Иванов Александр студент, Бурятский государственный университет, 670000, Улан-Удэ, ул. Смолина 24а

Tsidipov Shulun Baldorzhievich, Doctor of Technical Sciences, Head of Chair of General Physics, Buryat State University, 670000, Ulan-Ude, Smolina St., 24a

Purbueva Maria Michailovna, postgraduate, Chair of General Physics, Buryat State University, 670000, Ulan-Ude, Smolina St., 24a

German Evgeniy Ivanovich, postgraduate, Chair of General Physics, Buryat State University, 670000, Ulan-Ude, Smolina St., 24a

Gladkikh Alexey Anatolievich, postgraduate, Chair of General Physics, Buryat State University, 670000, Ulan-Ude, Smolina St., 24a

Parfyonov Vladimir Nikolaevich, post graduate, Chair of General Physics, Buryat State University, 670000, Ulan-Ude, Smolina St., 24a

Ivanov Alexandr Vladimirovich, student, Buryat State University, 670000, Ulan-Ude, Smolina St., 24a

УДК: 537.9, 536.425

© **Л.А. Щербаченко, В.И. Донской, В.А. Карнаков, Е.В. Комаров, А.А. Трошев, С.С. Барышников, Н.А. Шурыгина, Д.А. Краснов, Д.С. Барышников, Л.И. Ежова, В.В. Левит**

ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПЕРЕХОДЫ В МИКРОРАЗМЕРНЫХ ВОДНЫХ ПЛЁНКАХ В НЕРАВНОВЕСНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ

Исследованы токи термостимулированной деполяризации и диэлектрический отклик кристалла мусковита с введенной в его раскол тонкой пленкой воды в широком диапазоне температур. Полученные результаты подтверждают влияние электрически активной подложки на закономерности фазовых и структурных переходов в тонких пленках полярных жидкостей и указывают на полислойную физически неоднородную структуру этих пленок.

Ключевые слова: *жидкость, мусковит, пленка, кристалл, переход, фаза, структура*

L.A. Shcherbachenko, V.I. Donskoy, V.A. Karnakov,
E.V. Komarov, A.A. Troshev, S.S. Barishnikov,
N.A. Shurigina, D.A. Krasnov, D.S. Barishnikov, L.I. Ezhova, V.V. Levit

PHASE AND STRUCTURAL TRANSITIONS IN MICROSIZED WATER FILMS IN DISBALANCED HETEROGENEOUS SYSTEMS

Currents of thermoinduced depolarization and dielectric response of muscovite crystal due to the thin water film in it in a wide range of temperatures were studied. The results obtained demonstrate the impact of electrically active surface on the regularity of phase and structural transition in thin film of polar liquids and are indicative of multilevel and physically heterogeneous structure of the film.

Keywords: *liquid, muscovite, film, crystal, transition, phase, structure*

Одной из современных проблем физики конденсированного состояния является изучение взаимосвязи между структурой твердых тел и их физическими свойствами. В ряде публикаций исследуются электрофизические и макроструктурные свойства гетерогенных систем, включающих электрически активную твердую компоненту и полярную жидкую среду [1-5]. Как известно, такие системы содержат локальные микрообласти, в которых под действием внутренних электрических полей происходит изменение структурных параметров этих полярных жидкостей. Наиболее чувствительными методами изучения структуры твердых и жидких тел и ее изменения являются термостимулированная и диэлектрическая спектроскопии, которые использованы в данной работе. Представлены результаты исследования структурных особенностей тонких пленок воды в расколах кристалла слюды Существенной особенностью рассматриваемого объекта является интенсивное электрическое взаимодействие заряженной поверхности твердой фазы (кристалл слюды) и полярных молекул водной компоненты, которое вызывает образование упорядоченных молекулярных структур в жидкой среде [5-7]. Основное внимание уделяется не только локальным структурным переходам в полярной жидкости, но и их влиянию на изменение электрофизических свойств, как самой водной пленки, так и всей системы в целом.

Исследование структурных особенностей и фазовых переходов в тонких водных прослойках, находящихся между двумя электрически активными поверхностями мусковита, проведено на основе результатов измерения токов термостимулированной деполяризации (ТСД). Исследуемые образцы готовились по следующей методике: на наружные поверхности тонких пластинок мусковита $(2x4)\cdot10^{-4}$ м^2 симметрично напылялись серебряные электроды диаметром $2\cdot10^{-3}$ м. Затем пластинки надкалывались с торца, и в раскол вводилась бидистилированная вода, после чего кристалл заклеивался расплавленным пициином. Толщина водных пленок и самих кристаллов измерялись гелий-неоновым лазерным интерферометром Фабри-Перо с точностью до 8 нм.

Экспериментальная установка представляла собой азотный криостат с измерительной ячейкой, в которую помещался исследуемый образец – кристалл мусковита с введенной в его раскол тонкой водной пленкой. Регистрация термостимулированных токов осуществлялась посредством электрометра В7-57 с точностью до 10^{-15} А. Измерения электрической емкости проводились прецизионным анализатором импеданса WK 65120B на частоте 10^8 Гц. Температура измерялась дифференциальной медь-константановой термопарой и регулировалась введением жидкого азота через входное отверстие криостата. Скорость охлаждения составляла 1 град/мин, что обеспечивало отсутствие значительных градиентов температуры в исследуемом образце.

Анализ структурных особенностей пленок воды, находящихся между двумя электрически активными поверхностями мусковита, проведен на основе результатов измерения токов термостимулированной деполяризации (ТСД). Исследуемый образец помещался во внешнее однородное электрическое поле с постоянным напряжением 100 В и охлаждался от 20^0С до -80^0С. Затем внешнее поле отключалось, а исследуемый образец в естественных условиях нагревался до исходной температуры 20^0С – в этом режиме производилось измерение токов ТСД.

На спектре термостимулированной деполяризации кристалла мусковита с водной прослойкой обнаружено пять пиковых максимумов тока (рис. 1). что свидетельствует о наличии сложного механизма релаксационных процессов в тонкой водной пленке, находящейся под действием, в том числе, и локального электрического поля заряженных поверхностей расслоения кристалла слюды.

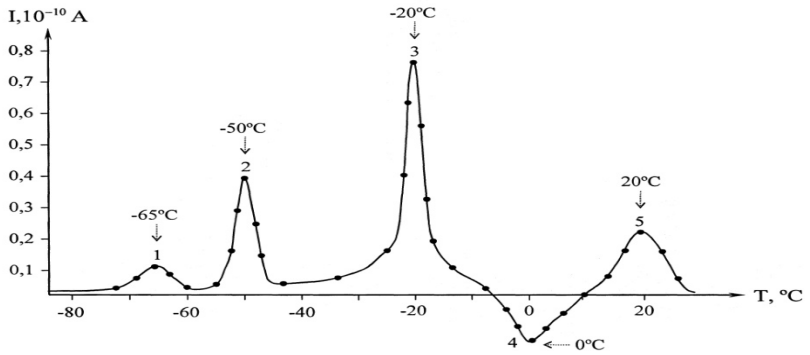


Рис. 1. Термограмма токов ТСД водной пленки толщиной 0,26 мкм. Пять пиковых максимумов, обусловлены послойным плавлением поляризованных слоев водной прослойки: 1 – граничный слой пленки, 2 и 3 – сильно и слабо структурированные области диффузного слоя, 4 – слой объемной воды, 5 – максимум рассеяния межфазных гетерозарядов

Проявление релаксационных токов в процессе термической деполяризации изучаемой гетерогенной системы при отсутствии внешнего напряжения осуществлялось только за счет наличия градиентов потенциала внутреннего электрического поля. Суммарная напряженность этого поля образована 1) заряженной поверхностью кристалла слюды, 2) межфазными гетерозарядами. накопленными вблизи границ раздела компонент, а также 3) полярными молекулами воды.

Экспериментально выявлено, что наблюдаемая серия токовых максимумов обусловлена только наличием в изучаемой системе водной компоненты. Спектрограмма токов ТСД (рис. 1) в тонких пленках воды при низких температурах связана с последовательным, разнотемпературным плавлением составляющих слоев водной пленки и характеризует физическую неоднородность ее структуры и свойств. Изменение структуры пленочной воды и формирование серии максимумов на спектрах ТСД обусловлено наличием заряженных поверхностей расслоения кристалла мусковита.

Обнаруженные аномалии токов термостимулированной деполяризации могут быть интерпретированы в рамках полислойной физической модели тонких пленок воды, предложенной в работах [6-

7]. Согласно этой модели под действием электрического поля свежеобразованной поверхности расслоения кристалла слюды молекулы воды, находящиеся в непосредственной близости от этой поверхности, образуют упорядоченную «квазикристаллическую» структуру: граничный слой, физические свойства которого отличаются от свойств объемной воды. Эффективное накопление межфазных гетерозарядов на границе твердой и жидкой компонент приводит к частичному экранированию внутреннего электрического поля в водной пленке. Потенциальная энергия молекул воды в этом поле быстро уменьшается с расстоянием, и упорядоченная структура водной прослойки нарушается тепловым движением молекул. При этом формируется второй, менее структурированный, диффузный слой, который характеризуется значительно большей толщиной, чем граничный слой. Область пленки, в пределах которой внутреннее электрическое поле не способно жестко ориентировать молекулы воды, представляет собой слой объемной воды. Диффузный слой, характеризующийся неоднородностью физических свойств, содержит как сильно упорядоченные молекулярные диполи, прилегающие к граничному слою, так и слабо упорядоченные молекулы, находящиеся вблизи слоя объемной воды.

Полислойная модель водной пленки позволяет объяснить механизм формирования доминирующих максимумов на спектрах термостимулированной деполяризации (рис. 1). Первый максимум тока при температуре -65^0C обусловлен наличием связанного, хемосорбционного водного слоя, структурированного заряженной поверхностью кристалла слюды. Этот слой имеет толщину порядка нескольких десятков нанометров [6, 8, 9] и характеризуется аномальными электрофизическими свойствами.

Природа максимумов тока при температурах -50^0C и -20^0C предположительно связана с наличием в водной пленке диффузного слоя, в котором можно выделить две области: первая из них содержит преимущественно жестко упорядоченные молекулы воды, а вторая представляет собой слабо структурированную область жидкости. Интенсивный релаксационный максимум на спектрах ТСД вблизи температуры 0^0C обусловлен фазовым переходом водной компоненты в жидкое состояние, что сопровождается значительным увеличением подвижности термически освобожденных ионов и зарядов, образующих термостимулированный ток. Максимум при температуре 20^0C вероятно, вызван термически стимулированным движением гетерозарядов, накопленных вблизи границ контакта твердой и жидкой фаз, и, следовательно, характеризует степень неоднородности изучаемой системы.

Наиболее сложная задача изучения свойств тонких пленок воды возникает при попытке описания динамики происходящего в них фазового перехода. В следующей серии экспериментов проведены исследования температурного хода электрической емкости и объемной проводимости кристаллов слюды с водной пленкой толщиной 0,26 мкм на частоте 10^7 Гц (рис. 2, 3).

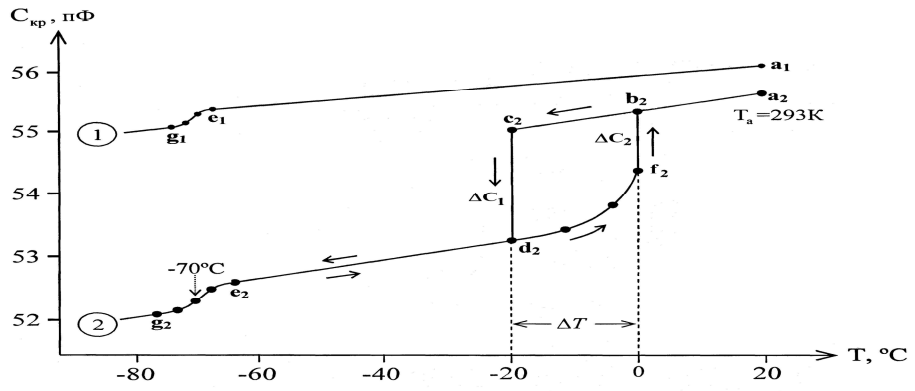


Рис. 2. Температурная зависимость электрической емкости кристалла мусковита толщиной H = 35 мкм при отсутствии водной компоненты (1) и с пленкой воды толщиной 0,26 мкм (2)

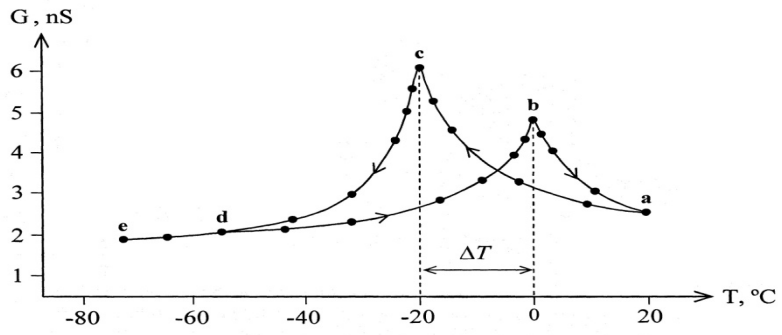


Рис. 3. Температурная зависимость объемной проводимости кристалла мусковита с водной пленкой толщиной 0,26 мкм

При охлаждении кристалла с водной пленкой толщиной 0,26 мкм (рис. 2, график 2) от исходной температуры 20^0C (точка «a_2») водная компонента остается в жидком состоянии вплоть до температуры -20^0C (точка «c_2»). В процессе фазового перехода «c_2–d_2» электрическая емкость скачкообразно уменьшается на величину ΔC_1, что в большей степени обусловлено увеличением фазового объема и, следовательно, суммарной толщины кристалла и водной пленки при переходе воды в кристаллическое состояние (точка «d_2»), а также изменением макроструктурного параметра ε'. Объемная проводимость образца растет с понижением температуры от 20^0C до -20 ^{0}C и в точке фазового перехода (точка «c» на рис. 3) достигает пикового максимума (рис. 3) в связи с тем, что энергия релаксирующих молекулярных диполей воды, согласно Дебаю [10], обратно пропорциональна температуре. Дальнейшее охлаждение (участок «d_2–e_2») сопровождается линейным уменьшением электрической емкости с температурой, а при обратном процессе нагрева (участок «e_2–d_2») температурный ход емкости демонстрирует полную обратимость. Кроме того, в рассматриваемом интервале температур проводимость изучаемой гетерогенной системы резко уменьшается при охлаждении в связи с тем, что амплитуда колебаний и подвижность носителей заряда в кристаллической фазе воды значительно меньше, чем в жидкой.

В интервале температур от –75 до -65^0C наблюдается быстрое уменьшение электрической емкости кристалла слюды (кривая «e_2–g_2»), которое, предположительно, обусловлено наличием в водной пленке фазового перехода второго рода, сопровождающегося изменением только диэлектрической проницаемости. Это же явление характерно и для кристалла слюды, содержащего только конституционную связанную воду (рис. 2, график 1), однако уменьшение емкости образца в процессе «e_1–g_1» происходит менее интенсивно.

Также обращает на себя внимание, что фазовый переход водной компоненты в жидкое состояние при нагревании (кривая «$e_2d_2f_2b_2a_2$») происходит при температуре 0^0C, превышающей характерную температуру кристаллизации тонких пленок. Отмечается монотонное возрастание электрической емкости в температурном интервале от -20^0C до 0^0C (участок «d_2–f_2») и ее скачкообразное увеличение при температуре 0^0C на величину $\Delta C_2 < \Delta C_1$, (участок «f_2–b_2»). Экспоненциальный рост проводимости исследуемой двухкомпонентной системы обусловлен увеличением концентрации термически освобожденных носителей заряда, а также разрушением кристаллической структуры воды в результате фазового перехода первого рода. После плавления всех слоев водной пленки происходит резкое уменьшение проводимости под действием двух факторов:

1. Уменьшение концентрации релаксаторов в жидкой фазе при объединении молекул воды в кластеры [11, 12]
2. Уменьшение поляризуемости этих кластеров с ростом температуры под действием теплового хаотического движения молекул.

Таким образом, гистерезисная зависимость, приведенная на рис. 2, свидетельствует о том, что изменение электрической емкости в циклическом процессе охлаждения (кривая «$a_2b_2c_2d_2e_2$») и нагревания (кривая «$e_2d_2f_2b_2a_2$») не является обратимым. Мы полагаем, что наблюдаемый температурный гистерезис связан с наличием в изучаемой полислойной системе внутреннего электрического поля, которое способно упорядочивать структуру водной компоненты и придавать ей анизотропные свойства, что и приводит к изменению закономерностей фазовых переходов. До тех пор пока водная компонента находится в жидком состоянии, её полярные молекулы активно взаимодействуют с заряжен-

ной поверхностью кристалла слюды, что сопровождается перестройкой структуры жидкости и уменьшением температуры ее кристаллизации на величину ΔТ. В то же время молекулы пленки, находящейся в твердом состоянии, обладают низкой подвижностью и способностью к переориентации, поэтому в данном случае внутреннее электрическое поле не оказывает заметного влияния на структурные и фазовые переходы, что и определяет вид температурной зависимости емкости кристалла с пленкой при нагревании (кривая «$e_2d_2f_2b_2a_2$»). Следует отметить, что фазовые переходы первого рода в объемном и диффузном слоях водной пленки проявляются как в виде максимумов тока ТСД при температурах $–20^0$С и 0^0С (рис. 1), так и в виде скачкообразного изменения электрической емкости (участки «$c_2–d_2$» и «$d_2f_2b_2$» на рис. 2, график 2), а также максимумов электропроводности (рис. 3)

Примечательно, что для кристаллов слюды без водной пленки гистерезис электрической емкости не наблюдается и температурный ход этой емкости является обратимым (рис. 2, график 1). При охлаждении таких кристаллов от 20^0С до $–80^0$С электрическая емкость линейно уменьшается в связи с появлением незначительных расслоений кристалла в результате теплового расширения. Экспериментально проверено, что для кристаллов с тонкой пленкой неполярной жидкости (бензол, циклогексан, декан) фазовый переход первого рода является полностью обратимым, что обусловлено отсутствием электрического взаимодействия жидкой компоненты и заряженной поверхности твердой подложки. В связи с этим температурный гистерезис, наблюдаемый для кристаллов слюды с водной пленкой, связан с изменением структуры полярной жидкости под действием внутреннего электрического поля.

Особое внимание обращает на себя точка «b_2», в которой заканчивается процесс плавления водной пленки при ее естественном нагревании. Если в этой точке сразу после окончания фазового перехода первого рода начинать охлаждение исследуемой системы, то электрическая емкость будет следовать кривой «$b_2f_2d_2$», циклический процесс «плавление-кристаллизация» становится обратимым. Если же система находилась в точке «b_2» достаточно продолжительное время ($t > 2$ мин), то кристаллизация водной пленки в процессе охлаждения происходит при температуре $–20^0$С, а изменение электрической емкости описывается кривой «$b_2c_2d_2$». Описанные закономерности свидетельствуют о проявлении структурной памяти тонких водных пленок при наличии внутреннего электрического поля, а также о релаксационном характере процессов изменения структуры этих пленок при фазовом переходе первого рода.

Анализ экспериментальных исследований электрофизических свойств гетерогенных систем, характеризующихся электретными свойствами, методами диэлектрической и термостимулированной спектроскопии позволил установить связь между структурой жидкой фазы и ее физическими свойствами:

1. Установлено, что наличие двух электрически активных разнородных твердой и жидкой взаимодействуюших компонент в исследуемой гетерогенной системе «кристалл слюды – водная пленка» приводит к образованию в ней градиентов потенциала, которые обуславливают изменение структуры жидкой фазы в локальных микрообластях, что сопровождается также изменением электрофизических свойств всей системы.

2. Выявлено, что потенциал суммарного внутреннего электрического поля в изучаемой водной пленке содержит вклады потенциалов трех различных источников: 1) заряженная поверхность кристалла слюды, 2) межфазные свободные гетерозаряды и 3) полярные молекулы воды.

3. Наличие серии максимумов тока на спектрах ТСД в интервале температур от $– 80^0$С до 30^0С, связанных с релаксацией носителей заряда различных видов, наглядно свидетельствует о неоднородности структуры водной компоненты в изучаемой системе и позволяет исследовать особенности этой структуры.

4. Обнаружен температурный гистерезис фазового перехода первого рода в тонких водных прослойках, который обусловлен только изменением структуры полярной жидкой среды под действием внутреннего электрического поля. В неполярных жидкостях фазовый переход является полностью обратимым в связи с отсутствием электрического взаимодействия поверхности кристалла и жидкой компоненты.

Литература

1. Турик А.В., Радченко Г.С., Чернобабов А.И. и др. Диэлектрические спектры неупорядоченных сегнетоактивных систем: поликристаллы и композиты // ФТТ. – 2006. – Т.48, Вып.6. – С. 1088–1090.

2. Турик А.В., Чернобабов А.И., Радченко Г.С., Турик С.А. Гигантское пьезоэлектрическое и диэлектрическое усиление в неупорядоченных гетерогенных системах // ФТТ. – 2004. – Т.46, Вып.12. – С.

2139–2142.

3. Сушко М.Я., Криськив С.К. Метод компактных групп в теории диэлектрической проницаемости гетерогенных систем // ЖТФ. – 2009. – Т.79, Вып.3. – С. 97–101.

4. Пантелеев Ю.А., Полонский Ю.А. Исследование компонентов электроизоляционных материалов для крупных электрических машин // Письма в ЖТФ. – 2003. – Т.73, №5. – С. 115–119.

5. Борисов В.С., Марчук С.Д., Ежова Я.В. и др. Особенности накопления и релаксации термостимулированного заряда в гетерогенных системах диспергированных слюд // Вестник НГУ. Серия: Физика. – 2008. – Т.3, Вып.4. – С. 33–39.

6. Борисов В.С., Карнаков В.А., Щербаченко Л.А. и др. Особенности поляризации тонких пленок воды в поле активной поверхности кристалла слюды // ФТТ. – 2008. – Т.50, Вып.6. – С. 980–985.

7. Карнаков В.А., Ежова Я.В., Щербаченко Л.А. и др. Термоактивационная спектроскопия тонких прослоек воды // Изв. вузов. Физика. – 2008. – Т.51, №8. – С. 57-60.

8. Авдейчик С.В., Лиопо В.А., Струк В.А. и др. Полимер-силикатные машиностроительные материалы: физика, химия, технология, применение. – Минск: Тэхналогія, 2007. – 431 с.

9. Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. Поверхностные силы. – М.: Наука, 1985. – 399 с.

10. Скинави Г.И. Физика диэлектриков (область слабых полей). – М.: Гостехиздат, 1949. – 500 с.

11. Мартынов Г.А. Структура жидкости – что это такое? // Ж. структурной химии. – 2002. – Т.43, №3. – С. 547-556.

12. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды. – М: МГУ, 1998. – 184 с.

Щербаченко Лия Авенировна, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой общей физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1, т. (395-2) 521261, sibmica@yandex.ru

Донской Виктор Ильич, кандидат технических наук, ст. преподфватель, кафедра общей физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Карнаков Владимир Агафангелович, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра теоретической физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Комаров Евгений Валерьевич, преподаватель, кафедра общей физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Трошев Антон Алексеевич, аспирант, кафедра общей физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Барышников Сергей Сергеевич, аспирант, кафедра общей физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Шурыгина Наталья Александровна, аспирант, кафедра общей физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Краснов Дмитрий Александрович, аспирант, кафедра общей физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Барышников Дмитрий Сергеевич, аспирант, кафедра общей физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Ежова Лилия Игоревна, студент, физический факультет, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Левит Василий Владимирович, аспирант, кафедра общей физики, Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Shcherbachenko Leya Avenirovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair of General Physics, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1

Donskoy Victor Ilych, candidate of technical sciences, senior teacher, Chair of General Physics, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1

Karnakov Vladimir Agafangelovich, candidate of physical-mathematical, associate Professor, Chair of General Physics, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1

Komarov Evgeney Valerievich, teacher, Chair of General Physics, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1

Troshev Anton Alexeevich, postgraduate, Chair of General Physics, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1

Barishnikov Sergey Alexandrovich, postgraduate, Chair of General Physics, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1

Shurigina Natalia Alexsandrovna, postgraduate, Chair of General Physics, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1

Krasnov Dmitry Alexandrovich, postgraduate, Chair of Genelal Physics, Irkytsk State University, 664003, Irkytsk, K. Marks St., 1

Barishnikov Dmitry Sergeevich, postgraduate, Chair of General Physics, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1

Ezhova Lilia Igorevna, student, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1
Levit Vasiliy Vladimirovich, postgraduate, Chair of General Physics, Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, K. Marks St., 1

УДК: 537.9, 536.425

©Л.А. Щербаченко, В.И. Донской, Н.А. Шурыгина, Е.С. Барышников, Л.И. Ежова, Д.С. Барышников, С.А. Васильев, С.В. Афанасов, Д.А. Ленев

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ДИСПЕРСНЫХ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ НАЛИЧИИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗНОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Исследуются электретные свойства водных образцов, кинетика процессов их поляризации и электропереноса зарядов, анализируются параметры релаксаторов. Особое внимание уделяется механизму межфазного кулоновского взаимодействия на границах раздела заряженных кристаллических дефектов и свободных молекул воды, приводящему к формированию внутренней электрической разности потенциала.

Ключевые слова: *электретные свойства, кристаллические дефекты*

L.A. Shcherbachenko, V.I. Donskoy, N.A. Shurigina, E.S. Barishnikov, L.I. Ezhova, D.S. Barishnikov, S.A. Vasilev, S.V. Afanasov, D.A. Lenev

STRUCTURAL AND PHASE TRANSITIONS IN DISPERSED HETEROGENEOUS SYSTEMS IN THE PRESENCE OF ELECTRIC-INTERACTION OF HETEROGENEOUS COMPONENTS

The electret properties of water samples, the kinetics of the processes of polarization and transport of charges are researched. The parameters of relaxators are analyzed. Particular attention is paid to the mechanism of interfacial Coulon interaction at the interface between the charged crystal defects and free water molecules, leading to the formation of the internal electrical potential difference.

Keywords: *electret properties, crystal defects*

В настоящее время в научных исследованиях значительное внимание уделяется изучению свойств гетерофазных слоистых систем, содержащих полярные жидкие пленки. Интерес к таким сложным системам обусловлен регистрацией новых физических свойств, связанных с изменением структуры, а также формированием упорядоченной ориентации молекул полярных пленок жидкости непосредственно находящихся в контакте с активной твердой поверхностью [1].

Установлено, что эффекты структурирования наиболее выражены в полярных жидкостях с межмолекулярными водородными связями, прежде всего – в воде, где изменения структуры носят более глубокий и дальнодействующий характер [2, 3]. К сожалению, приходится констатировать, что набор методов исследования физических свойств жидкости в структурированной фазе крайне ограничен в связи с тем, что изучение свойств граничных слоев связано со значительными специфическими трудностями эксперимента, что существенно сдерживает развитие таких исследований. Современное состояние вопросов о свойствах воды в настоящее время не позволяет построить модель, способную объяснить строение и проявление многих свойств этого вещества.

Известно, что вода, в жидком состоянии, имеет сложную структуру и является трудным объектом для исследования её свойств, что связано с коллективным характером взаимодействия молекул. Наличие в воде устойчивых локальных неоднородностей может послужить инициированием различных структурных комплексов. Существует мнение, что вода является динамически нестабильной полимерной системой, содержащей весьма устойчивые и изменчивые полимерные структуры, представляющие собой сложные объединения молекул воды.

Изучить строение таких образующихся полимеров довольно сложно, поскольку вода – смесь различных полимеров, находящихся в равновесии между собой. При столкновении друг с другом такие полимеры переходят один в другой, разлетаются и вновь сталкиваются [2]. В настоящее время высказывается мнение, что в воде существуют стабильные кластеры, обладающие значительной электрической энергией [8]. Необычные свойства воды объясняются способностью молекул образовывать межмолекулярные ассоциаты за счет ориентационных и дисперсионных взаимодействий (сил Ван-дер-Ваальса), а также за счет водородных связей между атомами водорода и кислорода соседних мо-