировали образцы полимерными пленками.

Нетканые волокнистые полимерные материалы (melt-blown) из полиэтилена и полипропилена являются альтернативой вспененным материалам. Диаметр волокон и объем порового пространства регулируются технологическими режимами формирования melt-blown материала. Поры ЭМЭ на основе melt-blown материалов могут быть заполнены водой, гелями на водной основе и герметизированы полимерной пленкой.

Изготовление ЭМЭ из композиционных материалов, содержащих водную фазу, привлекает малой удельной массой и доступностью основного радиопоглощающего компонента. Изучены механизмы поглощения энергии ЭМИ СВЧ-диапазона водосодержащими композитами на основе термопластов. Предложены вспененные и волокнистые РПМ, содержащие воду и ли водные растворы солей, а также РПМ на основе ПВС. Эффективность таких РПМ может быть самой высокой, а стоимость — достаточно умеренной за счет применения дешевых и недефицитных компонентов. Полимерные РПМ и ЭМЭ, содержащие жидкофазные компоненты, позволяют обеспечить современные требования электромагнитной экологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Электромагнитные поля и здоровье человека / Ю. Г. Григорьев [и др.]; под ред. Ю. Г. Григорьева. — М., 2002. — 177 с.
2. Эффективность несвязанной воды как радиопоглощающего компонента электромагнитных экранов при отрицательных температурах / В. А. Ломач [и др.] // *Материалы, технологии, инструменты*. — 2011. — № 4. — С. 41–41.
3. Банний, В. А. Взаимодействие СВЧ-излучения с полимерным композитным электромагнитным экраном: физические модели и эксперимент / В. А. Банний, В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчук // *Материалы, технологии, инструменты*. — 2008. — № 2. — С. 45–51.
4. Банний, В. А. Поглотители микроволновой энергии на основе термопластов и биополимеров / В. А. Банний, В. А. Игнатенко // *Сб. статей междунауч. конф. «Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем»*. — Минск: БГУ, 2012. — 244–246 с.
5. Грудинская, Г. П. Распространение радиоволн / Г. П. Грудинская. — М.: Высш. шк., 1967. — 244 с.

УДК 616.133.3:616.831-005.8-053.81

## ЭКСТРАКРАНИАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ В ПАТОГЕНЕЗЕ ИНФАРКТОВ МОЗГА В МОЛОДОМ ВОЗРАСТЕ

*Барabanова Э. В., Капацевич С. В.*

Государственное учреждение образования  
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»  
Государственное учреждение  
«Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии»  
г. Минск, Республика Беларусь

*Введение*