

Изобретение относится к области МГД-генерирования электрической энергии и может быть использовано в высокотемпературных плазменных установках.

Известны способы вдува реагирующих компонент через электродную стенку МГД-канала и воздействия таким путем на характеристики МГД-генератора (1, 2). При

раздельной подаче природного газа и Окислителя по каналам, находящимся в изоляционных вставках, для удаления пиролитического графита и других продуктов пиролиза топлива из каналов используется поочередная подача через каналы вставок природного газа и окислителя с предварительной продувкой инертным газом. Недостаток способа - усложненная система подачи газообразных компонент.

В (1) описан способ одновременной подачи газа и окислителя через водоохлаждаемый металлический электрод, в котором повышение электропроводности связано с появлением углеродистых частиц. Недостаток способа - неконтролируемое засорение каналов вдува. Аналогичный прием использован в прототипе заявляемого изобретения (2). Газообразное топливо и окислитель подается в камеру смешения, выполненную в металлическом корпусе комбинированного электрода. Состав смеси выбран таким, чтобы обеспечить появление горящих факелов на поверхности электрода, которые служат электропроводными мостиками между ядром потока и электродом.

Недостатки прототипа:

- одновременное повышение электропроводности над электродом и изолятором, что ведет к росту токов утечек, снижению продольной электрической прочности;
- возрастание неравномерности распределения вдува по электродам с ростом числа электродов со вдувом и, как следствие, проскок пламени в камеру смешения или отрыв фронта пламени от электрода;
- усложнение системы подачи газообразных составляющих в электроды из-за необходимости раздельного питания топливом и окислителем;
- значительные потери тепла с водой, охлаждающей электроды;
- слабая защита от попаданий соединений калия на изоляционный промежуток.

Задачей изобретения является повышение надежности и эффективности системы вдува, а также эффективности работы МГД-генератора. Поставленная задача достигается тем, что в известном способе управления параметрами пограничного слоя на секционированной электродной стенке МГД-генератора путем вдува через проникаемую электродную стенку углеводородного газового топлива и окислителя осуществляю? предварительное смешение топлива и окислителя с коэффициентом избытка окислителя  $\alpha$ , определяемым соотношением:

$$\alpha_n < \alpha < \alpha_b,$$

где  $\alpha_n$  - максимальное значение коэффициента, при котором еще возможно образование углеродистых отложений в каналах электродной стенки в процессе пиролиза;

$\alpha_b$  - минимальное значение коэффициента, когда возможен процесс самопроизвольного воспламенения смеси в каналах электродной стенки.

Затем смесь подают в проникаемые изоляционные вставки, при этом обеспечивают условия для протекания процесса неполного горения топлива в результате нагрева смеси тепловым потоком, падающим на электродную стенку, и вводят смесь в МГД-канал. причем плотность и скорость вводимой смеси выбирают такими, чтобы обеспечить завершение реакции неполного горения в пограничном слое на электродной стенке.

Если в качестве окислителя и углеводородного топлива используется воздух и природный газ, то для таких смесей  $\alpha_n = 0,3$ ,  $\alpha_b = 0,6$ , а плотность и скорость вводимой в канал смеси удовлетворяет соотношению:

$$0,01 < \frac{(\rho v)_{вд}}{(\rho v)_{осн}} < 0,1,$$

где  $\rho$ ,  $V$  - плотность и скорость вдуваемой (вд.) смеси и основного потока (осн.) рабочего тела МГД-генератора.

На чертеже представлена схема реализации предлагаемого способа. Газ-окислитель и углеводородное топливо подают в камеру смешения 1, расположенную вне канала МГД генератора. Приготовленная смесь с  $\alpha$ , лежащим в диапазоне  $\alpha_n < \alpha < \alpha_b$ , по трубопроводу 2 поступает в распределительные камеры 3 и далее в изоляционные вставки 4 электродной стенки, где подогревается теплом плазмы основного потока. Продукты неполного горения топлива покидают изоляционные вставки и сносятся основным потоком газа МГД-генератора на электрод, где в погранслое заканчивается реакция неполного горения, обеспечивая повышение температуры и электропроводности в погранслое.

Пример конкретного выполнения способа.

Результативность предложенного способа проверялась экспериментально на электродной стенке, включающей самостоятельную изоляционную проникаемую вставку и электродный узел из 3-х комбинированных электродов размерами 30 x 15 мм<sup>2</sup>.

Вставка выполнена из окиси алюминия с каналами сечением 3,5 мм<sup>2</sup> и пористостью 0.7. Температура огневой поверхности пористой вставки не превышает 2000 К. Электродная стенка и ответные электроды установлены на срезе сопла камеры сгорания. Скорость основного потока продуктов сгорания - 400 м/с, температура - 2800 К, расход - 120 г/с, состав - метано-кислородная плазма. Вдуваемая смесь воздух и природный газ имеет переменный состав,  $\alpha$  изменяется в диапазоне 0,04-0,7, расходы до 10 г/с.

Ход процесса неполного горения в изоляционной вставке контролируется по составу плазмы, отбираемой за электродной стенкой водоохлаждаемым пробоотборником.

Одновременно снимаются поперечные вольт-амперные характеристики плазменного промежутка, измеряется электрическая прочность изоляции и тепловые потоки на электрод. Предельное значение  $\alpha_b$  определялось по визуальному обнаружению проскока пламени из вставки в подающий трубопровод, для чего камера смешения выполнена с прозрачной стенкой. Для использованной газозооудшной смеси установлено, что  $\alpha_b = 0,6$ . Предельное значение  $\alpha_n$  определяется по моменту появления на стенках каналов проникаемой

вставки налета углеродистых отложений при температуре огневой поверхности стенки 1350-1400°C и составляет  $\alpha_n = 0,3$ .

Химический анализ продуктов сгорания показал, что при температурах поверхности вставки до 800°C в продуктах сгорания за вставкой присутствует  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ . Наличие метана указывает на незавершенность процесса неполного горения в стенке. Повышение температуры стенки до 1700°C ведет к исчезновению метана в пробах, одновременно изменяется распределение температуры по поверхности вставки - максимум температуры перемещается вниз по ходу движения потока, что свидетельствует об окончании процесса неполного горения в погранслое над стенкой.

Снятые для этого случая поперечные вольт-амперные характеристики с диффузным режимом токосъема показали повышение электропроводности погранслоя в 2-3 раза по сравнению со вдувом одного воздуха. Причем этот эффект существенно зависит от скорости вдува и максимальное возрастание проводимости плазменного промежутка наблюдалось при

$$\frac{(\rho v)_{\text{вд}}}{(\rho v)_{\text{осн}}} = 0,07.$$

Для этого же значения вдува было замечено возрастание теплового потока на электрод на 3-5% и продольной прочности на 25-35%.

## Основной поток газа

