

УДК 665.765.035

## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ С ПРИСАДКАМИ

А. А. Рухадзе, У. Юсупалиев, Ю. М. Егоров, В. Г. Лугин, С. А. Шутеев

*Приведены результаты экспериментальных исследований влияния длительности воздействия СВЧ излучения заданной мощности на оптические характеристики жидких синтезируемых диэлектриков с присадками. Показано, что для определенной массы диэлектрика требуемые оптические характеристики достигаются при оптимальной длительности облучения СВЧ.*

1. Получение веществ с заданными физико-химическими свойствами всегда было актуальным как в научном, так и в прикладных отношениях. В последнее время для такой цели, в отличие от традиционных (термических) методов синтеза [1], стали использовать СВЧ излучение, например, для синтеза некоторых лекарств, технических масел [2]. Однако вопросы влияния СВЧ излучения на синтез веществ до сих пор не достаточно подробно изучены. Целью данной работы является исследование влияния длительности воздействия СВЧ излучения на оптические свойства жидких диэлектриков с присадками.

2. Исследование влияния воздействия СВЧ на оптические свойства жидких диэлектриков с присадками проводилось на установке, состоящей из СВЧ генератора (с частотой 2.45 ГГц, регулируемой мощностью до 750 Вт), волноводного тракта, измерительного диагностического стенда. В волноводном тракте была изготовлена рабочая секция объемом 1.5 л, куда помещалась базовая диэлектрическая жидкость с необходимыми присадками.

Проводились измерения мощности отраженного и проходящего через исследуемую диэлектрическую жидкость СВЧ излучения, а также начальной и конечной температур

исследуемой диэлектрической жидкости. Точность измерения мощности СВЧ излучения составляла  $\pm 10 \text{ Вт}$ , а температуры –  $\pm 0.3^\circ \text{C}$ .

Исследование физико-химических свойств синтезируемых веществ показали, что индикатором изменения указанных свойств является их оптическое свойство. Поэтому сравнивались характерные особенности оптической прозрачности веществ (например, технического масла), синтезированных двумя способами: термическим способом и воздействием СВЧ излучения на синтезируемое вещество. Термический способ синтеза заключается в нагревании до  $60^\circ \text{C}$  механически перемешанной базовой жидкости со специальными присадками и поддержанием ее температуры при  $60^\circ \text{C}$  в течение 4-6 часов [1].

Проведенные опыты показали, что характерной особенностью оптической прозрачности полученного вещества является коротковолновая часть границы его пропускания. Измерения его оптической прозрачности производились с помощью калиброванных спектрофотометров в спектральном диапазоне  $370 - 800 \text{ нм}$  по стандартной методике [3].

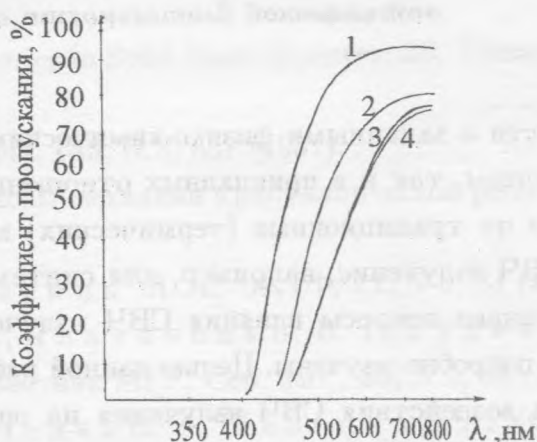


Рис. 1. Зависимость коэффициента пропускания от длины волны  $\lambda$  СВЧ излучения.

3. На рисунке представлены коротковолновые части границы пропускания базовой жидкости (кривая 1), однородной смеси базовой жидкости и указанных присадок без нагрева и без воздействия СВЧ излучения (кривая 2), жидкостей, синтезированных термическим способом (кривая 3) и воздействием СВЧ излучения (кривая 4). Кривая 4 относится к жидкости массой  $m = 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ . Такая масса жидкости выбрана в соответствии с амплитудой напряженности электрического поля СВЧ излучения  $E =$

50 В/см и длительности его воздействия  $\tau = 30$  сек. При этом изменение температуры жидкости не превышало ее ошибки измерения ( $0.3^\circ\text{C}$ ).

Опыты показали, что с ростом длительности  $\tau$  воздействия СВЧ излучения коротковолновая часть границы пропускания синтезированной диэлектрической жидкости сдвигается в длинноволновую часть спектра и одновременно величина пропускания снижается на 9 – 15%. Причем, спектральная зависимость коротковолновой части пропускания жидкости, синтезированной с помощью СВЧ излучения при длительности его воздействия  $\tau = 30$  сек, совпадает с соответствующей зависимостью для вещества, полученного термическим способом. При этом оказалось, что физико-химические свойства синтезированного с помощью СВЧ излучения вещества совпадают с соответствующими свойствами вещества, полученного термическим способом.

Дальнейшее увеличение  $\tau$  приводит к нагреву синтезированного вещества, но без существенных изменений его оптических свойств. Однако, при этом температура синтезированного вещества не должна превышать определенной величины, в противном случае его свойства могут отличаться от планируемых. Так, при увеличении температуры больше  $60^\circ\text{C}$  коротковолновая часть границы пропускания синтезированной с помощью СВЧ излучения жидкости сдвигается в сторону коротких волн. Кроме того, как показали исследования, помимо оптических свойств также изменяются другие физические свойства синтезированной жидкости.

Т а б л и ц а

$m$ (кг)	63	2.7	$12 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$
$\tau_{opt}$ (сек)	480	50	30	20

Другими словами, для синтеза определенной массы жидкого вещества с заданными оптическими свойствами с помощью СВЧ излучения (при неизменной мощности генератора СВЧ излучения) требуется определенная длительность  $\tau_{opt}$  его воздействия, которую назовем оптимальной. Здесь под  $\tau_{opt}$  подразумевается промежуток времени воздействия СВЧ излучения, в течение которого синтезированная жидкость приобретает заданные физико-химические свойства, но при этом его температура практически не отличается от температуры исходной базовой жидкости.

Для синтеза вещества с такими же оптическими свойствами, но с другой массой, при амплитуде напряженности электрического поля  $E = 50$  В/см требуется другая оптимальная длительность воздействия СВЧ излучения. Так, в таблице приведены экспериментально найденные значения  $\tau_{opt}$ , необходимые для синтеза различных масс

жидкого вещества с заданными оптическими свойствами при  $E = 20 - 50 \text{ В/см}$ . Из таблицы видно, что чем больше масса синтезируемого вещества, тем больше должно быть оптимальное время воздействия СВЧ излучения.

Таким образом, экспериментально показано, что с помощью СВЧ излучения можно избирательно воздействовать на процесс синтеза веществ с заданными свойствами. В результате такого воздействия температура синтезированного вещества практически не сильно отличается от температуры базовой жидкости с присадками (а для малых масс синтезированного вещества практически не отличается). Другими словами, при таком способе синтеза можно существенно снизить энергозатраты на единицу полученного вещества по сравнению с существующими способами синтеза. Действительно, для получения вещества с массой 63 кг при термическом способе синтеза требуется затратить энергию 5.62 МДж, а при применении для этой цели СВЧ излучения – 780 кДж.

Выяснению механизма синтеза при воздействии СВЧ излучения и количественному рассмотрению энергоданса процесса синтеза будет посвящена отдельная статья.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Черножук Н. И. Технология переработки нефти и газа. Часть 3. Очистка нефтепродуктов и производство специальных продуктов. М., 1966, с. 331.
- [2] Егоров Ю. М. и др. Способ смешивания жидких веществ // Патент на изобретение РФ, N 2158175 от 27.11.2000 г.
- [3] Лебедева В. В. Техника спектроскопии. М., МГУ, 1996.

Институт общей физики РАН

Поступила в редакцию 25 сентября 2001 г.