

3. Михайловський Ю. Б., Романець Т. П. Автоматизація проектування обладнання: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальностей „Обладнання легкої промисловості”. – Хмельницький: ТУП, 2003. - 79 с.
4. Спиридонов А. А., Васильев Н. Г. Планирование эксперимента: Учебное пособие. – Свердловск: изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1975. – 152 с.
5. Скиба М. Є., Михайловський Ю. Б., Філіпченко Е. О. Визначення основних параметрів конструкції молоткового подрібнювача текстильних та волокнистих відходів // Проблеми легкої и текстильної промисловості України. - 2003. - № 7. – С. 105-109.

Надійшла 02.07.2010

УДК 621.3.029.6

ТЕРМОАДСОРБЦИОННЫЙ ПЕРВИЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ ГАЗОВ

СУХЕЛЬ АХМЕД НУСАЙР

Королевское научное общество (Иордания)

В.А. МИХАЙЛЕЦ

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье изложены результаты теоретических исследований фазового состояния влагочувствительного слоя термоадсорбционного (подогретого электролитического) преобразователя влажности газов, процессов протекающих при его формировании и эксплуатации, а также транспортные процессы переноса зарядов через влагочувствительный слой. Необходимость этих исследований обусловлена поиском путей совершенствования первичных преобразователей

Многочисленные разработки и исследования технологических средств измерения влажности газовых сред базируются в основном на экспериментальных исследованиях, а основные конструктивные решения преобразователей влажности газов и теоретических основ выбранного метода измерения лишены строгого научного обоснования, в то время как разработка и совершенствование средств технической гигрометрии, удовлетворяющих возросшим требованиям современной техники и научных исследований, требуют глубокого понимания процессов, протекающих во влагочувствительном слое в реальных конструкциях первичных подогретых преобразователях влажности газов при их эксплуатации.

Объекты и методы исследований.

В современной научной литературе при описании принципа работы подогретого электролитического преобразователя влажности газовых сред основываются на предположении, что равновесная температура влагочувствительного слоя (ВЧС) преобразователя влажности наступает при гигротермодинамическом равновесном состоянии трехфазной системы – твердая фаза (гигроскопическая соль в кристаллическом состоянии), жидкая фаза (электролит на поверхности твердой фазы) и анализируемая влажная газовая среда, причем водяной пар газообразной фазы взаимодействуя с жидкой фазой изменяет концентрацию последней. Так, увеличение влажности контролируемого газа приводит к разбавлению насыщенного раствора жидкой фазы в результате чего сопротивление раствора падает, а

ток, протекающий через жидкую фазу, увеличивается, вызывая тем самым повышение температуры влажочувствительного слоя и испарение воды до восстановления насыщенного состояния жидкой фазы. При этом вновь устанавливается равновесие трехфазной системы, но уже при более высокой температуре [1-3] (в хронологическом порядке).

Постановка задачи.

В связи с вышеизложенным представляется целесообразным рассмотреть существующие теоретические представления о структуре ионных кристаллов типа $LiCl$ и энергетические соображения, лежащие в основе теории взаимодействия и движения ионов, адсорбции влаги и фазовое состояние системы влажочувствительный слой – контролируемая газовая среда, а также транспортные процессы переноса электрических зарядов под действием электрического поля.

Результаты и их обсуждение.

Влажочувствительный элемент термоадсорбционного (подогревного электролитического) преобразователя влажности газов представляет собой следующую конструкцию. На трубку, внутри которой размещен термочувствительный элемент, одет стеклочулочек. Поверх стеклочулочка эквидистантно намотаны два электрода, к которым через токоограничивающий элемент прикладывается переменный ток напряжением 24 В. Стеклочулочек, выполняющий функцию арматуры для влажочувствительного слоя, пропитывается водным раствором хлорида лития. Солевой раствор нагревается протекающим через него током, вследствие чего растворитель испаряется, а в межволоконном пространстве стеклочулочка и на его поверхности образуется твердая фаза влажочувствительного слоя состоящая из ионных кристаллов хлорида лития имеющих регулярную структуру. Ввиду отсутствия шаровой симметрии электростатического взаимодействия поверхностных ионов с ионами составляющими кристаллическую решетку хлорида лития над поверхностью твердой фазы существует знакопеременное электростатическое поле, представляющее собой алгебраическую сумму локальных электростатических полей ионов лития и хлора, имеющих противоположные электрические заряды.

Общий баланс поверхностной энергии поликристаллического агрегата зависит от количества и геометрических размеров микрокристаллов. Эти характеристики, определяющие сорбционные свойства твердой фазы влажочувствительного слоя, зависят от конструктивных особенностей преобразователя и метода ее формирования.

При рассмотрении фазового состояния ВЧС использовано понятие межфазного полимолекулярного слоя адсорбента, локализованного на поверхности твердой фазы ВЧС. Полислоем состоит из адсорбированных твердой фазой из анализируемой газовой среды (газовой фазы) молекул воды, ориентированных электростатическим полем на поверхности гигроскопической соли (твердой фазы). Наиболее ограничена подвижность молекул воды монослоя, непосредственно взаимодействующей с ионами кристалла, так как напряженность электростатического поля кристалла достигает больших значений, так, например, напряженность электростатического поля на расстоянии 0,1 нм от поверхности кристаллической решетки равно $\sim 1,3 \cdot 10^{11}$ В/м [4]. По этой причине, молекулы воды, примкнувшие к поверхностным ионам твердой фазы, сильно ориентированы, поляризованы и сжаты силами ион-дипольного взаимодействия. Молекулы воды, образовавшие мономолекулярный слой, теряют свободу перемещения (локализованы). Это объясняется тем, что энергия ион-дипольного

взаимодействия превышает кинетическую энергию теплового движения молекул воды [5]. Кроме того, молекулам воды обладающих дипольным моментом, для перемещения вдоль одноименно заряженных ионов, необходимо преодолевать потенциальные барьеры [6]. А для перемещения в периодическом (знакопеременном) электростатическом поле разноименно заряженных ионов, полярным молекулам воды необходимо также преодолевать реориентацию. В результате диполь-дипольного взаимодействия молекул воды второго и последующих слоев адсорбированного водяного пара уменьшается свободная энергия молекул воды монослоя, связанного с твердой фазой ион-дипольным взаимодействием. Трансляция аналогичного взаимодействия на молекулы поверхностного слоя твердой фазы ослабляет их взаимодействие с кристаллом. Когда изменения энергии взаимодействия, вызванные полимолекулярным слоем адсорбента, превысит энергию гидратации ионов кристалла, наступает процесс диссоциации твердой фазы ВЧС. В результате образуются ионногидратные комплексы, состоящие из центрального иона лития или хлора и лигандов, которые представляют собой свободные кинетические единицы. Количество молекул воды, составляющих гидратную оболочку ионногидратных комплексов аквалития и аквахлора, соответствует числу гидратации данного вида центрального иона в переменном электрическом поле, так как при трансляционном движении в диссипативной среде влагочувствительного слоя дальняя гидратная оболочка срывается.

Равновесная температура ВЧС соответствует состоянию термодинамического адсорбционного равновесия системы, при котором процессы адсорбции и десорбции имеют равные скорости. Энергия тока, протекающего через ВЧС, расходуется на поддержание указанного термодинамического состояния системы, которая поддерживается автоматически теплом выделяемым токопроводящим водным раствором гигроскопической соли (электролитом). Иными словами, система обладает одной степенью свободы, т.е. моновариантна, так как изменяя одну переменную (упругость водяного пара контролируемой газовой среды), вторая (равновесная температура ВЧС) определяется однозначно. Следовательно, для автоматического поддержания равновесной температуры ВЧС в электролитическом слое должно находиться определенное количество обладающих свободой перемещения заряженных частиц (носителей тока), обеспечивающих перенос электрического тока через ВЧС, достаточный для соблюдения условия термодинамического адсорбционного равновесного состояния системы. Количество носителей тока определяет электропроводность ВЧС. Отсюда вытекает, что в стационарном режиме работы преобразователя влажности газов в электролитическом слое отсутствуют свободные молекулы воды, так как их присутствие повлечет за собой избыточную диссоциацию твердой фазы. Это приведет к увеличению во ВЧС количество носителей тока, что, в свою очередь, приведет к повышению температуры ВЧС, т.е. к нарушению состояния термодинамического адсорбционного равновесия системы.

Таким образом, все молекулы воды во влагочувствительном слое входят в состав межфазного полимолекулярного слоя, так как они локализованы электростатическим полем твердой фазы, и в состав ионногидратных комплексов в качестве гидратных сфер. Концентрация электролитического межфазного слоя находится на границе полной гидратации, а при изменении параметров контролируемой газовой среды изменяется только его объем (количество ионногидратных комплексов), без изменения концентрации солевого раствора. Понятие границы полной гидратации введено К.П. Мищенко [7] для концентраций солевых растворов выше концентрации насыщения, но недостаточной для

кристаллизации, что имеет место в нашем случае, так как ионногидратные комплексы, при переносе зарядов через электролитический слой, мигрируют в накладывающихся друг на друга взаимно ортогональных переменных электрическом и магнитном полях, в результате чего при трансляционном их движении в диссипативной среде срываются дальние гидратные оболочки. Магнитное поле создается током, текущим по электродам преобразователя влажности газов.

Протекание электрического тока через ВЧС обеспечивается ионногидратными комплексами тетраакволития, акохлора и ионами гидроксония и гидроксила. Транспортные процессы этих двух групп веществ во ВЧС принципиально отличаются друг от друга.

Протекание электрического тока через ВЧС, обусловленное переносом зарядов ионногидратными комплексами тетраакволития и аквохлора, осуществляются через межфазный электролитический слой. Транспортный процесс ионногидратных комплексов состоит из трех составляющих: миграции, дрейфа и диффузии. При этом происходит перенос молекул воды через ВЧС в виде гидратных сфер центральных ионов лития и хлора. Аквакомплексы при переносе зарядов через ВЧС создают в электролитическом слое два противоположно направленных потока.

Так как в электролитическом слое молекулы воды не образуют сплошной среды то перенос электрического тока ионами гидроксония и гидроксила через этот слой не происходит. Однако, молекулы воды в полимолекулярном локализованном слое на поверхности твердой фазы имеют упорядоченную структуру, подобную структуре льда, т.е. они ориентированы для протонного туннелирования благоприятным образом, то перенос через ВЧС электрического тока ионами гидроксония и гидроксила осуществляется через этот локализованный слой. Ионы гидроксония и гидроксила создают в полимолекулярном локализованном слое общий поток протонов, направленный к отрицательно заряженному электроду. При этом перенос молекул воды ионами отсутствует, так как протон при переходе от одной из соседних молекул воды к другой обнаруживает свойства квантово-механической частицы. Процесс перехода имеет характер туннелирования под бэрьером потенциальной энергии между начальным и конечным состоянием системы. В этом случае энергия активации протонного туннелирования не зависит от вращательной энергии молекул воды, поэтому скорость протонов, а значит и перенос зарядов, через ВЧС увеличивается почти на два порядка.

Выводы

1. Адсорбция водяных паров из газообразной фазы осуществляется поверхностным слоем твердой фазы, а не водным раствором (электролитом) гигроскопической соли.

2. Термодинамическое равновесное состояние (равновесная температура) влажочувствительного слоя наступает при адсорбционном равновесии между газообразной и твердой фазами.

3. Влажочувствительный слой преобразователя влажности в стационарном режиме работы представляет собой двухфазовую систему – твердая фаза и газообразная, а локализованный полимолекулярный слой адсорбента и электролит это межфазные поверхностные явления. Причем электролит выполняет функцию автоматического нагревательного элемента для поддержания термодинамического адсорбционного равновесного состояния системы.

4. Концентрация межфазного слоя электролита постоянна и находится на границе полной гидратации, а при изменении параметров контролируемой газовой среды изменяется только объем

обладающих свободой перемещения электрических зарядов для обеспечения переноса необходимого количества электричества через влагучувствительный слой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gregory, Rourke. HYGROMETRY. London, 1957, - 202 p.
2. Берлинер М.А. Измерение влажности. М., Энергия, 1973, - 400 с.
3. Четверухин Б.М. Контроль и управление искусственным микроклиматом. М., Стройиздат, 1984, - 135 с.
4. Т.Эрдей-Груз. Явления переноса в водных растворах. М., Мир, 1976. – 595 с.
5. М.Джейкок, Дж.Парфит. Химия поверхностей раздела фаз. М., Мир, 1984. – 269 с.
6. Курс физической химии. Т.2. Под редакцией Я.И.Герасимова. М., Химия, 1973. – 624 с.
7. Мищенко К.П., Полторацкий Г.М. Термодинамика и строение водных и неводных растворов электролитов. Ленинградское отделение, Химия. 1976, - 328 с.

Надійшла 09.07.2010

УДК 677.026

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ю.Я. ТЮМЕНЕВ, О.Г. МУХАМЕДЖАНОВА, Ю.В. НАЗАРОВА

ФГОУВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса»

Г.К. МУХАМЕДЖАНОВ

ОАО «НИИ нетканых материалов»

В статье изложены взгляды авторов на проблемы, связанные с совершенствованием методов испытаний и приборов для нетканых материалов (НМ) различного назначения. Показано, что гармонизация национальных стандартов со стандартами ISO и EN на методы испытаний НМ возможна при активном участии и заинтересованности как производителей, так и потребителей с привлечением специалистов и научной общественности. Совершенствование методов оценки свойств и качества НМ несомненно является важным фактором в обеспечении конкурентоспособности отечественной продукции.

Объекты и методы исследования

Многообразие способов и технологий производства, используемого сырья (волокон, нитей, волокнообразующих полимеров), а также сочетаний с текстильными и нетекстильными материалами, областей применения нетканых материалов (НМ) позволяет сегодня производить их практически с любыми характеристиками и свойствами по требованию потребителей (заказчиков). Наиболее перспективным и востребованным на российском рынке направлением развития НМ является технический текстиль. Введение новых предприятий, оснащенных современным импортным технологическим оборудованием, потенциальная емкость и большая востребованность рынка создают предпосылки для дальнейшего развития технического текстиля, такого, как геотекстиль, агротекстиль, автомобильный, медицинский, защитный, фильтрующий и сорбирующий текстиль и т.д.

В условиях экономического кризиса замена НМ импортного производства отечественным, обеспечение их конкурентоспособности при разумной ассортиментной и ценовой политике послужат