

хвильові властивості, розглянемо на відомому прикладі проходження світла через дифракційну ґратку (ДГ).

Література

1. Мандель, Леонард. Оптическая когерентность и квантовая оптика /Леонард Мандель и Эмиль Вольф; Пер. с англ. С.Н.Андрианов и др.; Ред. В.В.Самарцев – М.; Физматлит, 2000. – 895 с.

М.Франсон, С.Сланский. Когерентность в оптике // Пер. с франц. - Изд. "Наука", Главн. ред. физ.-мат. лит. М., 1967, 80с.

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Уч. пособие для вузов. Т.III. Квантовая механика (нерелятивистская теория). – М.: Наука. 1989. – С.72.

Дем'яненко П.О., Зінковський Ю.Ф. Про когерентність електромагнітних хвиль, зокрема, світлових (частина I). Запропонована квантово-пакетна модель будови світлового потоку органічним чином узгоджує його хвильові та корпускулярні властивості, а також пояснює природу його когерентності та фізичний зміст параметрів, що її характеризують.

Ключові слова: квантові пакети, когерентність, параметри когерентності.

Демьяненко П.А., Зинковский Ю.Ф. О когерентности электромагнитных волн, в частности, световых (часть I). Предложенная квантово-пакетная модель строения светового потока органичным образом согласовывает проявления его волновых и корпускулярных свойств, а также объясняет природу его когерентности и физический смысл характеризующих ее параметров.

Ключевые слова: квантовые пакеты, когерентность, параметры когерентности.

Demianenko P., Zinkowskij Y. Concerning to coherency of electromagnetic waves, light in particular (part I). Quantum-packet model of light beam was proposed. This model organically reconciles wave-corpuscule properties of light beam and explains nature of it coherency and physics sense of it parameters.

Key words: quantum packets, coherency, coherency parameters.

Далі буде

УДК 621.396

РАДИОКОНТАКТ С ВНЕЗЕМНЫМИ ЦИВИЛИЗАЦИЯМИ¹

Мазор Ю.Л.

3.8.3.4. Возобновляемые источники энергии (продолжение)

Энергия биомассы

Использование биомассы для производства органического топлива может стать одним из существенных компонентов будущей энергетической системы. Этот самый древний способ производства энергии человек использует многие сотни тысяч лет, сжигая дрова на костре, а затем в печи. Прогресс в этом направлении ожидается от биоинженерии, которая должна вывести высокопродуктивные зеленые растения и разработать эффективные способы их переработки в топливо. Получение энергии из биомассы не нарушает углеродного баланса: при росте зеленое растение потребляет углекислый газ из атмосферы, а при сжигании он возвращается обратно в том же количестве [1]. Учитывая, что все наземные растения связывают

¹ Продолжение. Начало см. "Вісник НТУУ "КПІ". Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування". №№ 35 - 39

ежегодно 100 Гт углерода, можно предположить, что верхний предел для производства биомассы, при котором естественный цикл не будет существенно возмущен, составляет 10 Гт углерода (10% или меньше – типичное соотношение между потребителем и производителем в здоровой экологической системе). Если задать, что для производства 1 кг топлива потребуется 6 кг биомассы, можно оценить верхний предел для производства энергии из биомассы как 20% от полных будущих потребностей энергии.

Какая же ситуация имеет место в настоящее время? Вклад биомассы в мировой энергетический баланс составляет в среднем около 10%, хотя значительная доля биомассы, используемой для энергетических нужд, не является коммерческим продуктом и не учитывается официальной статистикой. В странах Евросоюза, в среднем, вклад биомассы в энергетический баланс составляет около 5%, но с широкими вариациями: в Австрии – 12%, Швеции – 18%, Финляндии – 23%. Первичной биомассой являются растения; биомасса образуется в результате фотосинтеза, за счет которого солнечная энергия аккумулируется в растущих растениях. Энергетический КПД собственно фотосинтеза составляет около 5%. В зависимости от рода растений и климатической зоны произрастания это приводит к различной продуктивности в расчетах на единицу площади, занятой растениями. Так, для северных лесов продуктивность составляет 1 т прироста древесины на гектар в год, а урожай кукурузы в штате Айова (США) – 50 т/га.

Эффективность энергетического использования биомассы возрастает в силу следующих причин: использование растительной биомассы при условии ее непрерывного восстановления (например, лесные посадки после вырубки) не приводит к увеличению концентрации CO₂ в атмосфере; в промышленно развитых странах в последние годы появились излишки обрабатываемой земли, которую целесообразно использовать под энергетические плантации; энергетическое использование отходов (сельскохозяйственных, промышленных, бытовых) решает экологические проблемы; новые технологии позволяют использовать биомассу значительно более эффективно.

Масштабные работы ведутся по созданию биологических альтернативных источников энергии – заменителей бензина: *биодизель* – наиболее употребительное биотопливо. Представляет собой метиловый эфир, получаемый из растительных масел и животных жиров: рапсового, арахисового и подсолнечного масла, хлопка, сои. В настоящее время наиболее предпочтительным сырьем является рапс, урожайность которого достигает 20 – 25 центнеров с гектара. Из одной тонны семян рапса можно получить 270 кг биодизеля. Не токсичен, обеспечивает значительное снижение вредных выбросов в атмосферу, существенно увеличивает ресурс двигателя, относительно безопасен. К 2020 г. биодизелем предполагается заменить пятую часть нефти; *биоэтанол* – жидкое спиртовое топливо. Можно производить из любого сырья, содержащего сахар и крахмал. Из одной тонны кукурузы (с учетом стеблей и листьев) добывают 410 литров этанола. Уменьшает

выбросы CO₂ и токсичных веществ на 30%. Лидером потребления автомобильного биотоплива является Бразилия, где каждая вторая машина использует спиртосодержащее топливо из сахарного тростника. Невысокая стоимость производства этанола делает его дешевле бензина. Интересно отметить, что первые автомобили Форда работали на этаноле; *синтетическое горючее из отходов* деревообрабатывающей промышленности, сельского хозяйства и даже бытового мусора.

В Евросоюзе принят закон о доведении доли автомобильных биотоплив до 6% в 2010 г. В то же время проведенный анализ (журнал Science, 2006г) показывает, что через 10 лет при значительных исследовательских и политических усилиях можно достичь 30% замены существующего топлива на биотопливо. Хотя многие при упоминании биотоплива думают об этаноле, ученые рекомендуют более широкий спектр материалов: сельскохозяйственные отходы, быстрорастущие деревья (тополь) и некоторые многолетние растения (просо). Кроме того, желательны изменения в самих растениях, в частности, на генетическом уровне – чтобы повысить добываемое из них количество энергии.

Использование водорода.

Кандидатура номер один на замену традиционных видов топлива – водород. В частности потому, что в природе существует подобный механизм – существуют бактерии, использующие водород в качестве единственного источника энергии. Энергия, выделяемая при его сгорании, втрое больше, чем при окислении жидких углеводородов (бензина), литр водорода весит всего 70 граммов, а единственным побочным продуктом окисления является вода $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$.

И, тем не менее, мы не наблюдаем победоносного шествия двигателей на водороде. Одной из причин является технология аккумуляции водорода. В отличие от обычного бензина его не зальешь просто в бак, или, подобно газу, не заправишь в баллон. Имея очень небольшой размер, молекула H₂ легко преодолевает любые преграды, просачиваясь сквозь металл или пластик. В связи с этим для удержания водорода используют специальные адсорбирующие материалы (металл-гидриды), которые впитывают его в свою кристаллическую решетку, словно губка, и отдают при нагревании. Однако до сих пор «потолком» накопления водорода было 2 – 4 % от собственного веса сорбента. Сейчас ученые работают над повышением водородной емкости предложенных материалов. Так достигается самая высокая безопасность хранения и самая высокая плотность упаковки.

Ближе к серийному производству топливные системы с баками, в которых водород хранится в газообразном виде под высоким давлением (300 атмосфер), либо в жидком виде при сравнительно невысоком давлении, но низкой (– 253⁰ C) температуре. В первом случае нужен баллон, рассчитанный на высокое давление, во втором – мощнейшая теплоизоляция. Кроме того, в последнее время все большую популярность приобретает идея получать водород прямо из топлива, залитого в бак автомобиля, вместо того,

чтобы возить с собой баллон, заправленный водородом. Для такого преобразования нужен специальный малогабаритный, высокопроизводительный конвертер.

Исследования в этой области активно проводят автомобильные компании Honda, General Motors, Ford, Mazda, Toyota, Daimler, которые начали выпуск экспериментальных автомобилей, работающих на водородных двигателях (в США их называют «автомобили на топливных элементах»). Топливные элементы, изобретенные в 1839 г. британским ученым Вильямом Гроувсом, представляют собой электрохимический генератор. В обычной электролитической ванне, подав напряжение на электроды, из воды можно получить водород и кислород. При этом энергия затрачивается. А можно, наоборот, подавать к электродам водород и кислород и получать электрический ток. Единственным выбросом, который получается в результате работы такого элемента, является вода. Никаких движущихся частей, никаких взрывов. Водород и кислород тихо соединяются в топливном элементе и дают водяной пар плюс электричество, которое приводит в действие движущий электромотор. КПД системы в три – пять раз выше, чем у двигателя внутреннего сгорания. А окислителем водорода на борту автомобиля может стать не чистый кислород, а атмосферный воздух. Наибольшее распространение получили топливные элементы на протоннообменных мембранах. В топливных элементах пористые электроды разделены мембранами с платиновым напылением. Каталитические свойства платины позволяют окислять водород без взрыва и превращать его в воду с огромным КПД, достигающим 75%. По одну сторону такой мембраны подается водород, другая сторона омывается забортным воздухом, при этом мембрана выдает напряжение порядка единиц вольт. При соединении элементов в батарею получаем электрохимический генератор. Поскольку стоимость платины достаточно высока, а ее ресурсы ограничены, ведутся разработки альтернативного катализатора (например, гидрогеназов). В последние годы стоимость топливных элементов снизилась в десятки раз.

Между тем есть еще один путь внедрения водорода на автотранспорте – сжигание его в двигателях внутреннего сгорания (ДВС). Такой подход исповедуют BMW и Mazda. Японские и немецкие инженеры видят в этом свои преимущества. Прибавку в весе машины дает лишь водородная топливная система, в то время как в авто на топливных элементах прирост существенно превышает экономию от удаления ДВС и механической трансмиссии. А главное – они лучше приспособлены к массовому производству, чем «ультраинновационные» машины на топливных элементах. И переход к новой технике происходит постепенно. Выпускаются автомобили с комбинированным бензиновым и водородным питанием (двухтопливный вариант), что очень важно в переходный период. За последние три десятилетия на исследования в этой области в США затратили 15 млрд. долларов.

Кроме использования на транспорте водородная энергетика таит в себе неисчерпаемые возможности: от создания портативных элементов пи-

тания до мощных энергосистем. Водородные установки для автономного энергоснабжения широко используются в бытовой технике, позволяют осваивать отдаленные труднодоступные районы. Так, в Германии к 2010 г. предполагается, что доля топливных элементов в отоплении и электро-снабжении составит 10 – 30%. По мнению ученых, переход на «водородную экономику» займет несколько десятков лет.

Как это не странно, на Земле неизвестны месторождения химически чистого водорода. Конечно, очень много водорода содержится в воде океанов, но разложение воды на водород и кислород требует еще больше энергии, чем та, которая возникает при сжигании водорода. В США получают водород за счет реакции гидрогенизации каменного угля при его взаимодействии с водяным паром, в результате которой возникают водород, метан и оксид углерода. Пока стоимость мощности в водородной энергетике много дороже, чем на тепловых и атомных станциях, в четыре раза дороже, чем производство автомобильного бензина для производства аналогичного количества энергии. Впрочем, водородная энергетика уже становится реальностью на американских шаттлах и российских орбитальных станциях. Но в плане большой перспективы при освоении термоядерного синтеза мы получим возможность получать водород с помощью электролиза из воды, что сегодня дорого. И тогда мы получим практически неограниченный ресурс этого топлива.

Еще один потенциальный источник водорода — вулканы [2]. Так, объем газа, выделяющийся при извержениях, в десятки тысяч раз превышает объем исторгнутой из кратера лавы. Геофизические исследования показывают, что под вулканами находятся грандиозные «столбы» нагретого пластичного вещества диаметром в десятки и сотни километров. Они поднимаются к поверхности планеты от границы жидкого ядра и нижней мантии. Извергающиеся вулканы - это глубинные трубы, по которым идет мощный поток мантийных газов, а заодно выбрасывается сравнительно немного расплавленной магмы. Именно окисление водорода и метана объясняет высокую температуру лавы, раскаленной до 1500°C в то время как верхняя мантия Земли, как давно установили геофизики, — твердая и нагрета всего до 600°C.

Для того, чтобы использовать грандиозную планетарную энергию на пользу человечества нужно пробурить наклонные скважины под основание постоянно действующих вулканов и присоединить трубы к существующей системе газопроводов. Задача в том, чтобы перехватить неокисленный мантийный газ до того, как он сгорит в жерле беснующегося вулкана. Скважины под основанием вулканов не будут глубокими, но все же техническое решение здесь непростое из-за агрессивности глубинных газов, высокой температуры и высоких давлений. Одно каждое извержение — это 4-6 млрд. кубометров газа с преобладанием водорода. Это сырье для водородных элементов, многие миллиарды киловатт-часов электроэнергии.

Предполагаемая глубина скважин – несколько километров. Постоянный отвод газов из-под дымящихся вулканов поможет предотвратить катастрофические извержения, а также в ощутимой мере решить экологические проблемы. На базе таких газовых месторождений могут вырасти заводы новейших технологий, производящих водородно-энергетические элементы.

3.8.3.5. Полезные ископаемые будущего

После истощения всех рудных запасов (см. п. 2.8.2.3) мы сможем обратиться к обычным горным породам и глинам. В сотне тонн обычной магматической горной породы, например, гранита, содержится в среднем: 8 т алюминия, 5 т железа, 540 кг титана, 80 кг магния, 30 кг хрома, 18 кг никеля, 14 кг ванадия, 9 кг меди, 4,5 кг вольфрама, 1,8 кг свинца. Извлечение этих элементов потребует не только усовершенствования технологии, но и больших затрат энергии. Породу придется вначале дробить, а затем обрабатывать посредством нагрева, электролиза и других методов. Однако, в тонне гранита содержится количество урана и тория, экономически эквивалентное 50 т угля. Таким образом, вся энергия, необходимая для переработки горной породы, содержится в ней самой. Кроме того, следует рассчитывать на практически неисчерпаемую энергию ближайшего будущего – термоядерную энергию.

Если вспомнить, что самые глубокие шахты, которые сейчас перешагнули за 2000 м, представляют лишь булавочные уколы на поверхности нашей планеты, диаметр которой составляет 13 000 км, то становится ясно, что говорить о нехватке любого элемента просто не имеет смысла. На глубине 10-15 000 м под нами лежат все виды полезных ископаемых, какие только могут понадобиться. Машины смогут работать при температуре несколько сот градусов и давлении в десятки атмосфер. Именно так и будут работать на глубинах несколько километров кроты недалекого будущего. Мы должны будем открыть совершенно новые методы добычи полезных ископаемых, как это уже сделано при добыче нефти [3].

Океан, атмосфера, Космос – неисчерпаемые источники сырья.

Уже более ста пятидесяти лет мы разрабатываем богатства атмосферы. Рассмотрим только один пример. В атмосфере содержится 4 000 триллионов тонн азота, то есть на каждого жителя Земли приходится более чем по миллиону тонн. Если бы этот азот удалось использовать, страхи по поводу истощения запасов азотистых удобрений отпали бы навсегда. Другой, почти неисчерпаемый источник основных видов сырья – океан. В одном км³ морской воды содержится во взвешенном состоянии или растворено 37,5 млн. т твердого вещества. Большая его часть (30 млн. т) составляет поваренная соль, но в остальных 7,5 млн. т содержатся почти все элементы, причем в значительных количествах. Из них больше всего магния (4млн. т). Извлечение магния было налажено в промышленных масштабах во время второй мировой войны. Промышленная добыча брома началась еще в 1924 г. Решение проблемы упирается, прежде всего, в энергетику:

она нужна для прокачки воды, ее испарения, электролиза. В долгосрочном плане эта проблема решается за счет неисчерпаемой энергии термоядерного синтеза и возобновляемых источников энергии.

До сих пор мы рассматривали в качестве источника полезных ископаемых только нашу планету [3]. Однако, суммарная масса планет, их спутников и астероидов Солнечной системы в 450 раз превышает массу Земли. Учитывая современную колоссальную стоимость космического полета, предположение о том, что мы сможем добывать и перевозить из Космоса миллионы тонн полезных ископаемых, может показаться фантастикой. Однако, взрывной характер развития современной техники позволяет взглянуть на эту возможность иначе. Проведенные исследования в области ядерных двигателей показывают, что даже в рамках предвидимого развития техники космический полет будет стоить не дороже полета на реактивном самолете, а перевозка грузов обойдется намного дешевле.

Рассмотрим вначале Луну. Пока мы еще мало знаем о ее минеральных ресурсах, но они должны быть колоссальны, а в некоторой части ее богатства могут оказаться уникальными. Таким энергетическим ресурсом является лунный гелий-3. Поверхность Луны покрыта мелкозернистой слабо связанной шлакообразной породой – реголитом, толщиной от нескольких сантиметров до десятков метров в зависимости от района поверхности, который образовался в результате постоянного воздействия на лунную поверхность космических лучей, солнечного ветра, метеоритов и микрометеоритов. По некоторым оценкам реголит на Луне содержит около 1 млн. т He^3 . Этот изотоп может использоваться в наземных реакторах, работающих на ядерном синтезе, в реакции «дейтерий - гелий-3». Одна тонна лунного гелия-3 может обеспечить 0,1 ТВт энергии. Гелий-3 отсутствует на Земле в естественном состоянии. Его основной источник в околоземном пространстве - солнечный ветер. До поверхности Земли, защищенной радиационными поясами, он не доходит. На Луне же подобная защита отсутствует, поэтому в течение миллиардов лет ее реголит насыщался гелием-3. По оценкам, основанным на анализе лунного грунта, существующая на ней масса гелия-3, использованного как ядерное топливо, могла бы обеспечивать энергетические потребности человечества в течение нескольких тысяч лет.

Для создания промышленного комплекса на Луне потребуется значительное количество конструкционных материалов. Доставка необходимых материалов с Земли оказывается весьма нерентабельной. Целесообразно использование местных материалов – общая оценка показывает, что лунный карьер площадью 100 м^2 и глубиной всего 10 м может обеспечить получение 40 тыс. т кремния, 80 тыс. т кислорода, 20 тыс. т алюминия, 5-25 тыс. т железа, 9 тыс. т титана. Располагая подобными материальными ресурсами, Луна обладает еще одним достоинством – близким расположением. Поскольку она лишена атмосферы и обладает слабым гравитацион-

ным полем, то можно переправлять добытые там материалы на Землю большими партиями на борту грузовых кораблей-роботов.

Энергетическая система на лунной поверхности может собирать солнечную энергию и передавать ее на землю с помощью высокочастотных излучателей (СВЧ системы). Мощность такой системы могла бы обеспечить промышленно значимый энергетический выход уже к 2050г. Целесообразность ретрансляции солнечной энергии на Землю вызвана тем, что по экологическим ограничениям предел производства энергии на Земле составляет $9 \cdot 10^{10}$ кВт и этот предел близок к существующему производству.

Кроме вышеперечисленного, использование Луны открывает такие прикладные возможности: с Луны можно наблюдать за процессами, происходящими в Космосе; Луна может быть использована для дальней космической связи; для техники низкотемпературных производственных процессов; для стационарного наблюдения за различными процессами на Земле; для изучения залежей минералов на Земле.

Углубимся дальше в космическое пространство. В Солнечной системе рассеяно колоссальное количество металла, в том числе превосходного никеля и железа в виде метеоритов и астероидов. Сближающиеся с нашей планетой астероиды обладают ресурсами, необходимыми для дальнейшего устойчивого развития земной экономики. В настоящее время обнаружено более 200 таких объектов. Наибольший из них Церера имеет диаметр 720 км, а астероидов диаметром порядка километров существуют тысячи. По своему составу они делятся на металлические, каменно-металлические и каменные. По наблюдательным данным железный астероид диаметром в 1 км содержит 3,8 млрд. т железа, 0,2 млрд. т никеля и 40 млн. т кобальта. Мало того, что указанное количество железа эквивалентно мировому производству стали в течение 5 лет, этот материал обладает уникальными свойствами. Известно много случаев, когда на Землю падали небольшие осколки астероидов. На основе их анализа установлено, что космическое железо обладает высокой химической чистотой и почти абсолютной антикоррозионной стойкостью. Астероиды, как источники сырья, особенно привлекательны тем, что их гравитационные поля очень слабы. Когда ядерные ракетные двигатели будут усовершенствованы, возможно, окажется целесообразным сталкивать астероиды с их орбит и переводить на такие траектории, которые приведут их в непосредственное соседство с Землей. Здесь они будут задержаны на околоземной орбите, пока их не раздробят на куски подходящих размеров. Возможны и другие решения – целиком сбрасывать астероиды на Землю. Эта операция почти не потребует затрат энергии, поскольку всю работу выполнит гравитационное поле Земли. Однако, она потребует исключительно точного наведения, поскольку последствия могут быть ужасны. Может лучше использовать в качестве разгрузочной площадки не Землю, а Луну.

Искусственное производство необходимых элементов.

Возможно, нам никогда не придется выходить за пределы Земли в поисках нужного сырья. Потому что в более отдаленном времени мы научимся создавать любой элемент в любых количествах посредством ядерных превращений. До открытия деления ядер в 1939 г. превращение одних элементов в другие оставалось такой же мечтой, как во времена алхимиков. С тех пор, как в 1942 г. начали действовать первые реакторы, было произведено значительное, измеряемое тоннами, количество синтетического плутония. Кроме того, в огромных количествах были получены другие элементы как побочные продукты. Начав с простейшего элемента – водорода или его изотопа дейтерия мы научились «сплавлять» атом с атомом и получать все более тяжелые элементы, в данном случае гелий. Именно такой процесс происходит на Солнце, или при взрыве водородной бомбы, или в термоядерном реакторе – соединение четырех атомов водорода в один атом гелия, причем в ходе этой реакции выделяется колоссальное количество энергии. Для того, чтобы возбудить этот процесс и научиться управлять им потребовались десятки лет напряженного труда целого поколения ученых. По существу только сейчас в Кадараше идет отработка промышленной технологии термоядерного синтеза. Однако, это только первый шаг в области, которую можно назвать «ядерной химией».

При давлениях и температурах более высоких, чем те, которые возникают при сегодняшних термоядерных взрывах и в установках для термоядерного синтеза, атомы гелия в свою очередь будут соединяться, образуя более тяжелые элементы. Именно это и происходит в недрах звезд. Вначале такие реакции идут с выделением энергии, но на стадии синтеза более тяжелых элементов, начиная с железа и никеля, уже требуются затраты дополнительной энергии. Намного позже того, как мы научимся использовать реакцию термоядерного синтеза для получения энергии, мы сможем сделать следующий шаг и начнем громоздить ядерные «кирпичики» один на другой, создавая, таким образом, любой нужный нам элемент.

Сделанного обзора достаточно, чтобы показать, что прогрессирующее истощение сырьевых ресурсов нам не угрожает. В этой невообразимо огромной Вселенной мы никогда не будем страдать от нехватки энергии или материи.

Литература

1. Пономаренко В. К. Проблема 2033. – К.: Арата, 2003.
2. Источник энергии будущего - вулканы, Земля и Вселенная, 2005 г.
3. А. Кларк. Черты будущего.- М.: Мир, 1966.

Мазор Ю.Л. Радіоконтакт з позаземними цивілізаціями. Розглянуті питання зародження, розвитку цивілізацій та їх взаємних контактів

Ключові слова: цивілізація, розвиток цивілізацій, контакт цивілізацій

Мазор Ю.Л. Радиоконтакт с внеземными цивилизациями. Рассматриваются вопросы зарождения, развития цивилизаций и их взаимных контактов

Ключевые слова: цивилизация, развитие цивилизации, контакт цивилизаций

Mazor Ju.L. Radioccontact with the extraterrestrial civilizations. The questions of origin, development of civilizations and their mutual contacts are considered

Key words: a civilization, development of a civilization, contact of civilizations

(Продолжение следует)