

# МГД электростанции



# Введение



Наиболее перспективным направлением в создании мощных высокоэкономичных электрических станций является непосредственное получение электрической энергии из тепловой в магнитоэлектрических генераторах. В этом случае отпадает необходимость в паровых котлах, турбинах и вращающихся генераторах и КПД таких станций может быть доведен с 40% в тепловых турбогенераторных до 60% в МГД-генераторных электростанциях.

# Виды МГД электростанций



**МГД-генераторы открытого цикла**

**МГД-генераторы закрытого цикла в  
ядерной энергетике**

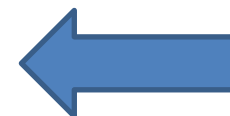
**Жидкометаллические МГД-  
генераторы**

**Опытные МГДГ**

# МГД-генераторы открыты



На настоящий момент они наиболее перспективны. Рабочим телом с температурой 3000 К в них являются продукты сгорания органических топлив, сжигание которых осуществляется с подогревом воздуха, обогащенного кислородом. В плазменное (электропроводящее) состояние продукты сгорания переходят при этих температурах путем ввода небольшого количества легкоионизирующихся присадок – калия или цезия. Полученная плазма с высокой скоростью направляется в канал МГД-генератора, вокруг которого намотана обмотка, где она взаимодействует с магнитным полем генератора вырабатывая в обмотке электрический ток. Но на выходе из МГДГ температура рабочего тела еще очень высока 2200–2300 К, поэтому для достижения высокого КПД продукты сгорания могут направляться в парогенератор обычной паротурбинной, газотурбинной, углекислотной, на диссоциирующих газах электростанции. КПД таких совмещенных установок достигает 55–60 %. Весьма привлекательно использование МГДГ для снятия пиковых нагрузок электрической сети, поскольку установка необычайно приемиста (время запуска может составлять несколько секунд). Быстрота запуска позволяет использовать их для предотвращения аварийных ситуациях в энергетических системах. Мощность единичного агрегата доходит до 1000 МВт.



# МГД-генераторы закрытого цикла в ядерной энергетике



**В закрытом цикле МГДГ возможно применение высокотемпературного газоохлаждаемого ядерного реактора с использованием в качестве рабочего тела некоторых инертных газов (гелия, аргона). В этом случае МГДГ работает с т.н. неравновесной плазмой при температуре газа 1700-2000 К. Это возможно потому, что существует способ обеспечить достаточную проводимость за счет т.н. неравновесной ионизации. Плазма, возникающая при нагреве инертного газа со щелочной присадкой, в достаточно сильном электрическом поле оказывается двухтемпературной: электронная температура значительно превышает температуру тяжелых частиц, что обеспечивает высокую электропроводность и преобразуют в электроэнергию 20 % и более начальной энергии рабочего тела.**

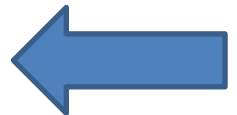
**Перспективы внедрения МГДГ в ядерную энергетику существенно расширяются с применением газофазных реакторов на гексафториде урана, рабочее тело которых может быть нагрето до 10 000 К. При таких температурах плазма оказывается высокой даже без ионизирующих присадок.**



# Жидкометаллические МГД-генераторы



**Интерес к таким генераторам определяется тем, что они могут быть использованы непосредственно в сочетании с жидкометаллическим ядерным реактором на быстрых нейтронах. Такие генераторы практически не имеют ограничений по температуре рабочего тела, и комбинированная установка, включающая его в качестве надстройки над обычным паро- или газотурбинным контуром, может иметь КПД в 50 % уже при весьма умеренных температурах (800 оС). Однако общей проблемой всех предложенных до настоящего времени схем жидкометаллических МГДГ является создание эффективного разгонного устройства, формирующего высокоскоростную струю жидкого металла, направляемую в канал генератора. Но интерес к генераторам сохраняется из-за их высокой удельной мощности.**

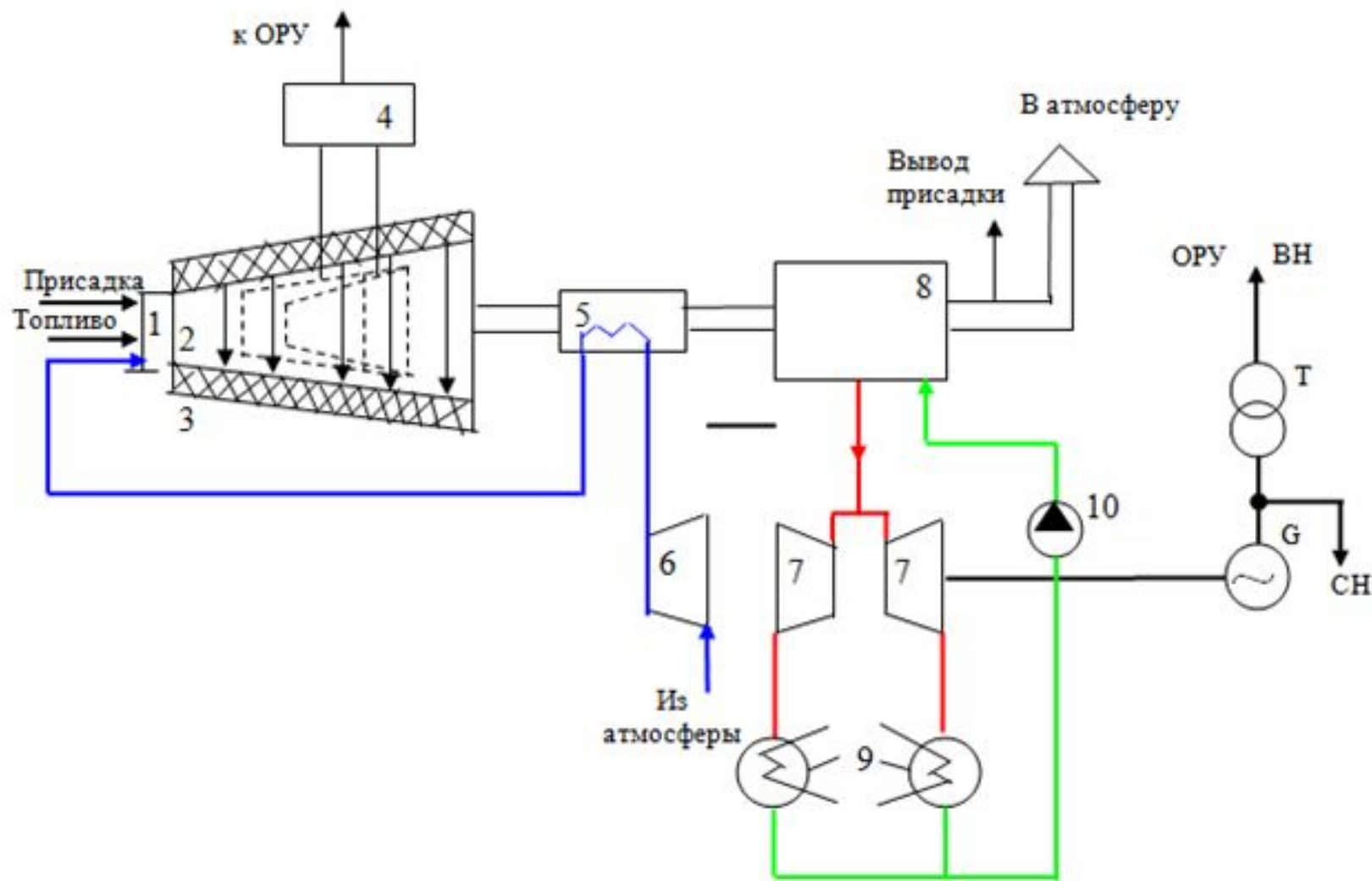


# Опытные МГД



**В настоящее в освоенных МГДГ реализованы следующие технические характеристики: мощность – 20,4 МВт, топливо – природный газ, окислитель – воздух до 43 % обогащенный кислородом, температура подогрева воздуха – 1250 оС, начальная температура продуктов сгорания – 2600–2650 оС, ионизирующая присадка – до 1 % K+Cs, расход продуктов сгорания – 50–60 кг/с, скорость газа на выходе МГД-генератора – 800–900 м/с, использование тепла после генератора – паросиловой цикл, расход электроэнергии на питание магнитной системы – 2,4 МВт, длительность непрерывной работы – 250 часов.**

# Принципиальная технология такой электростанции





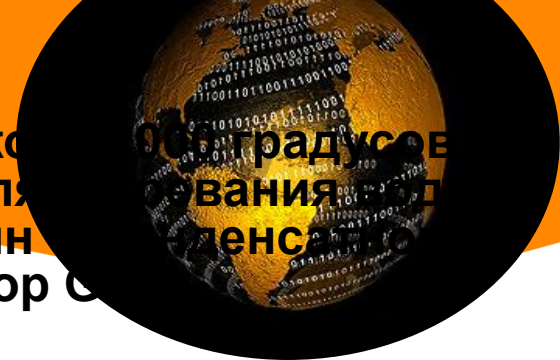
# Принцип действия



В первую очередь - это электростанции с магнетро - динамическими генераторами (МГД - генераторы). МГД - генераторы планируются сооружать в качестве надстройки к станциям типа КЭС. МГДГ используют температуры в 2500 - 3000°К.

Топливо, вместе с легкоионизируемой присадкой ( $K_2CO_3$ ) вводится в камеру сгорания 1, куда подаётся воздух компрессором 6. Воздух подогревается в воздухонагревателе 5. Продукты сгорания, представляющие ионизированный газ, направляются в МГД - канал 2, пронизываемый магнитным полем большой напряжённости, созданным магнитной системой 3. Ионы осаждаются на токосъёмниках, создающих напряжение постоянного тока, которое преобразуется инвертором 4 в переменное напряжение.

**Выхлоп МГД - канала при температуре около 2000 градусов Цельсия направляется в котёл 8, используемый для срабатывания пароводяной контур, состоящий из турбины и конденсатора. Пароводяной насоса 10 приводит во вращение генератор С**



**За счёт более полного срабатывания тепловой энергии продуктов сгорания КПД такого цикла может достигать 50 - 60 %, в то время как тепловая станция имеет КПД = 40%.**

**Учитывая, что такая установка должна работать длительно, основной проблемой в её создании является получение надёжных конструкционных материалов МГД - канала. Такая проблема ещё не решена.**

**Возможна реализация МГДГ на продуктах взрыва. Известно, что при взрыве образуется мощная ударная волна, за фронтом которой резко увеличивается температура. При введении щелочных добавок за фронтом ударной волны может быть получен слой газа с высокой удельной электрической проводимостью и высокой скоростью. При давлении в МГД -- канале такой высокопроводящий поршень обеспечивает импульсное генерирование значительной электрической мощности.**



**В настоящее время на Рязанской ГРЭС запущен головной МГД-энергоблок 500 МВт, включающий МГД-генератор мощностью около 300 МВт и паротурбинную часть мощностью 315 МВт с турбиной К-300-240. При установленной мощности свыше 610 МВт выдача мощности МГД-энергоблока в систему составляет 500 МВт за счет значительного расхода энергии на собственные нужды в МГД-части. Коэффициент полезного действия МГД-500 превышает 45 %, удельный расход условного топлива составит примерно 270 г/(кВт-ч). Головной МГД-энергоблок запроектирован на использование природного газа, в дальнейшем предполагается переход на твердое топливо.**

# Список литературы



- <http://dom-en.ru/mgd/> - Дом энергии сайт об альтернативных источниках энергии, электростанциях и генераторах
- <http://nplit.ru/books/item/f00/s00/z0000046/st06.shtml> - Библиотека юного исследователя
- <http://forca.ru/info/spravka/elektrostantsiya.html> - Энергетика



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**