

INFLUENCE OF EXTERNAL MAGNETIC FIELD ON THE RATE OF CHEMICAL REACTIONS AT BURNING BIOFUELS

Y. Kozhevnikov, V. Nikolaev

Рассмотрим две гипотезы:

1. Возможность нейтрализации отрицательных воздействий компонентов топочной смеси (дисперсионных фаз) на процесс горения и окисления веществ, непосредственно не задействованных в этих процессах.

2. Возможность задействовать воду (дисперсионную среду) в химических реакциях окисления и горения для повышения общего КПД процесса.

Замечено, что ориентация угловых моментов (спинов) электронов и ядер на протекание химических процессов, которые строго сохраняются в адиабатических химических реакция. Все химические реакции являются спин-селективными – они разрешены только для таких спиновых состояний реагентов, у которых полный спин одинаков со спином продуктов, и полностью запрещены, если спин реагентов не равен спину продуктов.

Химией процессов (особенно процессов горения) управляют 3 фундаментальных фактора – энергия, спин и фаза. Последнее характерно для когерентной химии.

Периодичность генерации продукта является следствием когерентности поведения спиновых пар; это и есть электронно-спиновые квантовые биения в химических реакциях.

Известны такие реакции как осцилляции рН, электрохимического потенциала в гетерогенных системах типа вода-масло и волновое горение.

Макроскопическая когерентность является фундаментальным свойством, которое в когерентных режимах позволяет ожидать увеличения выходов реакции, селективности процессов, само очистки поверхностей от каталитических ядов и т.д. И эти ожидания подтвердились, особенно в

химических осцилляторах с вынужденными, принудительными осцилляциями.

Изменить спин могут **нехимические магнитные взаимодействия**, т.к. только они способны преобразовать спин-запрещенные (нереакционноспособные) состояния реагентов (например, радикальных пар) в состояния спин-разрешенные (реакционноспособные).

Цель исследований – установление влияния внешнего магнитного поля на скорость химических реакций горения.

Материалы и методика исследований. Будучи ничтожно малыми по энергии, магнитные взаимодействия переключают каналы реакции: открывают закрытые каналы и, напротив, закрывают открытые (разрешенные) – в зависимости от стартового состояния реагентов.

В зависимости от стартового спинового состояния реагентов и от их магнитных параметров (энергия сверхтонкого взаимодействия, g-факторы, дипольное взаимодействие) химические реакции могут ускоряться или замедляться внешним магнитным полем. В создании условий для управления процессом горения, больше всего проявляются *эффект Зеемана* и *обменное взаимодействие*.

В структуре атома электроны ведут себя как объекты, объемные размеры которых намного размеров самой не связанной (свободной частицы). А их поведение описывается известными вероятностными функциями с волновыми свойствами, параметры которых и есть квантовые числа из определенного набора множеств, характерного для конкретной атомной структуры (в том числе и изотопной ее разновидности).

Одно из самых уникальных свойств заряженных элементарных частиц и ионизированных атомов является то, что при движении они являются источником собственного электромагнитного поля, которое при размерах больше атомных является главной основой их взаимодействия с внешним окружением. В свою очередь, магнитное поле превалирует над электрическим полем при взаимодействии движущихся заряженных

объектов, будь то отдельные элементарные частицы (с наличием массы покоя или без нее) или их поток (ток для проводников).

Но даже если атом, молекула или более крупный объект нейтрален (не заряжен), магнитное поле способно взаимодействовать с образующими его элементарными частицами через их собственные магнитные поля, порождаемые их квантовыми свойствами.

Исследования эффекта Зеемана (расщепление атомных спектров при воздействии внешнего магнитного поля) позволило открыть два важных эффекта, которые проявляются под воздействием внешнего магнитного поля и влияют на протекание химических реакций: химическую поляризацию ядер и химическую поляризацию электронов.

При поляризации ядер сортировка ядер осуществляется не только по их магнитным моментам, но и по их ориентации. Химическая реакция отправляет ядра с разной ориентацией в различные продукты, создавая неравновесные заселенности «зеемановских» ядерных уровней в этих продуктах. Причем избыточная населенность нижнего «зеемановского» уровня соответствует положительной поляризации ядер, перенаселенность верхнего уровня – отрицательной поляризации. Последний случай особенно важен, т.к. когда перенаселенность верхнего уровня превышает некоторый допустимый предел, то населенности инвертируют. Реакция становится радиочастотным эмиттером, квантовым генератором с химической накачкой (подобно химическим лазерам). Энергия «зеемановского» резервуара превосходит порог генерации. Тогда движение ядерных спинов спонтанно становится когерентным, и такая когерентная система ядер становится квантовым генератором.

Химическая поляризация электронов возникает из электронно-спиновой селекции реакции и приводит к неравновесной населенности электронных «зеемановских» уровней в радикалах и парамагнитных молекулах. Об этом было сказано в самом начале статьи.

Использование обменного взаимодействия в атомах позволяет управлять с помощью внешнего магнитного поля скоростью химических реакций. Такой эффект представляет собой чисто физический катализ или спиновый катализ.

Спиновый катализ ускоряет рекомбинацию радикалов, уакс-изомеризацию соединений с двойной связью (на семь-восемь порядков), рекомбинацию спин-поляризованных атомов и т. д.

Будучи пренебрежимо малыми по энергии спиновые взаимодействия частиц вещества, тем не менее, контролируют их химическую реакционную способность и новый создают магнитный «сценарий» реакции.

Тогда главная цель воздействия внешнего магнитного поля – это снятие вырождения по спину в спин-орбитальном взаимодействии валентных электронов. После этого электроны с противоположным направлением спина смещаются вдоль оси энергии, значительно влияя на реакционную (химическую) способность веществ.

Результаты исследований. Обменное взаимодействие – взаимодействие тождественных частиц в квантовой механике, приводящее к зависимости значения энергии системы частиц от её полного спина.

Характер обменного взаимодействия между частицами с целым спином (бозонами) и полуцелым спином (фермионами) различен. Для фермионов характер обменного взаимодействия обусловлен принципом Паули, согласно которому два фермиона не могут находиться в совершенно одинаковых состояниях. Принцип Паули запрещает двум электронам с параллельными спинами находиться в перекрывающихся допустимых областях. Поэтому на малых расстояниях порядка длины волны де Бройля между электронами, спины которых параллельны, возникает как бы дополнительное отталкивание. В случае антипараллельных спинов возникают силы притяжения, которые играют важную роль при образовании химических связей между атомами. При образовании некоторых молекул, в частности воды и водорода, определённую роль играет обменное взаимодействие

между протонами. Обменное взаимодействие характерно для всех фермионов и существует независимо от того, имеются ли между ними другие взаимодействия. Противоположный характер имеет обменное взаимодействие бозонов: чем больше бозонов находится в данном состоянии, тем с большей вероятностью в это состояние переходит ещё один бозон. Это равносильно эффекту притяжения бозонов.

Обменное взаимодействие (и эффекты спинового катализа) рассматриваются через учёт спин-орбитального взаимодействия.

Возмущение, созданное внешним магнитным полем на атом, зависит от ядерного и электронного магнитных моментов. Однако ядерным магнитным моментом, который на несколько порядков меньше электронного, можно пренебречь, поэтому сосредоточим наше внимание на свойствах электронов.

Спин-орбитальное взаимодействие электронов — это взаимодействие между движущимся электроном и его собственным магнитным моментом, определяемым в свою очередь спином электрона. Любой электрон в атоме может обладать двумя видами углового момента: орбитальным угловым моментом и спином. Первый в свою очередь создает дипольный магнитный момент за счет замкнутого контурного орбитального тока. Именно дипольный магнитный момент в основном и характеризует магнитные свойства вещества.

Спиновый магнитный момент обусловлен наличием у электронов квантовой природы и, следовательно, собственный момент импульса – спина, который не связан с перемещением его как целой частицы.

Магнитный момент электрона является суммой орбитального и спинового угловых моментов, умноженных на соответствующие гиромагнитные отношения.

Под действием внешнего магнитного поля каждый атом диамагнетика приобретает магнитный момент, пропорциональный магнитной индукции и направленный навстречу полю. Поэтому магнитная восприимчивость у диамагнетиков всегда отрицательна.

Для объяснения эффекта Зеемана (расщепление атомных спектров) Лоренц рассматривал электрон как классический гармонический осциллятор.

Решение уравнения движения показывает, что резонансная частота дипольного момента в присутствии магнитного поля расщепляется на три частоты. Такое расщепление спектра называют лоренцевским или простым зеемановским триплетом. Таким образом, в магнитном поле электрон вместо простого вращения вокруг ядра атома начинает совершать сложное движение относительно выделенного магнитным полем направления. Электронное облако атома прецессирует (т.е. момент импульса меняет своё направление в пространстве под действием момента внешней силы) вокруг этой оси с частотой Лармора.

Эффект обменного взаимодействия объясняется следующим выводом.

Спин-орбитальное состоит из двух частей. Ларморовская часть связана с взаимодействием магнитного момента электрона с магнитным полем ядра в сопутствующей системе электрона. Второй вклад связан с прецессией Томаса при учете орбитального (дипольного) момента электрона.

Установлено, что энергия спин-орбитального взаимодействия электрона в атоме определяется орбитальным и спиновым угловыми моментами этого электрона.

Для более эффективного влияния на спин валентного электрона необходимо использовать внешнее магнитное поле с силовыми линиями малого диаметра (короткими магнитными вихрями).

Выводы

Для ускорения химических реакций сжигания композиционных биотоплив за счет магнитного поля могут применяться соленоидальная катушка, установленная в камере сжигания биотоплив.