



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005107375/15, 17.03.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.03.2005

(43) Дата публикации заявки: 27.08.2006

(45) Опубликовано: 10.01.2007 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ЛЕГАСОВ В.А. и др. Плазмохимические методы получения энергоносителей. Атомно-водородная энергетика и технология. - М.: Энергоатомиздат, 1988, вып.8, с.100-115. RU 2062750 C1, 27.06.1996. SU 1624162 A1, 30.01.1991. SU 41286 A, 31.01.1935. WO 00/00670 A, 06.01.2000.

Адрес для переписки:

117593, Москва, Литовский б-р, 5/10, кв.203,
Е.Ф. Широкову-Брюхову

(72) Автор(ы):

Фатеев Виктор Васильевич (RU),
Широков-Брюхов Евгений Федорович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Широков-Брюхов Евгений Федорович (RU)

(54) РЕАКТОР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ И ЭЛЕКТРОЛИЗНЫМ МЕТОДАМИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области энергетики. Реактор для получения водорода и кислорода плазмохимическим и электролизным методами содержит корпус высокого давления и волноводы генератора сверхвысокочастотного излучения. Корпус имеет вид цилиндра, закрытого с торцов сферическими днищами, в которых оппозитно установлены волноводы генератора сверхвысокочастотного излучения, между которыми расположены на фиксированном расстоянии параллельные пустотелые перфорированные электроды, полости которых соединены с холодильниками-осушителями и молекулярными ситами, при этом волноводы установлены таким образом, чтобы излучение

было направлено вдоль промежутков между электродами, а частота излучения подобрана таким образом, чтобы создавать между электродами резонансную стоячую волну. Между волноводами и днищами установлены отражатели в виде полусферических экранов, а между волноводами и электродами установлены форсунки для подачи углекислого газа и водяного пара. Технический эффект - перевод атомных электростанций из базового режима в диспетчерский, путем производства водорода и кислорода в периоды снижения нагрузки у потребителя и использование водорода и кислорода в газопаровых установках вспомогательных электростанций при пиковых и полупиковых нагрузках у потребителя. 5 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2005107375/15, 17.03.2005**

(24) Effective date for property rights: **17.03.2005**

(43) Application published: **27.08.2006**

(45) Date of publication: **10.01.2007 Bull. 1**

Mail address:
**117593, Moskva, Litovskij b-r, 5/10, kv.203,
E.F. Shirokovu-Brjukhovu**

(72) Inventor(s):
**Fateev Viktor Vasil'evich (RU),
Shirokov-Brjukhov Evgenij Fedorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):
Shirokov-Brjukhov Evgenij Fedorovich (RU)

(54) **REACTOR FOR PRODUCING HYDROGEN AND OXYGEN BY PLASMOCHEMICAL AND ELECTROLYSIS PROCESSES**

(57) Abstract:

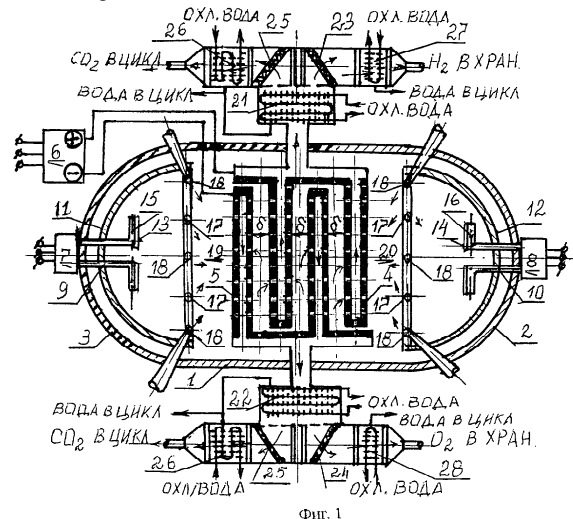
FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: reactor includes high-pressure vessel and wave-guides of SHF irradiation generator. Vessel is in the form of cylinder whose ends are closed by means of spherical bottoms where wave-guides of SHF irradiation generator are arranged mutually in opposite. Between said wave-guides parallel hollow perforated electrodes are arranged at fixed intervals. Cavities of said electrodes are communicated with drying refrigerators and molecular sieves. Wave-guides are mounted in such a way that to direct SHF irradiation along intervals between electrodes. Irradiation frequency is selected in such a way that to create between electrode resonance standing wave. Reflectors in the form of semicircular screens are arranged between wave-guides and bottoms; nozzles for feeding carbon monoxide and steam are arranged between wave-guides and electrodes.

EFFECT: change of main mode of nuclear electric power stations to controlled mode due to

producing hydrogen and oxygen for periods of reduced consumer's load and due to using hydrogen and oxygen in gas-steam apparatuses of additional electric power stations at periods of pick and pick-half loads of consumer's plants.

5 dwg



Фиг. 1

RU 2 291 228 C2

RU 2 291 228 C2

Изобретение относится к области энергетики и может служить для перевода атомных электростанций из базового режима эксплуатации в диспетчерский режим с одновременным получением, использованием и накоплением водорода и кислорода, в периоды спада потребления электроэнергии (ночное время, выходные и праздничные дни) водород и кислород вырабатываются и накапливаются, а в периоды возрастания потребления электронагрузки выше номинальной в полупиковых и пиковых режимах используются в газовых турбогенераторах парогазового цикла вспомогательной электростанции.

В настоящее время и далее экономически целесообразно замещать природное углеводородное топливо на водородное, как с точки зрения экономики, так и с точки зрения экологии окружающей среды. Помимо вышеуказанного способа использования водорода и кислорода, они могут быть использованы: в турбинах высоких параметров, оснащенных смешивающими пароперегревателями с водородно-кислородными горелками высокого давления; в различного типа топливных элементах, поршневых и газотурбинных установках транспортного типа с использованием твердотельных накопителей водорода.

В настоящее время отработаны различные способы получения водорода из органического топлива в промышленности в условиях дорогостоящего оборудования с относительно малым ресурсом, процесс требует предварительной очистки исходного сырья и полученного продукта, а по выбросам в окружающую среду соответствует сжиганию этого органического топлива.

Вторым полупромышленным полублабораторным методом получения водорода и кислорода является электролизный метод, но из-за малых мощностей установок и относительно большого потребления электроэнергии - более 5-6 кВт·ч на 1 куб. м H_2 не используется широко в промышленности.

Третьим лабораторным методом является метод получения водорода и кислорода плазмохимическим методом, основанным на ионизации углекислого газа в поле сверхвысокочастотного радиоизлучения (СВЧ), близкого к частоте колебания молекул углекислого газа. В результате облучения углекислого газа СВЧ поглощается энергия равная $\sim 2,89$ эВ/мол и образуется окись углерода $CO + 1/2O_2$ с частичной ионизацией смеси, все промежуточные реакции идут в неравновесном состоянии и продукты реакции необходимо постоянно отводить. При наличии паров воды в углекислом газе образуется окись углерода, которая вступает в реакцию с парами воды: $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$. Эта реакция опять неравновесная и требуется постоянный отвод продуктов разложения из зоны реакции.

Весь этот процесс происходит вблизи перфорированной поверхности электролизных электродов разноименной полярности, а сами электроды пустотелые, соединенные с холодильниками-осушителями, с молекулярными ситами и с выходными холодильниками, причем за счет перфорации электродов удалось избежать их поляризации и дальше разлагать водяной пар на водород и кислород, с выводом нестабильных продуктов распада из зоны реакции и воздействия СВЧ-излучения.

Описанный процесс целиком определяется величиной хода обратных реакций синтеза углекислого газа и воды из компонентов реакции, с целью уменьшить ход обратных реакций проводятся следующие мероприятия:

- поддержание в объеме реактора давления углекислого газа и водяного пара в пределах 2,0-2,5 МПа, что является хорошим ингибитором; в то же время углекислый газ, обработанный СВЧ, является хорошим катализатором разложения водяного пара на водород;

- одновременно с перечисленными выше процессами в реакторе происходит постоянная продувка объема от продуктов разложения в систему вывода через перфорацию электродов, исключая тем самым обратные реакции;

- дополнительно, в объеме реактора сокращены свободные объемы до минимума с целью сокращения объемов неравновесных компонентов газов, могущих участвовать в обратных реакциях.

Аналогом и прототипом процессов и конструкции «Реактора для получения водорода и кислорода плазмохимическим и электролизным методами» явилась лабораторная установка получения водорода и кислорода плазмохимическим методом, разработанная в ИАЭ им. И.В.Курчатова, молекулярные сита, разработанные там же [1].

- 5 Однако лабораторная установка с малыми объемами реактора ~50 см куб., с кварцевыми диафрагмами и большими паразитными объемами и дискретными процессами не может быть использована в промышленном производстве, так как:
- мощность установки должна быть несколько сот МВт;
 - объемы несколько сот м куб.;
 - 10 - должен быть использован наиболее дешевый тариф на электроэнергию - ночной;
 - производительность реактора на выходе десятки тысяч м куб. водорода и кислорода в час;
 - водяной пар, который используется в реакторе, должен быть использованным в турбогенераторе, то есть из отборов турбины;
 - 15 - углекислый газ может доставляться для подпитки в газообразном или твердом состоянии с нефтеперегонных заводов как бросовый продукт;
 - условия техники безопасности должны соответствовать промышленным производствам получения водорода и кислорода;
 - использование кварцевых окон для волноводов в условиях переменных режимов
 - 20 работы реактора весьма проблематично, и они заменены металлическими диафрагмами, опирающимися на сетчатое основание;
 - и последнее, промышленная установка является непрерывно действующей, а не периодически, как лабораторная, которую в любой момент можно остановить.

Предлагаемое изобретение «Реактор для получения водорода и кислорода

25 плазмохимическим и электролизным методом» служит для перехода от лабораторного метода исследований к полномасштабному комбинированному производству водорода и кислорода плазмохимическим и электролизным методами в промышленности. Содержит: цилиндрический корпус давления реактора, заглушенный с двух торцов днищами сферической формы, в которых оппозитивно вмонтированы волноводы от генераторов СВЧ-излучения, между которыми установлены пустотелые электролизные электроды с

30 перфорированной поверхностью, полости которых соединенные с выходными устройствами: холодильниками - осушителями, молекулярными ситами и выходными холодильниками, корпус давления реактора экранирован от излучения СВЧ полусферическими экранами, в зазорах между экранами и электродами электролизера

35 установлен блок форсунок, подающих углекислый газ и водяной пар в активную зону реактора на перфорированные электроды электролизера.

В зазоры параллельно расположенных и разноименно заряженных электродов направлено СВЧ излучение, создающее из смеси углекислого газа и водяного пара электрически проводящую плазму, которая на разноименно заряженных электродах

40 дополнительно разлагает водяной пар и сепарирует водород и кислород каждый на своем электроде, отводя их из зоны разложения по своим внутренним каналам в электродах на молекулярные сита, углекислый газ и вода возвращаются в цикл. Основное предназначение реактора: получение водорода и кислорода наиболее экономичным методом, с возможностью перевода атомных электростанций из базового режима в

45 диспетчерский, не ухудшая при этом условий безопасной работы ядерного реактора и атомной станции в целом. Это достигается за счет того, что станция как работала в базовом режиме, так и работает: но в периоды невостребованной нагрузки вырабатывается водород и кислород в плазмохимическом и электролизном реакторе, в дальнейшем, водород и кислород, накопленные в газгольдерах, используются для получения

50 дополнительной энергии, компенсируя пиковые и полупиковые нагрузки у потребителя, при избыточном накоплении водорода и кислорода возможна подача водорода в газовую магистраль для замещения расхода природного газа - это возможно, так как параметры по пожарной безопасности и взрывной безопасности для водорода и природного газа

совпадают, однако, по экологическим показателям водород предпочтительнее, так как при сжигании водорода образуется водяной пар.

В то же самое время за счет разности тарифов ночного, полупикового и пикового режимов возможно получать прибыль, так по Постановлению ФЭК №11 от 02.04.2002 г.: -

- 5 - ночной тариф - 284 руб./МВт.час;
- пиковый режим - 603 руб./МВт.час.

Затраты электроэнергии на получение 1 куб. м H_2 не более 4 кВт.час. Количество энергии, неостребованное потребителем и замещаемое получением водорода и кислорода для блока в 1000 МВт в ночное время около 400 МВт в течение 8 часов, в 10 пиковом режиме необходимо дополнительно отпустить потребителю сверх установленной мощности 400 МВт в течение 2-3 часов. Выше перечисленные факты дают возможность использовать ядерный реактор в стационарном режиме, водородно-кислородный реактор для компенсации провалов потребления мощности, а водород и кислород использовать для компенсации пиковых и полупиковых режимов в парогазовых установках.

15 Доказательством существенных признаков изобретения «Реактор для получения водорода и кислорода плазмохимическим и электролизным методами» является конструкция, состоящая из следующих элементов: цилиндрический сосуд высокого давления, с торцов закрытый сферическими днищами, в которых опозитивно 20 вмонтированы волноводы, торцы волноводов закрыты металлическими мембранами, которые опираются на сетчатое основание со стороны генераторов СВЧ, между опозитивно расположенными волноводами установлены электролизерные электроды с перфорированной поверхностью и пустотелые внутри, соединенные с выходными устройствами: холодильниками-осушителями, молекулярными ситами и выходными 25 холодильниками. Электролизерные электроды расположены параллельно друг другу на расстоянии $\delta=1,2-1,3$ длины волны СВЧ.

Между излучателями СВЧ и днищами корпуса давления установлены экраны, защищающие металл корпуса от излучения СВЧ и направляющие рассеянный поток радиоизлучения на электроды. Между излучателями СВЧ и электролизерными 30 электродами установлены блоки форсунок, подающие в объем реактора углекислый газ и насыщенный пар, перемешивая их в зоне воздействия СВЧ и электролизных электродов, на которых происходит дальнейшее разложение и сепарация смесей с водородом и кислородом и с через них отводятся продукты разложения на разделение и очистку, после чего водород и кислород направляются в свои газгольдеры, а углекислый газ и вода 35 возвращаются в цикл.

Перфорация поверхности электродов и отвод продуктов разложения водяного пара через пустотелые каналы внутри электродов позволяет избежать их поляризации, для компенсации которой потребовалось дополнительно не менее 2 кВт.час на 1 куб. м H_2 . Суть изобретения представлена чертежами.

40 Фиг.1. Принципиальная конструкция реактора для получения водорода и кислорода плазмохимическим и электролизным методами.

Фиг.2. Зависимость электропроводности плазмы от степени ионизации смеси водяного пара и углекислого газа.

Фиг.3. Зависимость энергетического ограничения состояния молекул смеси H_2O+CO_2 с учетом обратных и цепных реакций.

45 Фиг.4. Энергетическая зависимость получения водорода из смеси CO_2+H_2O от соотношения CO_2/H_2O и колебательной температуры молекул T_v .

Фиг.5. Область устойчивости при получении водорода и кислорода по отношению к обратным реакциям в зависимости от соотношения CO_2/H_2O энергии молекул смеси.

50 На фиг.1 представлена принципиальная конструкция реактора для получения водорода и кислорода плазмохимическим и электролизным методами.

Реактор состоит из корпуса 1 давления, сферических днищ 2 и 3, пустотелых перфорированных параллельно расположенных на фиксированном расстоянии « δ » электролизных электрода 4 и 5, к которым поведен ток разной полярности низкого

напряжения от источника 6 постоянного тока, генераторы 7 и 8 сверх высокочастотных (СВЧ) колебаний соединены с волноводами 9 и 10, которые проходят в корпус 1 давления через днища 2 и 3, сами днища 2 и 3 и корпус 1 давления защищены от СВЧ полусферическими экранами 11 и 12, которые направляют рассеянное излучение от волноводов 9 и 10, а также от опорных сеток 15 и 16 и металлических диафрагм 13 и 14 в сторону электродов 4 и 5.

Внутренняя полость корпуса 1 давления от окружающей среды в волноводах 9 и 10 отделяется металлическими диафрагмами 13 и 14, опирающимися внутри волноводов на опорные сетки 15 и 16 (хрупкий материалы как кварц исключены).

Во внутреннюю полость корпуса 1 в объемы 19 и 20 через блоки форсунок 17 и 18 подаются углекислый газ форсунками 17 из газгольдера и насыщенный водяной пар форсунками 18 из отборов пара турбогенератора.

Продукты частичного разложения смеси углекислого газа и водяного пара являются плазмой и подаются в фиксированные промежутки « δ » между разнополярными электродами 4 и 5, на которых происходит сепарация водорода и кислорода, одновременно через перфорацию и каналы в электродах 4 и 5 отводятся продукты разложения углекислого газа и водяного пара на холодильники-осушители 21 и 22, осушенные смеси подаются на молекулярные сита 23 водорода, 24 кислорода и 25 углекислого газа, где происходит окончательная очистка водорода, кислорода и углекислого газа от примесей и охлаждение в холодильниках: углекислого газа 26, водорода 27 и кислорода 28, после чего полученные очищенные и охлажденные водород и кислород направляются на хранение, а вода и углекислый газ направляются в цикл, следует отметить, что углекислый газ не расходуется в процессе разложения воды на водород и кислород, за исключением естественных потерь при транспортировке, перевалке и продувке, малая часть углекислоты уходит с полученным кислородом, так как молекулярные сита для углекислого газа 25 и кислорода 24 не полностью разделяют углекислый газ и кислород.

На фиг.1 для наглядности показаны электроды 4 и 5 электролизера повернутыми на 90° вокруг вертикальной оси, а в зазоры « δ » между электродами направлено излучение СВЧ до образования стоячих резонансных волн. Маленькими стрелками показано движение плазмы к электродам 4 и 5, в перфорацию и продуктов разложения во внутренние каналы к системе очистки и их выводу из системы.

На фиг.2 показана зависимость электропроводности плазмы от степени ионизации углекислого газа и водяного пара, причем при облучении смеси H_2O+CO_2 СВЧ углекислый газ поглощает энергию и распадается на CO и $1/2O_2$, в свою очередь CO разлагает воду на H_2 и CO_2 , все реакции не равновесные, данная реакция идет без затрат внешней энергии, однако, энергия молекул смеси не может быть более 1500 К, так как возрастают обратные реакции, которые могут перейти в цепную см. фиг.3.

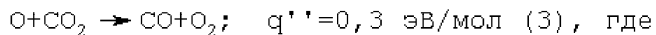
На фиг.3 показаны ограничения при проведении технологического процесса от 300 К до 1500 К, а колебательная температура реагентов T_v изменяется в довольно широких пределах от 0,1 до 0,3 эВ.

На фиг.4 показана зависимость выхода водорода от отношения CO_2/H_2O и колебательной температуры T_v . Причем оптимум выхода конечных продуктов находится в пределах отношения $CO_2/H_2O \sim 3-10$ раз и $T_v \sim 0,2-0,3$ эВ, что хорошо контролируется, при других значениях, выше указанных величин в оптимальном режиме, соотношение около 6 и $T_v=0,25$ эВ представляется проблемой, необходимы исследования.

На фиг.5 показаны области устойчивости процесса в реакторе по отношению к обратным реакциям.

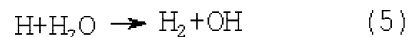
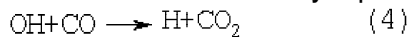
Плазмохимический анализ и синтез в смеси CO_2-H_2O представляет собой сложный неравновесный физико-химический процесс, который в зависимости от ионизирующего СВЧ излучения и состава смеси может привести к образованию различных продуктов, нам интересны реакции, приводящие к получению молекулярного водорода. Для получения молекулярного водорода степень ионизации в смеси CO_2-H_2O должна быть не менее $lg(n_e/n_0) \sim 1$. При достижении необходимой степени ионизации в смеси углекислого газа и

водяного пара реакции идут по следующей схеме:

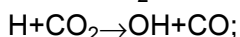
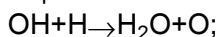


5 $\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3$, при этом колебательном возбуждении CO_2 $T_v \sim 0,1$ эВ, атомарный кислород быстрее вступает в реакцию (3), чем в трех (CO_3) частичную рекомбинацию. В этом случае основная доля атомов кислорода (или аналогично радикалов CO_3) вступает в реакцию с CO_2 , однако часть из них реагирует с парами воды:

10 $\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH} + \text{OH}$; $E_y \sim 1$ эВ/мол; образованный радикал OH инициирует процесс восстановления молекулярного водорода из воды с помощью CO:

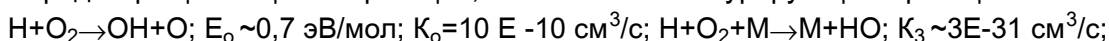


15 Область параметров, при которых происходит образование водорода, ограничивается реакциями:



20 $\text{H} + \text{O}_2 \rightarrow \text{OH} + \text{O}$; эти реакции ограничиваются пределами параметров, указанных на фиг.3, там же указаны пределы, ограничивающие область осуществления механизма реакций (4) и (5).

Критерий устойчивости водорода в этом случае будет: ограничение на T_0 , необходимое для предотвращения цепной реакции, описывается конкурирующими реакциями:



25 откуда видно, что безопасная реакция будет проходить при условии:

$T_0 < E_0 \ln^{-1} [K_0 / K_3 n_0]$.

Реактор для получения водорода и кислорода плазмохимическим и электролизным методами работает следующим образом:

30 реактор - 1 продувается насыщенным водяным паром через форсунки 18, одновременно подается электроэнергия на источник 6 постоянного тока и низкого напряжения и на электроды 4 и 5 электролизера, подается электропитание на генераторы 7 и 8 СВЧ, которые прогреваются и достигают необходимой мощности и частоты на волноводах 9 и 10, после достижения на волноводах необходимых параметров через блоки форсунок 17 и 18 подаются углекислый газ и водяной пар, углекислый газ и водяной пар поступают в объемы 19 и 20 смешения и ионизации, частично ионизированная плазма из объемов 19 и 20 поступает в зазоры « δ » между электродами 4 и 5, где происходит дальнейшая ионизация смеси углекислого газа и водяного пара, происходит сепарация водорода и кислорода на электродах, дальнейшее разложение водяного пара на водород и кислород и отвод продуктов разложения через перфорацию и каналы внутри электродов 4 и 5, к осушителям-холодильникам 21 и 22 и молекулярным ситам 23, 24 и 25, в которых происходит окончательное разделение водорода, кислорода и углекислого газа, далее продукты после молекулярных сит 23, 24 и 25 подаются на холодильники: углекислого газа 26, водорода 27 и кислорода 28, водород и кислород направляются на хранение, а вода и углекислый газ возвращаются в цикл. Полученные водород и кислород готовы к использованию в промышленности, бытовых условиях и хранению в газгольдерах.

45 Технико-экономическое обоснование работы реактора для получения водорода и кислорода.

Реактор может быть использован с любыми источниками электроэнергии, но желательно использовать электроэнергию атомных станций в период спада потребления электроэнергии и с использованием полученных водорода и кислорода в пиковых и полупиковых режимах на пусковых электростанциях с использованием парогазового цикла. В этом случае основное оборудование, например, атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000, постоянно работает в базовом режиме, а производство и использование водорода и кислорода снимает провалы и пики и полупики, фактически

атомная электрическая станция большой мощности и пусковая электростанция работает в диспетчерском режиме по электрической нагрузке при повышенном эффективном коэффициенте полезного действия.

5 Возможно использование полученного водорода при замещении у потребителей природного газа как в промышленности, так и в бытовых условиях использования.

Ориентировочная стоимость накопленного водорода и кислорода, полученных в реакторе 1, может быть определена из условий:

- затраты электроэнергии на получение одного куб. м водорода составят не более 4 кВт.час;

10 - дифференциальный тариф (согласно Постановлению ФЭК №11 от 02.04.2002 г.) составит:

- ночной 284 руб/МВт.час;
- полупиковый - 355 руб/МВт.час;
- пиковый - 603 руб/МВт.час;

15 предполагая действие ночного тарифа примерно 8 часов и располагая мощностью около 400 МВт;

предполагаемое действие пикового тарифа примерно 2-3 часа с предполагаемой мощностью 400 МВт для компенсации пика.

20 Теплотворная способность водорода: высшая, средняя, низшая, кДж/куб.м, соответственно: 12778,1, 11769,1, 10760,1. Следует отметить, что высшую теплотворную способность водорода можно получить, сжигая водородно-кислородную смесь стехиометрического состава в горелках высокого давления. В нашем случае рассмотрим высшую и среднюю теплотворные способности водорода.

Расчет экономического эффекта

25 Стоимость невостробованной ночной энергии, тыс.руб. $C = T \times M \times c = 8 \times 400 \times 284 = 908,8$;

Объем водорода, полученный за счет невостробованной энергии: $V = M_{нв} \times T_{ноч} / m = 400 \times 8 / 4 = 800$ тыс.куб.м H_2 ;

	Теплотворная способность водорода: кДж/куб.м	высшая	средняя
		12778,1	11769,1
30	Энергия, заключенная в 800 тыс.куб.м H_2 ГДж	10222,48	9415,3
	В сеть отдается, МВт	400	400
	От парогазового цикла с КПД	0,6	0,6
	Энергия, отдаваемая в сеть, МВт.час	1703,7	1569,2
	Время поддержания пиковой нагрузки, Т час=Ээл/Мпик	4,26	3,92
35	Стоимость электроэнергии, при компенсации пиковой нагрузки, тыс.руб.	1027,33	946,23
	Прибыль без учета амортизационных отчислений и заработной платы за один цикл - «провал-пик», тыс.руб	118,53	37,43
	Предполагая только недельные и праздничные колебания нагрузки K=60 в год, получим, тыс.руб.	7111,8	2245,8

40 Помимо этого, возможно использование водорода при замещении органического топлива - природного газа в промышленности и быту при существующих мировых ценах на газ в настоящее время и гарантированно в дальнейшем. Например, при стоимости 1000 куб.м природного газа, отпускаемого европейским потребителям 230\$/1000 куб.м, при теплотворной способности природного газа 33 МДж/куб.м и $\rho = 0,6-0,7$ кг/куб.м (газ Коми), для одного цикла: провал-номинал.

45	Замещаемый объем газа, куб.м	310000	285000
	Стоимость замещаемого газа, тыс.руб	1782000	1640000

50 Таким образом, использование реактора для получения водорода и кислорода плазмохимическим и электролизным методами позволяет перевод атомной электростанции с реакторами ВВЭР-1000 и пусковой котельной с парогазовым циклом из базового режима нагрузки в диспетчерский и на этом дополнительно получать прибыль, замещая природный газ водородом.

Источники информации

1. Атомно-водородная энергетика и технология». Сборник статей, выпуск 8, стр.100-115.

В.А.Легасов и др. «Плазмохимические методы получения энергоносителей».

Формула изобретения

Реактор для получения водорода и кислорода плазмохимическим и электролизным
5 методами, содержащий корпус высокого давления и волноводы генератора
сверхвысокочастотного излучения, отличающийся тем, что корпус имеет вид цилиндра,
закрытого с торцов сферическими днищами, в которых оппозитно установлены волноводы
генератора сверхвысокочастотного излучения, между которыми расположены на
10 фиксированном расстоянии параллельные пустотелые перфорированные электроды,
полости которых соединены с холодильниками-осушителями и молекулярными ситами, при
этом волноводы установлены таким образом, чтобы излучение было направлено вдоль
промежутков между электродами, а частота излучения подобрана таким образом, чтобы
создавать между электродами резонансную стоячую волну, между волноводами и днищами
15 установлены отражатели в виде полусферических экранов, а между волноводами и
электродами установлены форсунки для подачи углекислого газа и водяного пара.

20

25

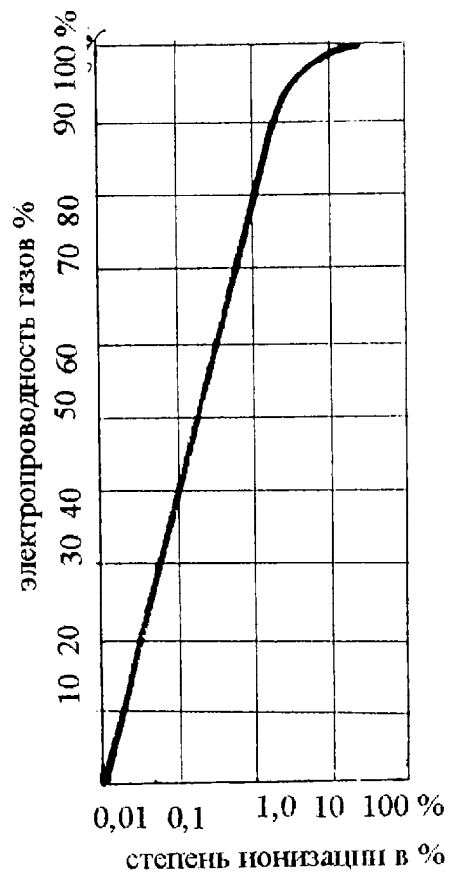
30

35

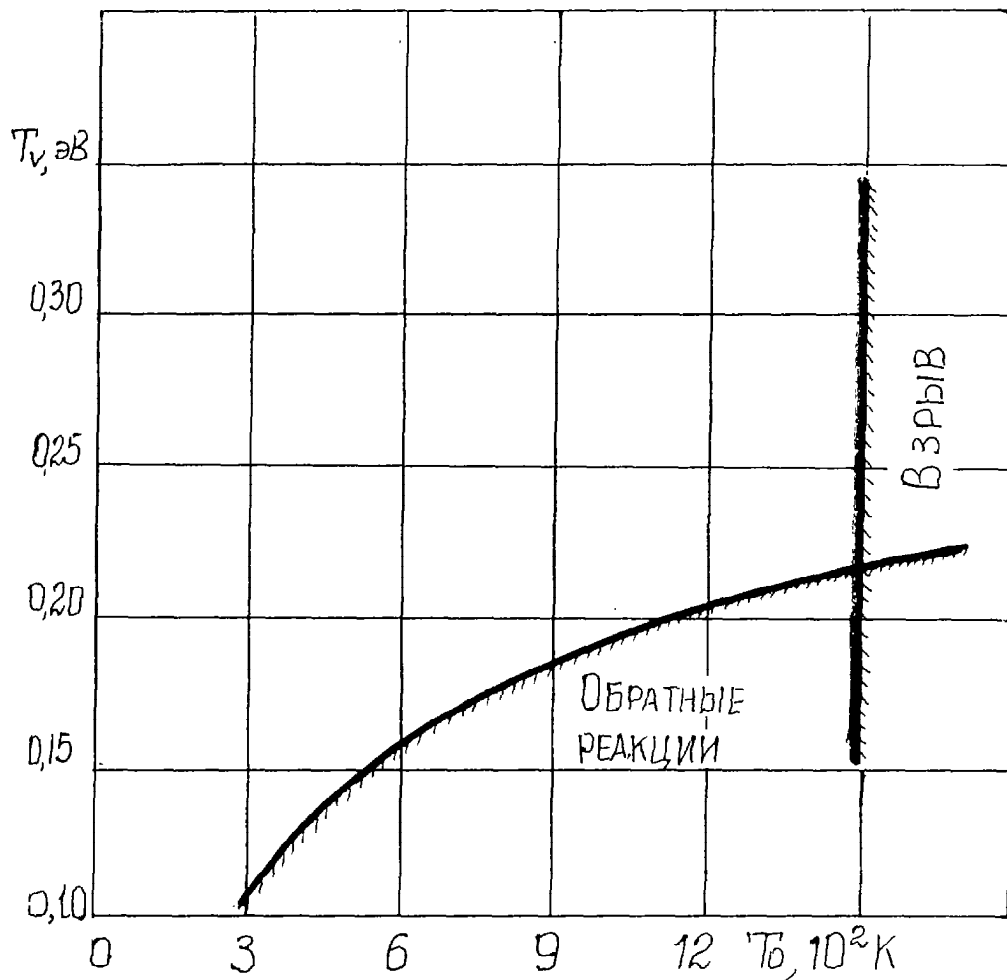
40

45

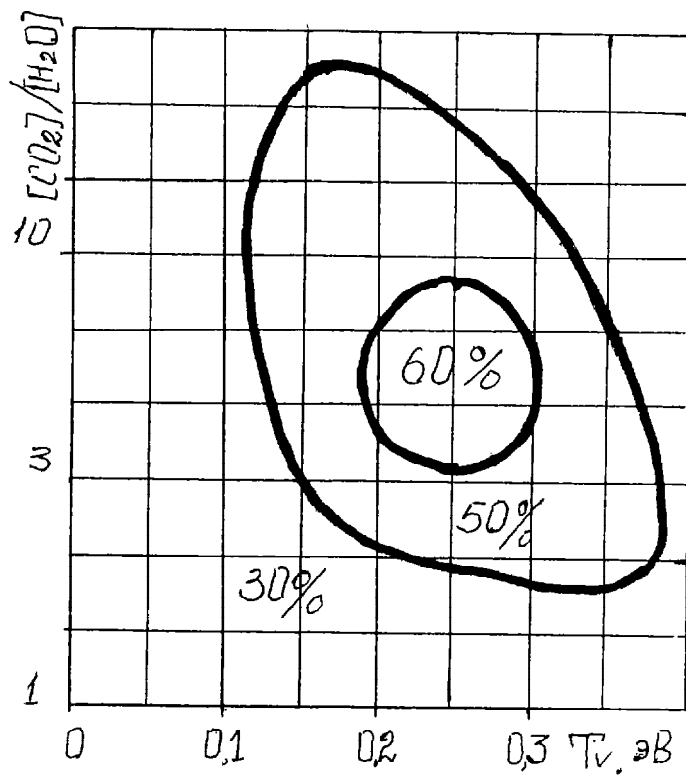
50



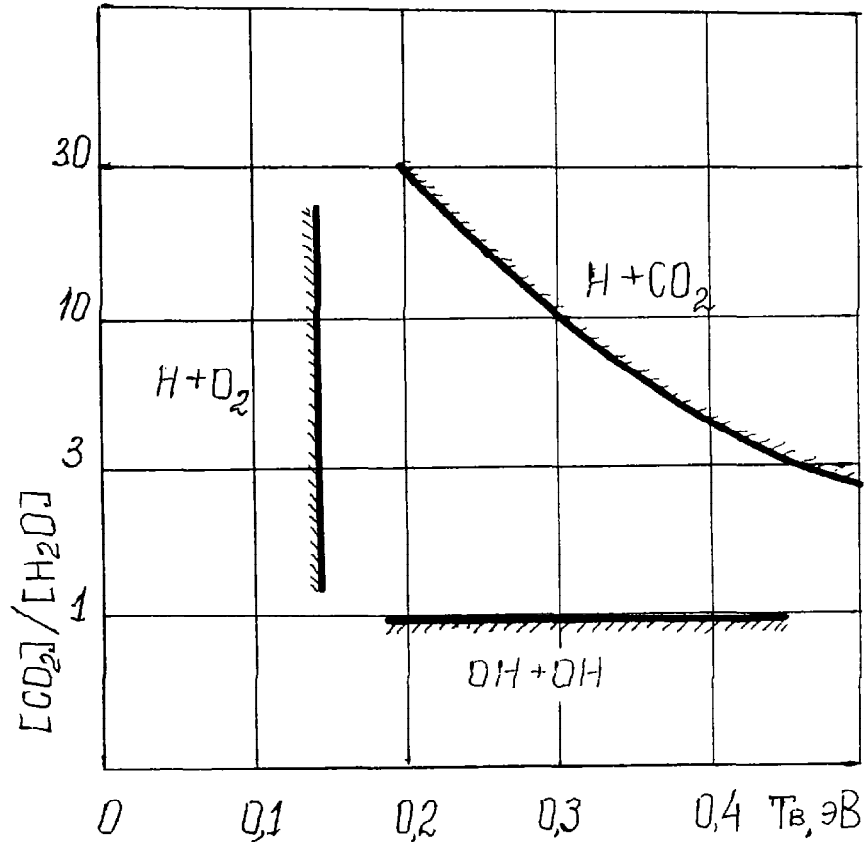
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5