

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201900357** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2020.01.31

(22) Дата подачи заявки
2019.06.03

(51) Int. Cl. **H05H 1/26** (2006.01)
H05H 1/44 (2006.01)
B01J 19/08 (2006.01)
B23K 10/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВЛАЖНЫМ ПАРОМ**

(31) **a20180230**

(32) **2018.06.04**

(33) **BY**

(96) **2019/EA/0055 (BY) 2019.06.03**

(71)(72) Заявитель и изобретатель:

**ШАРАХОВСКИЙ ЛЕОНИД
ИВАНОВИЧ; ШАРАХОВСКИЙ
АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ;
ПАНЧУКОВА ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА
(BY)**

(74) Представитель:

Панчукова Е.С. (BY)

(57) Изобретение относится к области теплотехники и может быть использовано в различных отраслях, требующих охлаждения различных аппаратов и устройств при минимальных расходах охладителя, например воды. Одним из наиболее важных применений предполагаемого изобретения может быть, например, повышение эффективности процесса генерации водяной плазмы путем повышения термического КПД водяных плазмотронов до уровня, близкого к 100%, а также улучшение их эксплуатационных характеристик за счет повышения точности и упрощения процессов регулирования их рабочих режимов. Поставленная задача применительно, например, к плазмотрону решается путем использования испарительного его охлаждения вместо традиционного конвективного, работающего только за счет теплоемкости воды, для чего воду, предназначенную для охлаждения плазмотрона и генерации плазмы, нагревают во внешнем водонагревателе под давлением ниже критического до температуры ниже точки кипения при этом давлении, подают нагретую воду или другую жидкость в систему охлаждения, например охлаждающий тракт одного из электродов, где дросселируют эту воду до давления ниже давления насыщенного пара при температуре нагрева воды и продолжают дросселирование полученного влажного пара на всем протяжении охлаждающего тракта вместе с нагревом пара, регулируя его расход регулированием расхода воды на входе в тракт в соответствии с потребностями охлаждения электрода.

A1

201900357

201900357

A1

Способ испарительного охлаждения влажным паром

МПК: H05H 1/26;
H05H 1/44; B01J 19/08

Изобретение относится к области теплотехники и может быть использовано в различных отраслях, требующих охлаждения различных теплонапряженных аппаратов и устройств при минимальных расходах охладителя, например, воды.

Способ может быть использован, например, для регенеративного охлаждения электродов пароводяных электродуговых генераторов плазмы – т. наз. плазмотронов, без потерь тепловой энергии на охлаждение и максимального приближения их термического КПД к уровню 100%. Пароводяными плазмотронами называют электродуговые генераторы водяной плазмы со стабилизацией дугового разряда водяным паром. Способ позволит преобразовывать электрическую энергию в высокопотенциальную тепловую энергию электродуговой плазмы с температурой до 10 000 К и выше почти без потерь, что в настоящее время возможно только при температурах нагрева не выше 1-2 тыс. К в неохлаждаемых термических нагревателях электросопротивления, использующих термостойкие огнеупорные материалы для их защиты от разрушения. Но такие температуры недостаточны для многих технологий, например, технологий переработки и уничтожения различных видов вредных и опасных материалов и отходов, а материалы, позволяющие работать без охлаждения при плазменных температурах, не существуют.

Производительность, экономичность и универсальность в отношении используемых и перерабатываемых материалов выходят на определяющие роли при переработке различных видов бытовых и промышленных отходов, характеризующихся громадными объемами, уже начинающими соперничать с процессами естественной эволюции геологической структуры планеты,

Здесь возникает большая ниша для применения наиболее мощных и простых термических плазменных технологий.

Термическая плазма позволяет создавать высокотемпературную среду заданного химического состава, подходящего для любой технологии, в отличие от более дешевых, но ограниченных и по химическому составу, и по температуре процессов горения. Для крупнотоннажных плазменных технологий самыми распространенными и дешевыми плазмообразующими средами в природе являются воздух и вода. Но воздух содержит почти 80% азота, являющегося балластом для большинства химических технологий, к тому же, образует с кислородом в плазме ряд экологически опасных оксидов, нуждающихся в удалении из газового выхлопа. Вода свободна от этих недостатков, так как состоит только из окислительно-восстановительных компонентов в виде кислорода, водорода и их производных. Более того, водяная плазма не генерирует оксидов азота даже при прямом контакте с воздухом [1]. Водяная плазма обладает также рекордной энтальпией, уступающей только водороду. Это уменьшает объем газовых выбросов при использовании такой плазмы в термических процессах переработки, что очень важно для ряда процессов, например, при переработке радиоактивных отходов. Имеются оценки, показывающие, что при содержании органики 40% в среднестатистических твердых бытовых отходах с помощью термической плазмы можно получить столько горючего синтез-газа, что при использовании современных газо-и паро- турбинных циклов уже можно компенсировать затраченную в плазмохимическом реакторе электроэнергию. Газо-и паротурбинные циклы оказываются довольно близкими по эффективности, так как в паротурбинном цикле синтез-газ можно сжигать без его промежуточного охлаждения и компримирования - напрямую на выходе из плазменного реактора, что компенсирует меньший КПД паровой турбины.

Для эффективности такой технологии КПД всех ее составляющих должен быть максимальным, включая КПД плазмотрона, лучшие из которых

на сегодня обладают КПД всего 75-80%., что в мощных крупнотоннажных производствах означает очень большие потери дорогостоящей электрической энергии с учетом того, что электрическая энергия получается из тепловой с КПД порядка 40%. Первым и наиболее наглядным примером эффективного использования заявляемого здесь способа охлаждения влажным паром может быть его применение для регенеративного охлаждения электродов пароводяных плазмотронов только рабочим расходом воды, используемым для генерации плазмы, без применения посторонних сбрасываемых охладителей, приближая термический КПД таких плазмотронов к 100%. Примерами таких решений являются системы регенеративного охлаждения камер сгорания жидкостных ракетных двигателей компонентами сжигаемых в камере сгорания топлив.

Традиционные плазмотроны, генерирующие плазму различных газов или воды, как правило, охлаждаются водой, которая не участвует в процессе генерации газоразрядной плазмы, а сбрасывается после нагрева. Это приводит к большим тепловым потерям энергии на охлаждение конструкции и снижению термического КПД.

Известен пароводяной плазмотрон и способ его охлаждения [2], где предназначенную для охлаждения воду нагревают без кипения под давлением, при котором точка кипения воды превышает таковую при давлении в плазмотроне, дросселируют эту воду до рабочего давления в плазмотроне, направляют полученный влажный пар по обогреваемому, например, электрическим током трубопроводу, поддерживая температуру его стенок выше температуры пара, в плазмотрон, и автоматически или вручную регулируют температуру пара и расход охлаждающей воды для поддержания необходимой рабочей температуры в заданной точке внутри плазмотрона в соответствии с показаниями установленного в этой точке термодатчика. Недостатком такого способа является то, что он существенно ограничен по динамическим параметрам регулируемого процесса и может применяться только там, где эта динамика

низкая и не является критичной, т. е., там, где кратковременные отклонения от тепловых режимов допустимы или же невозможны вследствие большой тепловой инерции регулируемого объекта, например, для регулирования охлаждения массивного плазменного реактора.

Однако, его нельзя применить для охлаждения электродов плазмотронов, где плотность тепловых потоков очень велика, и их невозможно охладить водяным паром при использовании только его теплоемкости, требующей нереально больших расходов пара по сравнению с расходом воды. При использовании ограниченных расходов пара и воды, требуемых для генерации плазмы, их можно охладить только за счет испарения воды, так как теплота испарения воды очень велика -2.3 МДж/кг по сравнению с теплоемкостью -4.2 кДж/(кг*К.) Но при испарении невозможно регулировать температуру влажного пара, так как его температура остается постоянной до полного израсходования содержащейся в нем влаги, и регулировать температуру защищаемого узла регулированием температуры пара становится возможным только на узкой границе перехода влажного пара в сухой. Регулировать же расход пара регулированием расхода охлаждающей воды перед ее дросселированием, как предложено в [2], для охлаждения электродов также неприемлемо, так как этот процесс характеризуется очень сильной инерционностью и поэтому в динамических режимах обладает очень большим гистерезисом между сигналом регулирования и откликом на него, а скорость изменения температуры электродов очень велика из-за высокой плотности теплового потока.

В данном способе охлаждения влажным паром предлагается поэтому получать влажный пар, необходимый для испарительного охлаждения, прямо в системе охлаждения, например, в охлаждающем тракте электрода плазмотрона, для чего может быть использована его специальная конструкция, например, предложенная в прилагаемой отдельной заявке на устройство – «система регенеративного охлаждения пароводяного плазмотрона».

Так как генерация влажного пара из перегретой воды осуществляется непосредственно в процессе охлаждения в охлаждающем зазоре, а не во внешнем парогенераторе, это позволяет с минимальной задержкой по времени и с большой скоростью регулировать расход влажного пара в соответствии с потребностями охлаждения электрода путем регулирования расхода подаваемой на охлаждение воды, обеспечивая высокую динамику регулирования охлаждения в соответствии с высокой динамикой изменения термических режимов электродов.

Одним из наиболее важных применений предполагаемого изобретения может быть, например, повышение эффективности процесса генерации водяной плазмы путем повышения термического КПД плазмотронов, а также улучшение их эксплуатационных характеристик за счет повышения точности и упрощения процессов регулирования их рабочих режимов.

Поставленная задача применительно, например, к плазмотрону, решается путем использования испарительного его охлаждения вместо традиционного конвективного, работающего только за счет теплоемкости воды, для чего воду, предназначенную для охлаждения плазмотрона и генерации плазмы, нагревают во внешнем водонагревателе под давлением ниже критического до температуры ниже точки кипения при этом давлении, подают нагретую воду или другую жидкость в систему охлаждения, например, охлаждающий тракт одного из электродов, где дросселируют эту воду до давления ниже давления насыщенного пара при температуре нагрева воды и продолжают дросселирование полученного влажного пара на всем протяжении охлаждающего тракта вместе с нагревом пара, регулируя его расход регулированием расхода воды на входе в тракт в соответствии с потребностями охлаждения электрода.

Источники информации

1. Электродуговые генераторы пароводяной плазмы. Ч. 1 и 2. Теплофизика и аэромеханика, 2002, том 9, №4, с. 597-612; 2003. Т. 10, № 4. С. 637–657.
2. Шараховский Л. И., Шараховский А. И. Пароводяной плазмотрон и способ его охлаждения. Патент РБ № 19100.

Формула изобретения

1. Способ испарительного охлаждения влажным паром, в котором воду или другую охлаждающую жидкость, предназначенную для охлаждения, нагревают под давлением ниже критического до температуры ниже точки кипения при этом давлении, после этого подают нагретую воду или другую жидкость в систему охлаждения, в которой дросселируют эту воду до давления ниже давления насыщенного пара при температуре нагрева и продолжают дросселирование полученного влажного пара в системе охлаждения вместе с его нагревом, регулируя расход пара регулированием расхода питающей воды или другой жидкости в соответствии с потребностями охлаждения охлаждаемого объекта.