

**ГАЗОРАЗРЯДНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ –  
ПЕРСПЕКТИВЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И  
КАЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ВЕЩЕСТВ В ЖИДКОФАЗНЫХ РАСТВОРАХ  
И СМЕСЯХ**

Шеин А.А., Хлебный Е.С., Кершенгольц Б.М.  
*Институт северного луговодства АН РС (Я),  
Якутск*

Метод газоразрядной визуализации (ГРВ) основан на вторичном излучении (в том числе видимой области) при действии на вещественный объект коротковолнового, миллисекундного электромагнитного импульса, усиленного газовым разрядом с визуализацией спектра вторичного излучения за счет компьютерной обработки данных.

С помощью ГРВ-камеры Короткова исследовано влияние физических (геомагнитных и кратковременных колебаний, фильтрации) и химических (неорганические соли, информационные и неинформационные биополимеры, спирты) факторов на степень структурирования надмолекулярных кластеров воды. Сформулирована и подтверждена гипотеза о связи параметров Кирлиановского излучения со степенью структурирования жидкофазных систем на надмолекулярном уровне. Среди полученных результатов следует выделить наиболее значимые.

Исходная степень структурированности воды определяет возможность влияния на ее структуру дополнительных (физических и химических) воздействий. По изменению степени структурированности воды (интенсивности ее Кирлиановского излучения) можно регистрировать проявления геомагнитных изменений и действие высокоэнергетических квантов и частиц (предположительно космического или природно-радиационного происхождения).

Хроническое (геомагнитный фон) действие полей влияет на воду по-разному: в дни с умеренной геомагнитной бурей значения интенсивностей (площадей) свечения  $S_{\text{воды}}$  равны нулю, что связано с сильным влиянием электромагнитных полей, полностью деструктурирующих воду. По мере уменьшения геомагнитных возмущений наблюдается увеличение интенсивностей свечения (степени структурирования). Причем при небольшом геомагнитном возмущении интенсивность свечения, в целом, выше, чем при отсутствии заметных геомагнитных возмущений.

Вода, подобно синергетической самоорганизующейся системе, способна переструктурироваться под воздействием физических факторов в более стабильное состояние. Предполагается, что кластеры воды несут в себе информацию о предыдущих воздействиях, и даже после резкого воздействия излучениями высокой интенсивности вода восстанавливает свою структуру.

В экспериментах с предварительным пропуском воды через ультрафильтры определены размеры ее относительно устойчивых кластерных образований (5, 22, 1200 нм) и частоты их колебаний друг относительно друга ( $1000-3000 \text{ сек}^{-1}$ ), а также соответствующие характеристики водно-этанольных кластеров, образующихся в 40%-ной водно-этанольной смеси (5, 100 и 800 нм;  $9000-18000 \text{ сек}^{-1}$ ; для сравнения частоты

колебаний молекул воды друг относительно друга  $10^8-10^{11} \text{ сек}^{-1}$ ).

Степень структурирования воды в истинных растворах неорганических солей нелинейно зависит от их концентрации и определяется природой соли. Например, в  $10^{-4}$  н. растворах – квадратом заряда и квадратичным корнем из радиуса иона. По-видимому, введение электролита (ионов) в структуру воды вызывает переструктуризацию ее надмолекулярных кластеров в направлении большей упорядоченности и увеличения стабильности, до тех пор (до такой концентрации ионов) пока вся вода не будет связана в более прочные, ион-ориентированные кластеры.

Подтверждено образование принципиально новой структурной фазы в 40%-ной водно-этанольной смеси (4 молекулы воды на 1 молекулу этанола).

*Технические науки*

**ОБ ОДНОМ МЕХАНИЗМЕ ВЛИЯНИЯ  
КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА ПРОЦЕСС  
ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ**

Баззаев С. А., Никитенкова Е. В., Чукин В. В.  
*Российский Государственный  
гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург*

Капли воды в переохлажденном состоянии представляют собой систему, находящуюся в квазиравновесном состоянии. Для осуществления перехода из жидкого состояния в кристаллическое, необходимо образование ледяного ядра в капле, чтобы система смогла преодолеть существующий потенциальный барьер. Существуют два механизма образования ледяных ядер: гомогенный и гетерогенный. При гомогенном механизме ледяные ядра образуются непосредственно из молекул воды, образующих кластеры со структурой, аналогичной структуре льда. Спонтанное образование кластеров становится заметным только при очень низких температурах (ниже  $-35 \text{ }^\circ\text{C}$ ). При гетерогенном механизме происходит образование ледяных ядер на поверхности частиц примеси, активизирующихся внутри капли или попадающих в каплю из окружающей среды.

В данной работе предполагается существование гомогенного механизма замерзания переохлажденных капель в результате появления ионов в каплях под действием частиц космических лучей. Действительно, образование ледяных ядер на ионах энергетически выгоднее, чем спонтанное образование в результате флуктуаций параметров системы. Замерзание переохлажденных капель под действием частиц космических лучей не зависит от температуры, а зависит только от интенсивности потока частиц, размера капель и времени пребывания капли в переохлажденном состоянии. Поскольку вероятность гомогенного замерзания в результате попадания частицы космических лучей пропорциональна площади поперечного сечения капли, а вероятность замерзания гетерогенным путем пропорциональна объему капли, то, как показали расчеты, при температуре  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$  капли с радиусом менее 10 мкм будут преимущественно замерзать под действием космических лучей, а капли более 30 мкм пре-

имущественно в результате гетерогенного механизма. Таким образом, частицы космических лучей оказывают наиболее сильное влияние на замерзание относительно мелких капель переохлажденной воды.

Условия диффузионного роста капель воды и кристаллов льда существенно различаются. Так как равновесная концентрация молекул водяного пара над поверхностью воды больше, чем над поверхностью льда, то при одинаковых условиях кристаллы льда растут намного быстрее, чем капли воды. В облаках могут существовать условия, когда концентрация молекул водяного пара меньше равновесной концентрации над поверхностью воды, но больше равновесной концентрации над поверхностью льда. В этом случае наблюдается быстрый рост кристаллов льда за счет молекул, испаряющихся с поверхности капель (перегонка водяного пара с капель воды на кристаллы льда). Таким образом, появление кристаллов льда в результате замерзания переохлажденных капель воды приводит к быстрому увеличению скорости диффузионного роста массы облачных частиц.

Известно, что интенсивность галактических космических лучей (ГКЛ) сильно зависит от состояния межпланетного магнитного поля. В годы максимума солнечной активности появляются сильные неоднородности межпланетного магнитного поля, которые рассеивают заряженные частицы ГКЛ, в результате чего, интенсивность ГКЛ достигающих Земли уменьшается. И, наоборот, в годы минимума солнечной активности, межпланетное магнитное поле относительно однородно, и у Земли наблюдается более высокая интенсивность ГКЛ.

Следовательно, в периоды высокой интенсивности ГКЛ (годы минимума солнечной активности) существуют наиболее благоприятные условия формирования кристаллов льда в облаках и, как следствие, выпадения осадков. Анализ среднесуточных данных о количестве осадков и данных об интенсивности ГКЛ показал, что между интенсивностью ГКЛ и количеством осадков выше 20 мм за сутки существует прямая зависимость. Согласно изложенному выше механизму, влияние ГКЛ заключается в усилении процессов образования облаков и осадков.

Таким образом, в работе рассмотрен один механизм солнечно-земных связей, осуществляющийся по цепочке: солнечная активность — межпланетное поле — интенсивность галактических космических лучей — фазовое состояние переохлажденных облаков — осадки.

### СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТЕКТОНИЧЕСКИ НАРУШЕННЫХ УГЛЯХ

Беспятов Г.А.

*Кузбасский государственный  
технический университет,  
Кемерово*

Отклонение термодинамической системы уголь — вмещающие породы от состояния равновесия под действием потоков энергии и вещества образует открытую неравновесную диссипативную систему. Ос-

нову синергетической модели термодинамических неравновесных процессов составляет полная система уравнений [1,2]:

– уравнения неразрывности:

$$\left\{ \begin{aligned} c_1 r_1 \frac{\partial u}{\partial t} + c_1 \nabla p - c_1 r_1 f_1 &= -c_2 r_2 z; \end{aligned} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} r_2 \frac{\partial w}{\partial t} + \nabla p - r_2 f_2 &= -r_2 z. \end{aligned} \right. \quad (2)$$

– уравнение энергии

$$\frac{\partial h}{\partial t} + (u \nabla) h - \frac{1}{r} \left( \frac{\partial p}{\partial t} + u \nabla p \right) + \frac{c_2 r_2}{c_1 r_1} [(w - u) z] = 0 \quad (3)$$

Полученная система уравнений (1), (2), (3) является замкнутой и представляет собой полную систему уравнений термодинамически неравновесных процессов [3]. В рамках построенной модели рассмотрим движение высокодисперсных компонентов в газовом потоке тектонически нарушенных угольных пластов. Будем предполагать, что основное сопротивление относительно движению газа обусловлено его взаимодействием со взвешенными частицами, т.е. диссипация энергии «фильтрующегося» газа за счет его взаимодействия со взвешенными частицами значительно выше диссипации энергии, обусловленной градиентами усредненных по «каналам» между частицами профилей скоростей. При принятых допущениях система уравнений термодинамически неравновесных процессов одномерного нестационарного движения газозвеси может быть представлена в виде [3]

$$\frac{\partial(c_1 r_1)}{\partial t} + \frac{\partial(c_1 r_1 u)}{\partial x} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial(c_2 r_2)}{\partial t} + \frac{\partial(c_2 r_2 w)}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial(c_2 r_2)}{\partial t} + \frac{\partial^2(r_1 u)}{\partial x^2} + (1 - b) \frac{\partial p}{\partial x} = -b' z, \quad (6)$$

$$\frac{\partial(\rho_2 \omega)}{\partial t} + \frac{\partial^2(\rho_2 \omega)}{\partial x^2} + \beta \frac{\partial p}{\partial x} = \beta' z, \quad (7)$$

$$\frac{\partial(r_1 h)}{\partial t} + \frac{\partial(r_1 h u)}{\partial x} = \Theta, \quad (8)$$

где  $b$  и  $b'$  - коэффициенты, учитывающие вклад сил Архимеда и присоединенной массы в общую силу межфазового взаимодействия

$$b = 1,5c_i; \quad b' = 1 - b - \left( \frac{r_1}{r_2} \right), \quad (9)$$

$\Theta$  - интенсивность контактного теплообмена между газом и частицами взеси,

$$\Theta = \frac{6 r_1 Nu \cdot I (T_1 - T_2)}{2 S 2 m}, \quad (10)$$

Одной из главных задач исследования является определение насыщенности парового пространства свободными частицами в процессе фильтрации. Для решения этой задачи запишем уравнения движения (4)-(8) в безразмерных координатах, для чего введем следующие обозначения: