РАЗДЕЛ XIX. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Марценюк В.В.

Применение полимерных электретов на основе реактопластов в качестве мембран конденсаторных микрофонов

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/trnio-12-2021-304

Аннотация

Показано возможное применение полимерных электретов на основе реактопластов в качестве мембран конденсаторных микрофонов. Преимуществом замены стандартной парамагнитной (металлической) мембраны является исключение из записанного звука характерных обертонов при применении полимерной электретной мембраны. Представлены сравнительные характеристики полученных полимерных электретных мембран с имеющимися аналогами.

Ключевые слова: термореактивные смолы, электреты, полимерный электрет, электретная мембрана, практическое применение, конденсаторный микрофон.

Abstract

Possible application of polymer electrets based on thermosets as membranes for condenser microphones is shown. The advantage of replacing the standard paramagnetic (metal) membrane is the elimination of characteristic overtones from the recorded sound when using a polymer electret membrane. Comparative characteristics of the obtained polymeric electret membranes with existing analogs are presented.

Keywords: thermosetting resins, electrets, polymer electret, electret membrane, practical application, condenser microphone.

Разработанные полимерные электреты [1] испытаны для применения в телефонных капсюлях вместо стальных мембран, что приводит к улучшению качества записи звука (исключаются характерные металлические обертоны), значительно увеличивается срок службы электрета: с нескольких месяцев до нескольких лет.

В изученных полимерных электретах, полученных с применением реактопластов, стабильный электрический заряд сохраняется в течение многих лет. В таких электретах не происходит самопроизвольного стекания носителей электрических зарядов, так как они зафиксированы в сетчатой структуре реактопластов.

Исходным устройством является телефонный капсюль (ТК-67-Н). Его легко разобрать, извлечь стальную мембрану и заменить её аналогичной по размерам электретной мембраной. Присоединив к капсюлю стандартный разъём 3,5 мм, его подключают к звуковой карте компьютера вместо собственного встроенного микрофона. Записанный и затем воспроизведенный звук по громкости не уступает звуку, записанному через стандартный микрофон.

Разработана простая и доступная технология получения электретных мембран, при этом совершенно отсутствуют энергетические затраты на поляризацию материала. Лимитирующей (самой медленной) стадией в получении электретного полимера является продолжительность его отверждения. Устройство работает следующим образом (рис. 1): снимают крышку капсюля 4, извлекают стальную мембрану, заменяют её мембраной 3 из полимерного электрета и закрывают капсюль крышкой 4. Под действием акустических колебаний заряды электретной мембраны совершают механические колебания со звуковой

частотой, что вызывает появление в цепи обмотки электромагнита электродвижущей силы, соответствующей частоте звуковых колебаний. Этот сигнал звуковой частоты поступает на усиление и запись.

Рисунок 1. Схема использования телефонного капсюля в качестве электретного микрофона: 1 – полюса электромагнита; 2 – обмотка электромагнита; 3 – электретная мембрана; 4 – крышка капсюля; 5 – корпус капсюля; 6, 7 – контакты кабеля для подачи сигнала на усиление и запись.

Преимущества новых мембран: модуль упругости полимерной мембраны на один-два порядка величины меньше модулям упругости стальной мембраны. Следовательно, собственные частоты электретной мембраны значительно меньше собственных частот стальной мембраны, поэтому через электретную мембрану не записываются высокочастотные металлические обертоны, что приводит к повышению качества звука, записанного через данное устройство, по сравнению со звуком, записанным через обычный динамический или угольный микрофон. Достоинством нового микрофона является пониженная материалоемкость и простота конструкции по сравнению с известным электретным микрофоном (рис. 2) [2].

Рисунок 2. Капсюль электретного конденсаторного микрофона МКЭ-1 в собранном виде: 1 – неподвижный электрод; 2 – крепёжные винты; 3 – сквозные отверстия; 4 – плексигласовое кольцо; 5 – буртик; 6 – глухие отверстия; 7 – изоляционная втулка; 8 – электретная мембрана; 9 – контакт с электретной мембраной; 10 – холостая мембрана

Громкость записанного звука лежит в пределах -21 dB (рис. 3). По своей себестоимости изделия из новых электретов вполне конкурентоспособны по сравнению со стальными изделиями и изделиями из полимеров (табл. 1).

Рисунок 3. Сравнение громкости парамагнитной (1) и полимерной (2) мембран

По величине поверхностной плотности заряда новые электреты могут уступать свежим изделиям из известных электретов на основе термопластов, но выгодно отличаются от них повышенной стабильностью электрических зарядов.

Таблица 1

Сравнение характеристик различных мембран

Характеристики	Сталь	Электреты на основе термопластов	Известный аналог на основе реактопласта [3]	ЭД-20 на полимерной подложке №1	ЭД-20 на полимерной подложке №2	ЭД-20 на металлической подложке
Плотность ρ , кг/м ³	7500 – 8000	960 – 1330	1050 – 1500	1280 – 1320	1200 – 1240	1230 – 1270
Модуль упругости E , МПа	110000 – 200000	3000 – 16000	6000 – 8000	10000 – 12000	6000 – 8000	5000 – 7000
σ , Кл/м ²	-	$10^{-4} - 10^{-8}$	$10^{-6} - 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8} - 5 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-9} - 7 \cdot 10^{-9}$

<i>Период релаксации τ_e</i>	-	<i>7-30 суток</i>	<i>Наблюдается стабильность в течение 8 лет</i>	-	<i>Наблюдается стабильность в течение 5 лет</i>	-
<i>Себестоимость C, руб/кг</i>	>200	-	<i>170 – 190</i>	-	<i>150 – 170</i>	-

1. Марценюк В.В. Новые полимерные электреты на основе реактопластов / В.В. Марценюк, В.Н. Студенцов // Пластические массы. – 2019. – № 3-4. – С. 47-49;
2. Справочник по электротехническим материалам / Под редакцией Ю.В. Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева, Т. З. – Ленинград: Энергия. – 1976. – 986 с.;
3. Пат. 2298245 РФ, МПК H01G 7/02. Способ получения полимерного электрета / Р.В. Лёвин, В.Н. Студенцов, Е.А. Скудаев, Л.М. Дорошенко // Заявитель и патентообладатель – ГОУ ВПО СГТУ, заяв. – 20.12.2005, опубл. – 27.04.2007.