

**С.А. Сергеев, А.И. Михайлов, Э.Э. Гулманов, Р.С. Сергеев,
Е.В. Ленгерт**

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

Исследование свойств водотопливных эмульсий на сверхвысоких частотах

Анализируются особенности экспериментального исследования свойств водотопливных эмульсий, состоящих из деионизованной воды, диспергированной в керосине/бензине, на сверхвысоких частотах. Проведены измерения коэффициентов отражения и передачи электромагнитных волн волноводных секций, заполненных водотопливными эмульсиями в диапазоне частот от 7,8 ГГц до 10,2 ГГц. Показано, что использование описанной методики исследования эффективно с точки зрения возможности детального изучения свойств эмульсий в данном диапазоне, в частности определения концентрации воды в эмульсии.

Ключевые слова: водотопливные эмульсии (ВТЭ), СВЧ излучение, коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН)

С непрерывным развитием промышленности и постоянным ростом численности населения увеличиваются потребности в жидком топливе и других продуктах нефтяной отрасли. Поэтому актуально в настоящее время повышение экономичности и экологической чистоты установок на жидком топливе. Действенным средством достижения этих требований служат водотопливные эмульсии (ВТЭ) – метастабильные жидкости, состоящие из воды и топлива. Длительность их метастабильного состояния зависит от третьего вещества – эмульгатора. Проблеме использования ВТЭ с момента ее возникновения – более ста лет. Накоплен определенный теоретический и практический системный материал по различным аспектам проблемы. С 20-х гг. 20-го века в разных странах получено значительное количество патентов по совместному использованию топлива и воды в тепловых двигателях, котлах и др. [1].

Применение ВТЭ позволяет: уменьшить нагарообразование, повысить надежность работы цилиндра-поршневой группы, газораспределительного тракта, топливной аппаратуры, увеличить срок между очистками топливных фильтров; снизить скорость загрязнения смазочного масла с уменьшением температуры выпускных газов; уменьшить теплонапряженность двигателей, повысить надежность и эффективность их работы, экономить топливо; повысить антидетонационные характеристики топлива; снизить температуру двигателя и температуру топливовоздушной смеси без потерь мощностных характеристик двигателя; уменьшить концентрацию образующихся окислов азота и углерода в выхлопных газах транспортных средств. К недостаткам ВТЭ можно отнести необходимость в специальной аппаратуре для приготовления эмульсий и низкую седиментационную устойчивость (устраняется при использовании специальных присадок или поверхностно-активных веществ) [2].

Свойства ВТЭ зависят от их состава – долевого содержания воды и структуры – среднего размера и характера распределения капель воды в эмульсии по размеру (т.е. степени однородности – чем меньше эта величина, тем выше однородность).

Регулирование значений этих параметров при приготовлении ВТЭ позволяет управлять характером сгорания эмульсии, т.е. воздействовать на протекание рабочего процесса и на экологические показатели двигателя [3]. Поэтому актуальной проблемой является диагностика состава эмульсии, определения массовой доли воды.

Были приготовлены образцы эмульсий, состоящих из деионизованной воды, диспергированной в керосине/бензине. Конечная смесь содержала 0,5, 1, 3, 5% (по объему) дистиллированной воды с добавлением алеата натрия в качестве эмульгатора (ПАВ – 10% водный раствор) и хлористого натрия (на 40 мл добавляли: в 1% эмульсию 80 мг и в эмульсию 0,5% – 40 мг). ВТЭ получали обработкой зондовым ультразвуком (Bandelin Sonopuls HD 2070) в течение минуты, избегая перегрева смеси.

Известно несколько методов измерения диэлектрических и магнитных параметров материалов на СВЧ. Для коллоидных и эмульсионных систем, учитывая их специфику, одним из корректных методов измерения является волноводный метод. В данной работе были измерены зависимости коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН), а также зависимости коэффициента ослабления водных эмульсий бензина и керосина различных концентраций и чистых керосина и бензина в диапазоне частот 7,8÷10 ГГц.

В эксперименте использовались волноводные секции, представляющие собой отрезки прямоугольного волновода стандартного сечения длиной 5, 29, 52 и 114 мм с тонкими слабопоглощающими пробками, изготовленными из материала, прозрачного для СВЧ излучения, на фланцах, пространство между которыми полностью заполнялось исследуемыми жидкостями [4]. Для волноводной секции длиной 5 мм значения КСВН и ослабления для исследуемых суспензий малы и практически не зависят от частоты.

На рис. 1-6 представлены графики зависимостей КСВН и ослабления от частоты нефти (пунктирная линия), эмульсий керосина/бензина (серые/черные линии) с различной

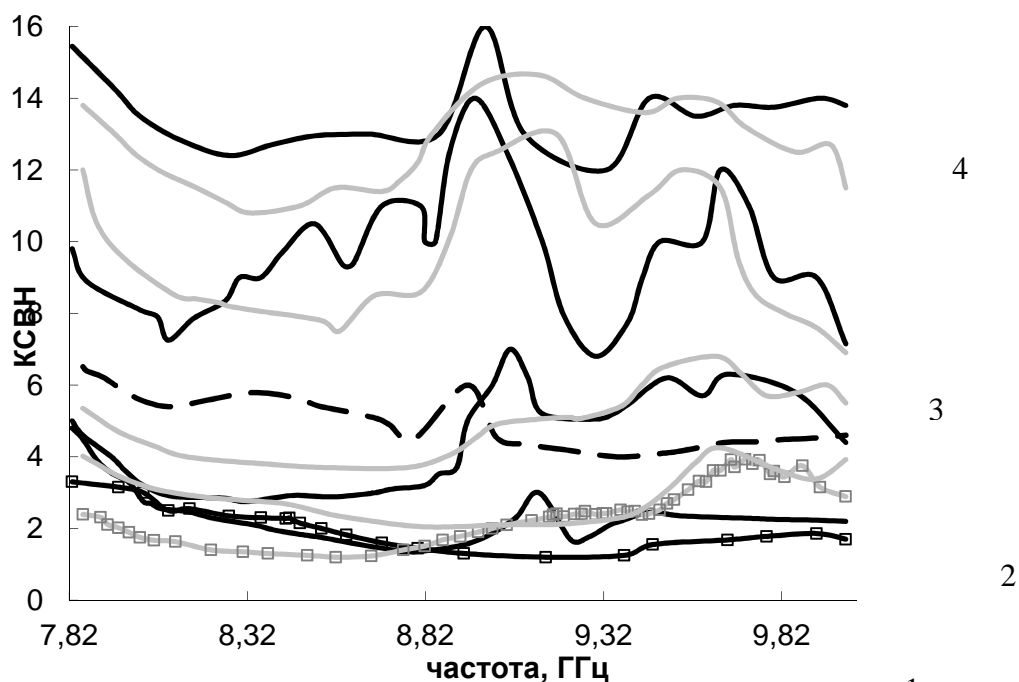


Рисунок 1

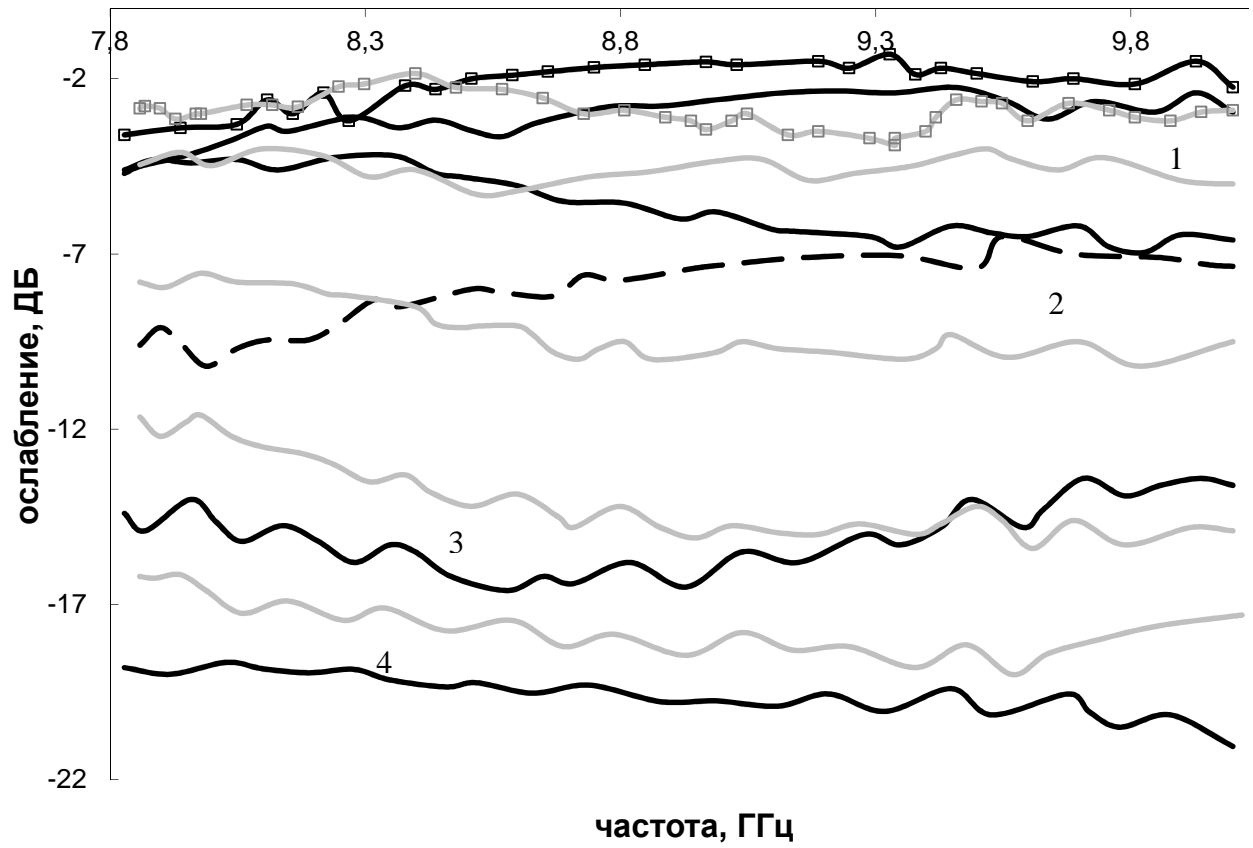


Рисунок 2

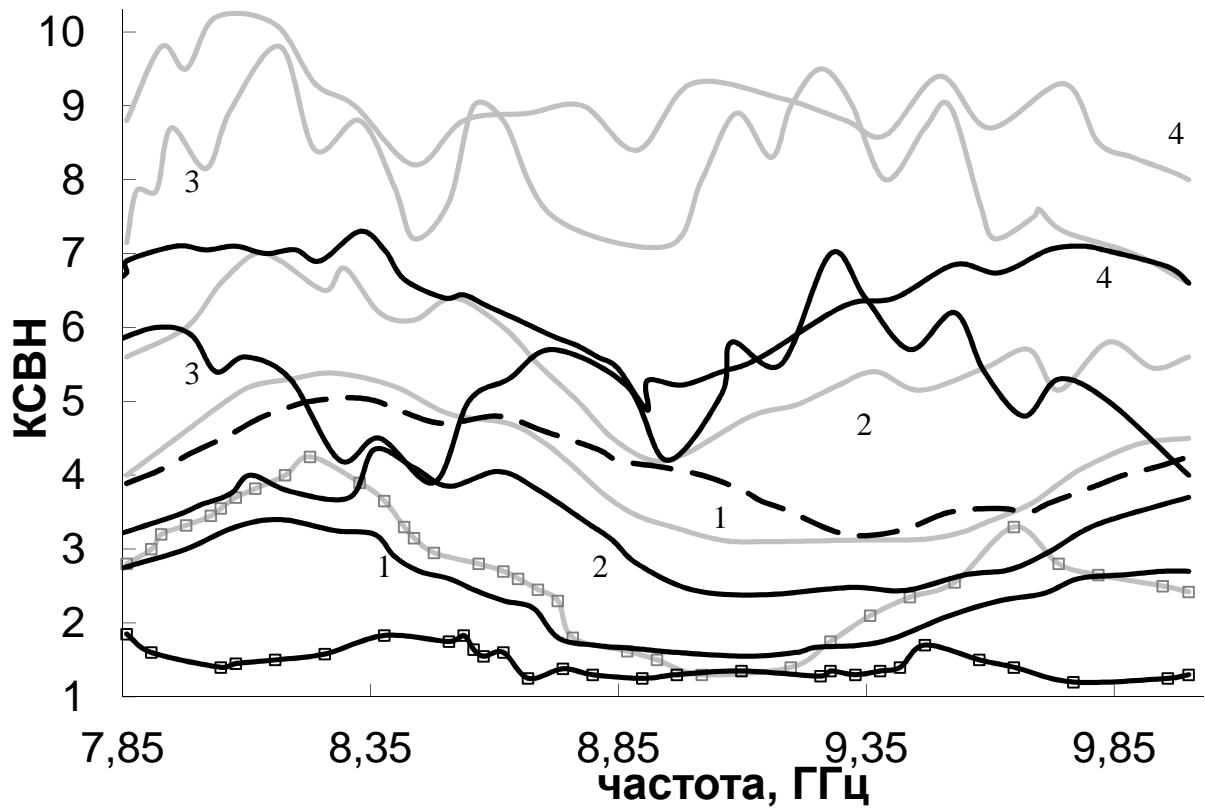


Рисунок 3

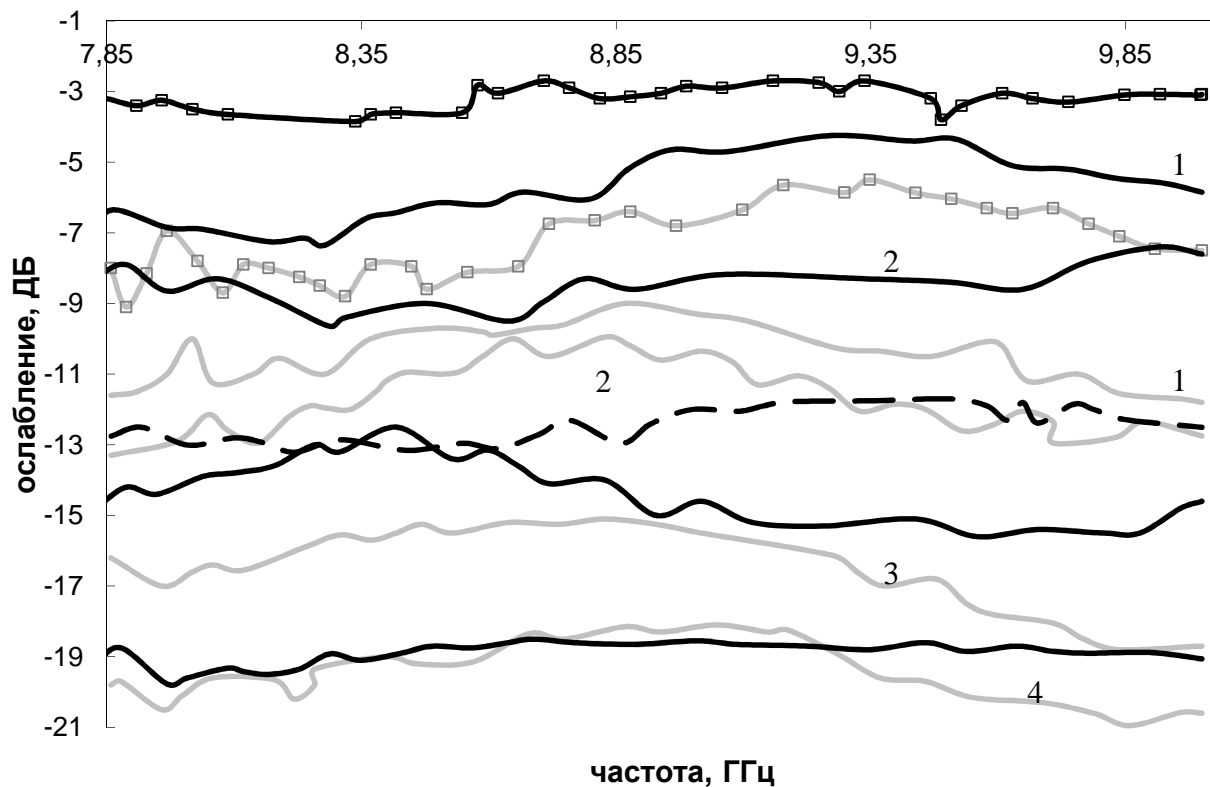


Рисунок 4

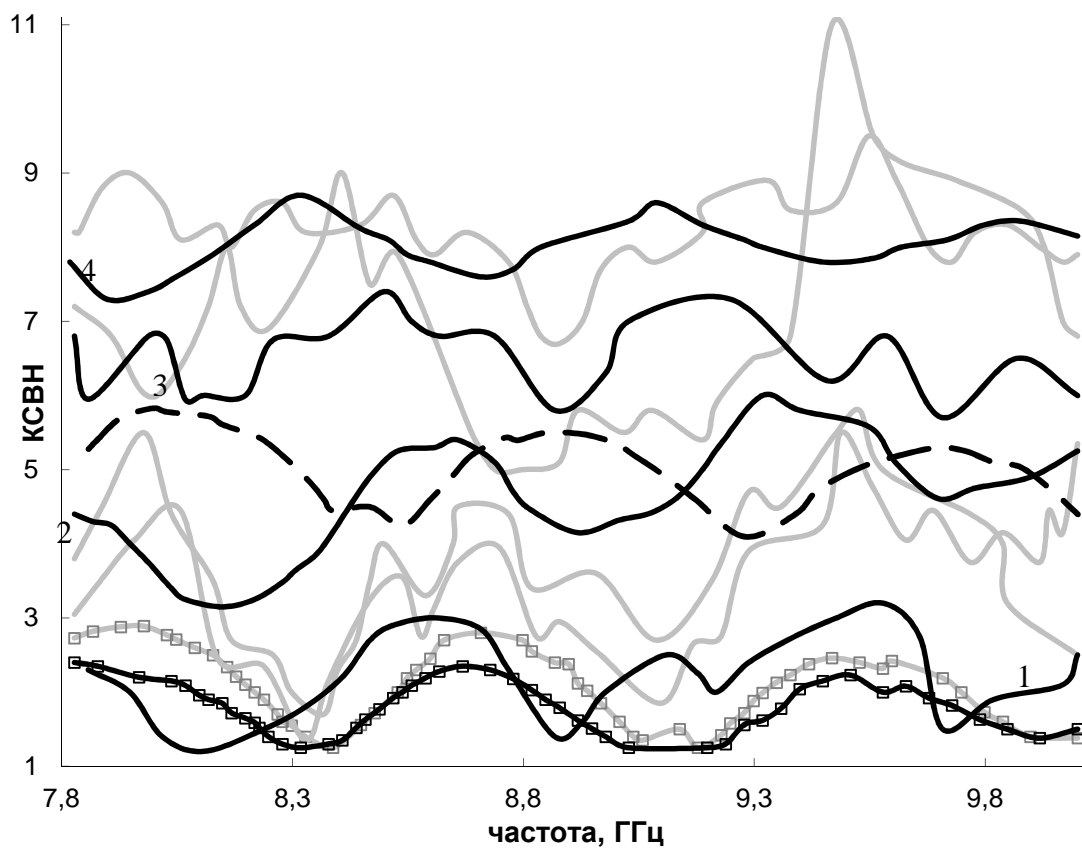


Рисунок 5

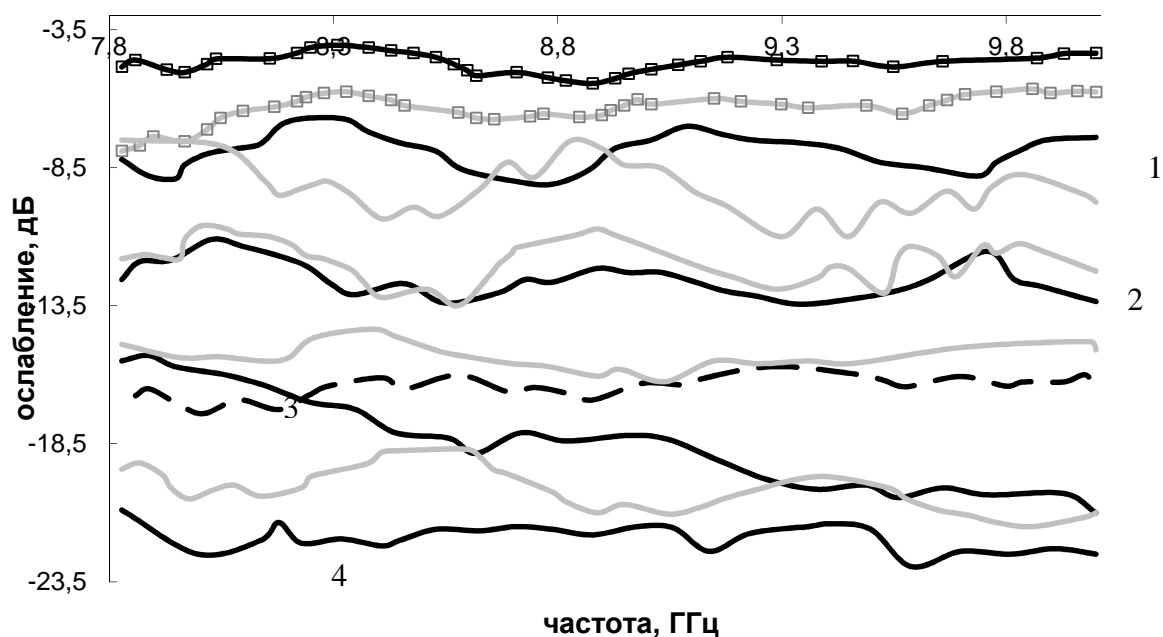


Рисунок 6

концентрацией воды (0,5% – кривые 1, 1% – 2, 3% – 3, 5% – 4), а также чистого керосина/бензина (линии с квадратными маркерами) в диапазоне частот 7,8÷10 ГГц для волноводных секций разной длины: 29 мм – рис. 1, 2; 52 мм – рис. 3, 4; 114 мм – рис. 5, 6.

Видно, что при увеличении концентрации воды в эмульсии значения КСВН и ослабления увеличиваются во всем диапазоне частот. По полученным данным были рассчитаны частотные зависимости коэффициента поглощения эмульсиями микроволнового излучения, которые показали, что увеличение массовой доли воды приводит к росту поглощения. Поглощение также растет с увеличением длины волноводной секции. Видно, что эмульсии на основе керосина и бензина имеют близкие значения КСВН и ослабления при одинаковых концентрациях воды. Определена минимальная концентрация воды в эмульсиях, которую можно обнаружить рассмотренным методом. При концентрации воды менее 0,5% параметры эмульсий и чистых бензина и керосина практически совпадают. Также по полученным данным можно сделать предположение, что массовая доля воды в данном образце нефти примерно 1 %.

Использование описанной методики исследования эффективно с точки зрения возможности детального изучения свойств ВТЭ в данном диапазоне. Показана возможность определения концентрации воды в ВТЭ с помощью данного метода.

Библиографический список

1. Ильин А.К., Ильин Р.А., Горбанов Т.Р. Об эффективности использования водотопливных эмульсий в теплоэнергетике // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. 2011. № 1. С. 110-116.
2. Горбов В.М. Митенкова В.С. Альтернативные топлива для судовых энергетических установок // Судостроение. 2007. № 3 (128). С. 54-55.
3. Кульчицкий А.Р., Агтия А.М.А., Гоц А.Н. Улучшение экологических характеристик дизелей применением водотопливных эмульсий // Фундаментальные исследования. 2013. № 10. С. 1419-1422.
4. Брандт А.А. Исследование диэлектриков на СВЧ. М: Физматгиз, 1963. 404 с.