

УДК 535.217:544.53:544.542.1:544.522.122

Я.А. КУМЧЕНКО

ПНПП «КАШТУЛ», Днепрпетровск, Украина

**НЕТЕПЛОВОЙ РЕЗОНАТОРНО-РЕЗОНАНСНЫЙ СПОСОБ ГЕТЕРОГЕННОГО
ФОТОКАТАЛИЗА ПРОЦЕССА ДИССОЦИАЦИИ (РАЗРУШЕНИЯ)
ЭНЕРГОАККУМУЛИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ
ВОДОРОДА В КАЧЕСТВЕ ГОРЮЧЕГО ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ
БЕЗОПАСНЫХ (БЕЗУГЛЕРОДНЫХ) КАК НАЗЕМНЫХ,
ТАК И КОСМИЧЕСКИХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК**

Предложен нетепловой резонаторно-резонансный способ гетерогенного фотокатализа процесса диссоциации (разрушения) энергоаккумулирующих веществ (ЭАВ) с целью получения водорода в качестве горючего для экологически безопасных (безуглеродных) как наземных так и космических энергоустановок.

нетепловой резонаторно-резонансный способ, гетерогенный фотокатализ деструкции (диссоциации), энергоаккумулирующие вещества

Введение

Интерес исследователей к динамике волновых пакетов колебательных состояний молекул при их импульсном лазерном возбуждении (фотолиз) или при действии источников ионизирующего излучения (радиолиз) вызван двумя причинами: 1) совершенствование техники работы с высоковозбужденными атомами и изучение процесса возбуждения и ионизации короткими лазерными импульсами и источниками ионизирующих излучений и 2) развитие лазерной фемтохимии, имеющей своей целью появление нового направления в атомной и молекулярной спектроскопии.

Автор предлагает рассмотреть и другие перспективные направления по динамике волновых пакетов, в результате эволюции которых происходит гетерогенный фотокатализ разрушения энергоаккумулирующих веществ (ЭАВ).

Постановка задачи и ее цели. Предлагается: 1) путем нетеплового резонаторно-резонансного способа гетерогенного фотокатализа диссоциации (развала) молекул ЭАВ, к которым относятся горючие ископаемые, восстановленные окислы, (водород, алюминий, бор), кальций, магний, гидриды, бориды, силициды, карбиды, нитриды, силаны и вещества,

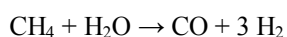
выделяющие энергию при фазовых переходах и образование сложных соединений из простых веществ извлекать водород и другие горючие компоненты, 2) тем же способом и с той же целью проводить конверсию биомассы, 3) утилизировать твердые органические отходы на основе углеводов с получением горючих материалов, в том числе и водорода, 4) снятие пиковых нагрузок электрогенерирующих установок (тепловых, гидро- и атомных ЭС) в ночное время, а также в выходные и праздничные дни с использованием диссоциации ЭАВ, 5) разрушение предлагаемым способом токсичных веществ, б) получение химически чистых материалов, в том числе и урана путем их восстановления из окислов. Как видно из приведенного выше, основной целью энергетически выгодного гетерогенного фотокатализа (радиолиза) диссоциации молекул ЭАВ является получение горючих материалов, особенно водорода.

Обращение к водородной тематике не является новым: этим занимаются все развитые страны мира. Такой интерес вызван двумя причинами: 1) при сгорании обычных углеводородных топлив усугубляется так называемый «парниковый эффект», который вызывает глобальное повышение температуры окружающей среды, 2) запасы углеводородного топлива (нефти и газа) могут быть исчерпаны уже в те-

чение нескольких десятилетий. Учитывая нависшую угрозу нехватки энергоносителей и глобального изменения климата на Земле, подчеркнем актуальность процесса извлечения водорода из ЭАВ как экологически безопасного (безуглеродного) горючего как для наземных так и космических энергоустановок.

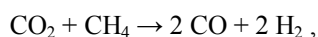
В настоящее время разработка получения процессов получения водорода ведется в основном по двум направлениям: 1) электролиз воды (ее разложение) на водород и кислород и конверсия метана или других углеводородов.

Так в институте проблем материаловедения НАНУ еще в 1995 году был разработан процесс получения водорода по реакции



в присутствии специальных катализаторов при температуре 685 °С и гомогенном прогреве метана и воды. Если сжигать полученную смесь, то с учетом затраченной на получение этих газов энергии выигрывает калорийности составляет 25%.

В Израиле получают подобные смеси по реакции



подводя гомогенным способом тепловую энергию с помощью тепловых труб.

Предложение автора сводится к тому, чтобы конверсию углеводородов, в том числе и метана, производить не путем гомогенного нагрева всего объема молекулы, а с помощью гетерогенного фотолитиза, который реализует нетепловую («холодную») деструкцию (развал) молекул ЭАВ. При этом на нетепловую диссоциацию тратится иногда на порядок меньше электромагнитной энергии, чем при гомогенном нагреве всего объема материалов в присутствии дорогих катализаторов.

1. Резонаторно-резонансный способ гетерогенного фотокатализа диссоциации (разрушения) молекул ЭАВ

Как отмечалось автором [1], Э. Шредингер еще в 1926 году предложил рассматривать атом как волновую резонаторную систему (атом Шредингера [1 –

4]). Он предложил рассматривать волновые пакеты стационарных состояний квантовых систем как собственные колебания **системы атомное ядро – электронная оболочка** со своим набором колебательных мод. Кроме введения в рассмотрение так называемого когерентного состояния гармонического осциллятора (резонатора) им впервые была поставлена задача о волновом пакете для электрона, движущегося по кеплеровской орбите в атоме водорода (финитное движение).

Анализируя данные экспериментальных работ [1], можно сделать вывод, что деструкция материалов всегда происходит в режиме резонанса при гетерогенном фотокатализе.

Их нетепловое («мягкий режим») разрушение объясняется тем, что внешний источник электромагнитной энергии воздействует в резонансном режиме только на электронную оболочку, не нагревая весь объем материала деструкции. Такой вид воздействия носит название гетерогенного фотокатализа процесса диссоциации молекул ЭАВ.

Учитывая все сказанное выше, считаем обоснованным название «Резонаторно-резонансный способ гетерогенного фотокатализа диссоциации молекул ЭАВ».

2. Обоснование предлагаемой модели диссоциации молекул ЭАВ

В тщательнейшем обзоре по динамике волновых пакетов [5] отмечается, что теоретические исследования пакетной динамики весьма далеки от завершения. Основные нерешенные с единой позиции проблемы, отмеченные в обзоре [5], носят следующий характер: 1) большое число стационарных состояний (возникновение регулярно организованных структур с высокой степенью локализации), 2) безизлучательные переходы в сложных молекулах, 3) распывание волнового пакета и его дальнейшее полное восстановление (возрождение), 4) периодичность восстановления, 5) не реализован в рамках старых теорий пакет ридберговских состояний атома, локализованный как в радиальном, так и в угло-

вых переменных, представляющий собой частицеподобные образования, движущееся по кеплеровской орбите.

Учитывая модель атома Шредингера как резонатора [1 – 5], а также работы автора [6 – 9] попробуем по-своему объяснить основные проблемы по динамике волновых пакетов с единых позиций, опираясь на предложенную здесь резонаторно-резонансную модель гетерогенного фотокатализа процесса диссоциации в той последовательности, в какой они нами представлены выше.

1. Возникновение большого числа регулярно организованных структур с высокой степенью локализации (большое число стационарных состояний) объясняется реализацией большого количества собственных колебаний (стоячих волн) в пространстве между ядрами, материальными переносчиками которых являются электронные оболочки при внешнем резонансном воздействии волновых источников энергии.

2. Безизлучательные переходы в сложных молекулах объясняются практически мгновенной организацией пакетов стоячих волн, которые энергию в пространстве не переносят.

3, 4. Из волновой механики известно, что работающий резонатор-излучатель имеет как дальнее так и ближнее поля. Для ближнего поля реактивная составляющая энергии излучателя за первый полупериод отдается в пространство между ядрами, а за второй полупериод энергия возвращается излучателю, т.е. при отдаче за первый полупериод происходит расплывание волнового пакета, а при возврате он полностью восстанавливается.

5. Пакет ридберговских состояний атома, локализованный как в радиальных так и в угловых координатах, представляющий собой частицеподобное образование, движущееся по кеплеровской орбите, объясняется тем, что для ближнего волнового поля реактивная составляющая имеет не только стягивающую, но и вращательную составляющую. Другими словами атом нужно представлять в виде центрального ядра, окруженного электронными оболочками на подобие капустных листьев. Это и есть атом Шредингера.

Процесс развала молекул при резонансном воздействии внешних электромагнитных импульсов реализуется следующим образом.

Известно [7], что именно при резонансе имеет место максимальное поглощение волновой энергии. При этом реализуется перемещение ядер по их классическим траекториям в ходе химической трансформации молекул. На рис. 1, позаимствованном из [6], отображены режимы работы двух атомов-резонаторов. После возбуждения молекулы импульсом накачки в режиме ее связанного состояния (режим 1) подается короткий электромагнитный импульс с частотой меньшей резонансной, который и приводит ядра к движению, увеличивая межъядерные расстояния (режим 2) вплоть до развала (диссоциации) молекулы.

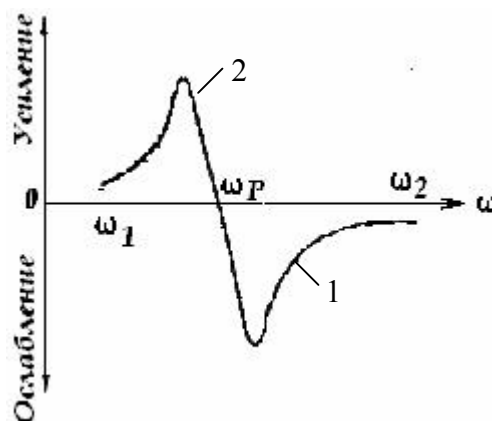


Рис. 1. Режимы работы резонаторов:
1 – режим притяжения ($\omega_1 < \omega_p$);
2 – режим отталкивания ($\omega_2 > \omega_p$)

3. Экспериментальное подтверждение работоспособности резонаторно-резонансной модели гетерогенного фотокатализа диссоциации ЭАВ

Экспериментальных работ, подтверждающих именно нетепловой гетерогенный фотокатализ (радиолиз) диссоциации ЭАВ опубликовано в достаточном количестве. Отметим лишь несколько наиболее характерных работ по нетепловому (мягкому) с точки зрения энергетики диссоциации молекул. Это следующие работы:

1) Комаров В.В и др. «Резонансная фрагментация органических молекул на поверхности» (МГУ);

2) Русанов В.Д. и др. «Эффект плазменного катализа на примере диссоциации метана на водород и углерод» («Курчатовский институт»);

3) Приступа А.И. «Механизмы протекания элементарных актов фотохимической деструкции целлюлозы при комнатной температуре» («Центр фотохимии» РАН).

Названия этих работ говорят сами за себя.

Процесс утилизации твердых отходов рассмотрим на примере лазерохимического активирования этилена. В [10] отмечается принципиальная возможность возбуждения лазерным излучением отдельных компонентов реагирующей смеси «наряду с гомогенным способом такого введения энергии делает перспективным применение маломощных лазеров (например инфракрасных) в весьма своеобразных синтезах, основанных на избирательном, а следовательно, меньшим потреблением колебательной энергии». Автор этой работы подчеркивает перспективность именно гетерогенного фотокатализа по сравнению с гомогенным катализом, когда непродуктивно нагревается вся смесь реагентов. Для доказательства возможности «парциального окисления алифатических углеводородов в такие ценные продукты как формальдегид и метанол, протекающих без участия катализаторов» и уменьшающих энергозатраты, и упрощающих проведение процесса было исследовано окисление этилена молекулярным кислородом под воздействием непрерывного излучения маломощного лазера ($J = 3 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^2$). Автор [10] отмечает, что «помимо большой практической ценности такие процессы имеют также принципиальное теоретическое значение, поскольку известно, что колебательное возбуждение эффективно для преодоления эндотермической части энергетического барьера и почти не влияет на преодоление барьера в термонейтральных и экзотермических реакциях».

Заключение

Использование резонаторно-резонансного способа гетерогенного фотокатализа деструкции ЭАВ позволяет с энергетической выгодой перейти на экологически безопасную (безуглеродную) энергетику на водороде как для наземных так и космиче-

ских энергоустановок даже для стран не имеющих запасов нефти и газа.

Литература

1. Кумченко Я.А. Методологическое обоснование необходимости изложения альтернативных взглядов в курсе физики на примере атома Шредингера // Теория и методика изучения физики. – Кривой Рог, 2002. – Т. 2. – С. 160-162.
2. Власов А.Д. Атом Шредингера // УФН. – 1993. – Т. 163, № 2. – С. 202-206.
3. Schrodinger E. // Phys.rev. – 1926. – V. 28. – P. 16-24.
4. Бор Н. Квантовый постулат и новое развитие атомистики // УФН. – 1928. – Т. 8, вып. 3. – С. 41-52.
5. Авербух И.Ш. Динамика волновых пакетов высоковозбужденных состояний атомов и молекул // УФН. – 1991. – Т. 161, № 7. – С. 41-61.
6. Кумченко Я.А. Резонаторная природа разрушения (деструкции) энергоаккумулирующих веществ // Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. – № 8(24). – С. 77-80.
7. Кумченко Я.А. Резонаторная природа силовых взаимодействий между аэрозольными частицами. Формирование акустической потенциальной ямы // Физика аэродисперсных систем. – 2002. – Вып. 39. – С. 40-50.
8. Кумченко Я.А. Универсальная волновая константа (инвариант) для населенностей дисперсных систем микро-, мезо- и макро миров в резонаторной модели и их силовых взаимодействий // XXI межд. научн. конф. «Дисперсные системы». – Одесса, 2004. – С. 110-190.
9. Кумченко Я.А. Фотохимические реакции в рамках резонаторной природы силовых взаимодействий // XXI межд. научн. конф. «Дисперсные системы». – Одесса, 2004. – С. 187-189.
10. Волков С.В. Лазерохимическая активирование этилена и «закалка» формальдегида // Теорет. и эксп. химия. – 1991. – Т. 27, № 2. – С. 220-223.

Поступила в редакцию 1.06.2006

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф. Е.Г. Попов, ДГАУ, Днепрпетровск.