

ПОИСК НОВЫХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ

© 2004 г. А. А. Багдасарян, Р. С. Овсепян, Г. З. Элбакян

Служба активных воздействий на атмосферные процессы

Управление чрезвычайных ситуаций РА

375010, Ереван, ул. Пушкина, 25, Республика Армения

E-mail: saiap@freenet.am

Поступила в редакцию 05.12.2003 г.

Обсуждается возможность изготовления и использования при активных воздействиях на атмосферные процессы нового двухкомпонентного реагента (смесь частиц цеолита и нанноразмерных аморфных металлов). В этих же целях в качестве льдообразующего реагента предлагается использование представителей почвенной микрофлоры, например цианобактерии (синезеленые водоросли).

В 30 странах мира ведутся работы по регулированию осадков, борьбе с градом, туманами, ураганами с помощью льдообразующих реагентов. Эффективность, экономическая целесообразность и методика проведения опытов по воздействию на атмосферные процессы во многом зависят от свойств реагента, интенсифицирующих конденсационные и кристаллизационные процессы. Основным направлением изучения льдообразующих свойств веществ является экспериментальное исследование. При этом рассматриваются следующие компоненты, характеризующие льдообразующую эффективность реагентов, это – температурный порог льдообразования, образование кристаллов, время срабатывания реагента. Из большого класса изученных органических и неорганических веществ йодистое серебро, обнаруженное еще в 1946 году Воннегатом, остается наиболее универсальным, эффективным льдообразующим реагентом для воздействия на переохлажденные облака с целью их искусственной кристаллизации. Однако, и этот эталонный реагент, практикуемый в оперативных работах, имеет некоторые недостатки – дефицитен, экологически безупречен, быстро теряет активность под воздействием ультрафиолетовых лучей.

Продвижение в решении проблемы активных воздействий на атмосферные процессы, в частности, связано с поиском новых реагентов, обладающих большими достоинствами по сравнению с практикуемыми. Это касается, помимо физико-химических свойств реагента, технических и методических возможностей их использования.

Целенаправленный поиск активных веществ (реагентов) затруднен. В настоящее время нет единого критерия физико-химических характеристик для отбора веществ, недостаточно разработана строгая теория гетерогенного льдообразования на частицах аэрозоля. Вместе с тем известно, что в качестве ядер кристаллизации могут служить частицы горных пород и почвы органического и биологического происхождения, морские аэрозоли, аэрозоли промышленного происхождения и др.. В ядрах града обнаружены частицы кварца, листьев отмершей растительности, окислы некоторых металлов и т.д., а также

представители микрофлоры.

В настоящее время намечается восстановление противоградовой службы, которая бездействует с 1991 года по объективным материальным и хозяйственным причинам. Взамен испытанного батарейного ракетно-артиллерийского способа воздействия обсуждаются новые методы, в частности, с помощью генераторов различных конструкций, комбинированный метод с применением мощных звуковых полей, совмещенных с реагентными и т.д..

Исходя из специфики проведения воздействий на атмосферные процессы в РА и экономических соображений, предлагается, наряду с йодистым серебром, в качестве реагента использовать цеолиты. Цеолиты относятся к реагентам, которые интенсифицируют кристаллизационные процессы. Вода, адсорбированная цеолитовой решеткой, кристаллизуется и сохраняется в твердом состоянии вплоть до температур, близких к нулю. Такие цеолитовые порошки могут служить ядрами кристаллизации (Качурин, 1978). В исследовании (Krastanov и et al., 1970) получены кристаллы льда в порах частиц порошка цеолита и возможность кристаллизации с его помощью крупных капель воды и переохлажденного тумана. Активация частиц цеолита (образование в них ледяных кристалликов) производилась в интервале температур от -20° до -30°C .

Эти частицы в дальнейшем производили кристаллизацию капель при небольших отрицательных температурах, вплоть до -1°C .

Сотрудники службы активных воздействий и физического факультета Ереванского госуниверситета провели предварительную работу по оценке клиноптилолита (местного природного сырья цеолита) для выяснения возможности его использования в качестве реагента. В результате эксперимента получены данные, свидетельствующие о возможности его использования (с диаметром 3-5 мк, гигроскопичностью по массе до 18%) в качестве исходного материала для изготовления реагента. Методика измельчения (механическая, ультразвуковая) позволяет получить размеры частиц сравнительно высокой дисперсности.

Разработка новых реагентов в идеале свя-

зана с необходимостью максимально увеличить их активность, гигроскопичность, найти дешевые и абсолютно нетоксичные реагенты, не подверженные влиянию солнечных лучей, а также расширить возможности воздействия на электрические процессы в облаках и свободной атмосфере на макро- и микроэлектрические процессы зарождения и роста града, капель воды.

Представляется возможным улучшить свойства цеолита добавлением к нему нанноразмерных частиц серебра или других аморфных металлов. Технология получения нанноразмерных порошков аморфных металлов разработана в НПП "Атом". С помощью колебательно возбужденных молекул, например водорода, производится процесс восстановления оксидов при низких температурах, в результате образуются вода и данный металл в аморфном нанноразмерном состоянии. Возможно получение кристаллических нанноразмерных оксидов, а также серебра. Все наннокристаллические материалы обладают дополнительной энергонасыщенностью поверхностных граней. Аморфные нанноразмеры также обладают дополнительной энергией относительно кристаллических материалов. Нанноаморфные материалы (металлы) обладают энергонасыщенностью в квадрате. От этого зависят все физико-химические свойства этих материалов — понижение температуры плавления, химическая, каталитическая активность, зарядовые состояния поверхности, которые могут влиять на микрофизические процессы зарождения и роста частиц жидких и твердых осадков. Возможное проявление этих материалов в электрических процессах — подпитка зарядового состояния капли, градины или их нейтрализация, изменения зарядового состояния зародышей градин и др.

Двухкомпонентный реагент перспективен в опытах управления электрическим состоянием облаков, может воздействовать не только на конденсационные и кристаллизационные процессы, но и микро- и макроэлектрические процессы зарождения и роста града. Однако, токсичность нанноразмерных материалов ограничивает возможность их использования в больших количествах. Внесение в облако нанноразмерных кристаллических частиц металлов, частиц аморфных металлов размерами на порядок выше по сравнению с аэрозольными ионами может воздействовать на процесс электрической коагуляции, на усиление кулоновских и дипольных сил взаимодействия между заряженными частицами, на усиление конденсационно-коагуляционных процессов. Ожидаются известные эффекты, связанные с кристаллизующим действием частицы в момент соударения с переохлажденной каплей и закреплением на ней, с процессами разделения зарядов. В целом, предлагаемый двухкомпонентный реагент, помимо интенсификации конденсационных, кристаллизующих процессов, может воздействовать на электризацию облачных частиц в процессах внутриоблачной генерации электрических зарядов, связанных с фазовыми и микроструктурными преобразованиями облачных элементов, а также с их взаимодействиями.

Для окончательного выявления особенностей

реагента, ответственных за его активность в отношении захвата частицами цеолита нанноразмерных материалов, необходимо проведение экспериментов в камере тумана по определению оптимальных соотношений компонент смеси, по влиянию реагента на спектр размеров капель и т.д. Исследование реагента, помимо практического интереса, позволит углубить наши представления об атмосферных электрических процессах, в теории которых остается еще много непонятного.

Для выяснения возможности использования цеолита из местного сырья необходимы: разработка методики обработки (механической, ультразвуковой, искровой, возможно химической) цеолита, которая позволит получить размеры частиц требуемой дисперсности, обеспечивающей оптимальную суммарную поверхность аэрозольных частиц реагента, его высшую льдообразующую способность; активация частиц цеолита (образование ледяных кристалликов выдерживанием цеолита в интервале температур от -20° до -30°C); измерение выхода активных частиц на единицу массы вещества; оценка влияния условий получения и способов применения аэрозолей на выход активных частиц; исследование зависимости активных частиц (льдообразующих ядер) от температуры, пересыщений и размеров частиц; определение минимальных размеров ядер, активных при заданной температуре; разработка методики засева реагента в облако.

А для двухкомпонентного реагента (смеси порошков цеолита и нанноразмерных частиц металлов) необходимо изучить влияние соотношений компонент реагента на его активность, электропроводность и его поведение в микрофизических, в том числе и электрических процессах зарождения и роста града.

Растительный мир может быть весьма эффективным источником активных ядер, в конечном итоге и зародышей градин. Это вытекает из результатов исследований (Vali, Schnell, 1976; Хоргуани, 1984), согласно которым льдообразующие свойства ядер растительного происхождения проявляются при сравнительно высоких температурах (-1° до -4°C).

Из всех видов осадков наибольшие количества микроорганизмов были получены из града. Согласно обобщению различных исследований (Грегори, 1964) в микрофлоре, содержащейся в градинах, преобладают бактерии. В зародышах градин концентрация нерастворимых аэрозольных частиц составляет 10^5-10^6 см^3 (в отдельных градинах 10^7 см^3), при этом в более интенсивных градобитиях в зародышах встречаются частицы, размер которых может составлять 200 — 300 мкм (Хоргуани, 1984).

Поэтому весьма заманчивым представляется использование представителей микрофлоры в качестве реагента. На такую возможность нас склонило наличие органики в зародышах града, большая палитра их физико-химических свойств, сопоставимых с таковыми идеальных реагентов. Шкала реальных размеров объектов органического мира позволяет выделить виды микрофлоры с диаметром частиц, сравнимых с частицами реа-

гента. Возможность целенаправленного поиска обусловлена многообразием различных микроорганизмов. Так, согласно (Грегори, 1964), существуют смачиваемые и несмачиваемые споры (что связано с кристаллизационными и конденсационными свойствами реагента), базидоспоры шампиньона и некоторых других грибов, которые, оседая в воздухе, несут небольшой электрический заряд, как положительный, так и отрицательный. Малая плотность, меньшая скорость оседания представителей микрофлоры по сравнению с частицами практикуемых реагентов позволяют их использовать в "предварительном засеве" с заблаговременностью в несколько часов.

Микробиология атмосферы позволяет решать проблему биологической загрязненности воздуха. В нашей работе предполагается загрязнение верхних слоев микрофлорой, представленной полезными видами. Так например, использование полезных почвенных представителей, которые в конечном итоге осядут на земную поверхность с осадками или за счет гравитации, положительно скажется на почвах. Наиболее перспективными в качестве реагента являются очень мелкие споры дождевиков, земляные звездочки, обычные плесени и др. Особый интерес вызывает циановая бактерия (синезеленая водоросль, прокариот)

При подборе растительного реагента необходимо также учесть склеивание их частиц в комочки, что, естественно, нежелательно, например споры *Lycoperidium clavatum* в потоке воздуха легко отделяются одна от другой.

Большая дифференциация физико-химических свойств частиц микрофлоры позволяет их селективное использование, связанное с выбором методики и технологии воздействий. Так например, проведение воздействий по ухудшению условий подпитки верхних слоев градового облака водой, искусственному уменьшению капельно-жидкой водности в основании облака, ярусной обработке облаков, с целью получения дополнительных осадков и т.д.

Представляется целесообразным при внутри-массовых процессах перенос частиц микрофлоры осуществлять посредством воздуходувок, что возможно вследствие субмикронных размеров, малой величины плотности растительных реагентов.

По сравнению с используемыми в настоящее время реагентами, растительные имеют ряд преимуществ: использование форм микрофлоры, населяющих почву и водоемы, в экологическом плане намного выгоднее, нежели любой из известных практикуемых реагентов, ибо они нечуждые материалы для природной среды; представители микрофлоры могут нести заряд как положительный, так и отрицательный и могут принять участие в электрических процессах; возможность биотехнологии получения промышленных штаммов микроорганизмов и их сравнительно низкая ожидаемая стоимость.

Для определения степени приемлемости отобранного микроорганизма в воздействиях на атмосферные процессы, во избежание принятия антиэкологического решения, связанного с выбором

микроорганизма-реагента, в первую очередь необходимо разобраться в его роли и месте в природе. Этот подход в работе иллюстрируется на примере циановой водоросли.

Синезеленые водоросли относятся к прокариотам и включают 2500 видов. По морфологическим признакам они обнаруживают огромное разнообразие, встречаются одноклеточные, колониальные и нитчатые. Циановые водоросли самые мелкие из водорослей и больше похожи на бактерии. Водоросли участвуют в создании почвенного плодородия, в процессе накопления и трансформации органического вещества, в естественном биологическом освоении нарушенных и вновь осваиваемых территорий. Известна положительная роль водорослей в повышении микробиологической активности почвы. Все вышесказанное свидетельствует о том, что почвенная водоросль-реагент после искусственного размножения и выполнения прямого назначения в облаке, в конечном итоге достигнет земной поверхности, и его дополнительное поступление в почву способствует интенсификации естественного почвообразовательного процесса, механическому скреплению почвенных частиц нитчатыми водорослями, направленному на борьбу с эрозией почвы и т.д.

Имеются положительные результаты опыта размножения в эксперименте циановой водоросли.

Использование циановой водоросли в атмосфере с последующим поступлением на земную поверхность является эколого-сбалансированной технологией, альтернативным решением экологической проблемы повышения плодородия почв. В проектах чаще всего экологическая составляющая выступает в виде эколого-экономического ущерба (отрицательной величины), а в нашем случае ожидается эколого-экономическая выгода. Это обусловлено тем, что дополнительное поступление циановой водоросли в почву направлено на интенсификацию естественного почвообразовательного процесса. Таким образом сначала оцениваем микроорганизм, его свойства в натуральных показателях, затем даем его экономическую оценку, а далее предлагаем технологию, с учетом экологических ограничений. Намечаемая реализация проекта является примером положительных межсекторальных экстерналий.

ЛИТЕРАТУРА

- Грегори Ф. Микробиология атмосферы. М.: Мир, 1964. 371 с.
- Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. 455 с.
- Хоргуани В.Г. Микрофизика зарождения и роста града. М.: Московское отделение Гидрометеоиздата, 1984. 185 с.
- Krastanov L., Genadiev N., Levkov L. Erzeugung von Eiskernen mit Hilfe von Zeolithpulver. — Idojaras, 1970. 74, с.535-538.
- Vali G., Schnell R. Biogenic ice nuclei. Part I. Terrestrial and marine sources. J. Atm. Sci., 1976, vol. 33 N.8. p.1554-1564.

ՄԹՆՈՒՈՐՏԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՎՐԱ ՆԵՐԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ՆՊԱՏԱԿՈՎ ՆՈՐ ՌԵԱԳԵՆՏԻ ՈՐՈՆՈՒՄ

Ա. Ա. Բաղդասարյան, Ռ. Ս. Հովսեփյան, Գ. Չ. Էլբակյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկվում են մթնոլորտային երևույթների վրա ակտիվ ներգործությանն ապատակով նոր երկկոմպոնենտ (ցեոլիտի, նանոչափսի ամորֆ մետաղների մասնիկների խառնուրդ) ռեագենտի ստացման և կիրառման հարցերը:

Որպես բյուրեղացնող ռեագենտ առաջարկվում է նաև հողային միկրոֆլորայի ներկայացուցիչների կիրառումը, օրինակ՝ ցիանամանրէներ (կապտականաչավուն ջրիմուռներ)

SEARCH FOR NEW REAGENTS TO INFLUENCE ATMOSPHERIC PROCESSES

A. A. Bagdassaryan, R. S. Hovsepyan, G. Z. Elbakyan

Abstract

A possibility is discussed of manufacturing and using a new two-component reagent (a mixture of particles of zeolites and nano-scale amorphous metals) in active impacts on atmospheric processes. To achieve the same purposes, it is suggested to use representatives of soil microflora, for instance cyanobacteria (blue-green algae) as an ice-forming reagent.