

ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ

М.А. Фатыхов*, Р.Р. Шагапова**

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СРЕД, НАСЫЩЕННЫХ БИТУМНОЙ НЕФТЬЮ

*Башкирский государственный педагогический университет,
ул. Октябрьской революции, 3, Уфа-центр, 450000, Башкортостан, Россия

** Башкирский государственный университет,
ул. Фрунзе, 32, Уфа-74, 450074, Башкортостан, Россия

Степень и характер взаимодействия вещества и электромагнитного поля определяются как характеристиками данного поля (частота, величина напряженности электрического и магнитного полей), так и электродинамическими характеристиками материальной среды (наличием и образованием в среде объемных зарядов, протеканием токов, характером процессов поляризации и намагничивания), а также зависимостью этих характеристик от термогидродинамического состояния среды. В связи с этим в плане практического применения высокочастотного и сверхвысокочастотного электромагнитных полей большое значение имеет изучение электрических свойств пористых сред и насыщающих их жидкостей при различных термодинамических условиях.

Исследования диэлектрических свойств продуктивных пород представляют огромный интерес в практике разведки, проектирования, разработки нефтяных месторождений и добычи нефти [1]. В связи с этим проводились экспериментальные исследования диэлектрических параметров (относительной диэлектрической проницаемости ϵ' и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg } \delta$) образцов продуктивных пород в диапазоне частот 50 кГц – 50 МГц для ряда месторождений Республики Татарстан при различных термодинамических условиях.

Измерения ϵ' и $\text{tg } \delta$ выполнялись резонансным методом с помощью разработанного на базе куметра ВМ-311 устройства УДСК-1, позволяющего проводить исследования при 0–100°C и избыточном давлении 0–50 МПа [2]. Измерительная ячейка заполнялась трансформаторным маслом и градуировалась фотопластом марки 4Д. Точность измерения ϵ' и $\text{tg } \delta$ составляла 10–15%. Результаты исследований в диапазоне 0–5 МПа представлены в [3].

В настоящей работе описаны особенности ϵ' и $\text{tg } \delta$ при высоких давлениях. Результаты приведены на рис. 1 и 2.

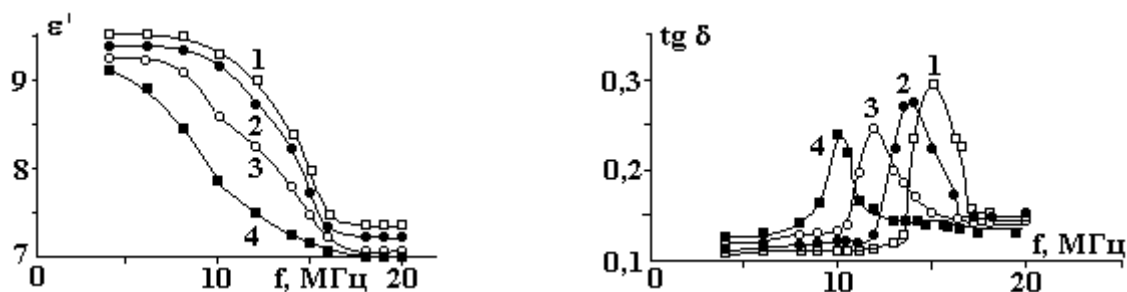


Рис. 1. Зависимости относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь образца продуктивной породы Мордово–Кармальского битумного месторождения от частоты при различных давлениях, атм: 1 – 0; 2 – 20; 3 – 120; 4 – 240

Как видно из рис. 1, при постоянной температуре $t = 20^\circ\text{C}$ увеличение давления приводит к

смещению максимумов тангенса угла диэлектрических потерь и более низким частотам. Таким образом, повышение давления вызывает увеличение времени релаксации. Давление не изменяет спектра времени релаксации, так как частотные зависимости $\operatorname{tg} \delta$ для различных давлений не отличаются по ширине максимума $\operatorname{tg}_m \delta$ для постоянной температуры. Из частотных зависимостей ϵ' , следует, что увеличение давления не только смещает максимум $\operatorname{tg}_m \delta$ к низким частотам, но и изменяет $\operatorname{tg}_m \delta$. Значения диэлектрической проницаемости также уменьшаются. Такая зависимость от давления характерна для диэлектриков с дипольно-групповыми процессами.

Из рис. 2 следует, что с повышением давления ϵ' сначала увеличивается, что объясняется улучшением контакта между электродом и образцом породы, воздушный зазор между которыми является дополнительной емкостью, последовательно подсоединенной к образцу. Устранение этой емкости с ростом давления приводит к увеличению емкости образца, а следовательно, и его диэлектрической проницаемости ϵ' , а также $\operatorname{tg} \delta$. При дальнейшем увеличении всестороннего давления значения диэлектрических параметров убывают.

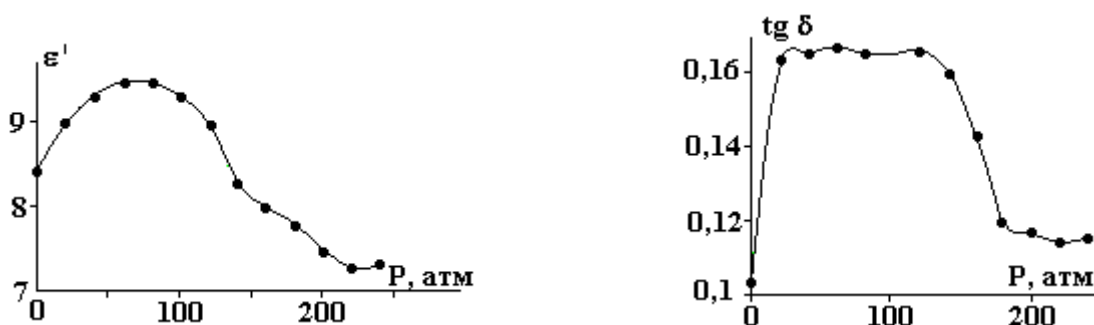


Рис. 2. Зависимости относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь от всестороннего давления на образец продуктивной породы Мордово–Кармальского битумного месторождения при частоте 13,56 МГц и температуре 50 °С

По-видимому, это различие обусловлено действием температуры (на рис.2 данные соответствуют $t = 20^\circ\text{C}$) и частоты электромагнитного поля, вследствие этого и возникновением релаксационной поляризации, а также влиянием адсорбированной воды, находящейся в связанном состоянии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения горных пород. М., 1985.
2. Фатыхов М.А. Высокочастотная спектроскопия полярных диэлектриков. Уфа, 1998.
3. Шагапова Р.Р., Дыбленко В.П., Саяхов Ф.Л., Туфанов И.А. Экспериментальное исследование диэлектрических параметров продуктивных пород месторождения битумов. Уфа, 1982 / Деп. в ВИНТИ, № 2917-82.

Поступила 03.03.04

Summary

The results of experimental studies of dielectric properties of productive oil soils in a high-frequency band of electromagnetic oscillations at high temperatures and stresses are reported. It is found that the pressure increase results in both magnification of a relaxation time and non-monotonic variation of values of the maximum of tangent of dielectric losses and dielectric permittivity.