

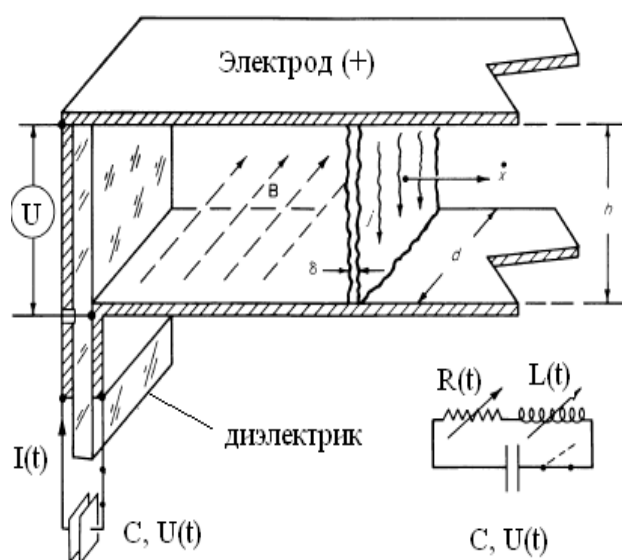
**МГД УСТРОЙСТВА**  
**Истягин А.А., Комаров С.П.**  
**Научный руководитель: Минаков А.В.**  
**Лицей № 7**

*Задачи:*

- Исследовать принцип работы МГД устройств.
- В перспективе - создать компьютерную модель МГД-устройства.

*МГД-Ускоритель.*

МГД-ускоритель - энергетическая установка, в которой энергия электромагнитного поля преобразуется в кинетическую энергию рабочего тела (жидкой или газообразной электропроводящей среды).



МГД - ускоритель состоит из канала, по которому движется рабочее тело (обычно плазма), системы электромагнитов для создания магнитного поля и электродов для отвода или подвода энергии. Для создания электропроводности газа, его необходимо нагреть до температуры термической ионизации (около 10000 К). Для работы при меньших температурах газ обогащают парами щелочных металлов, что позволяет снизить температуру смеси до 2200—2700 К.

МГД – ускорители используются для создания:

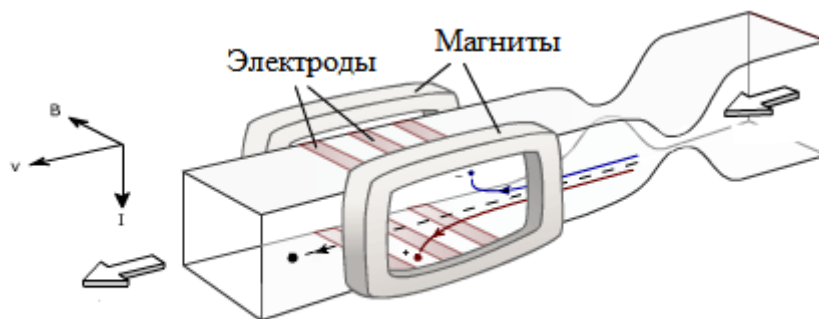
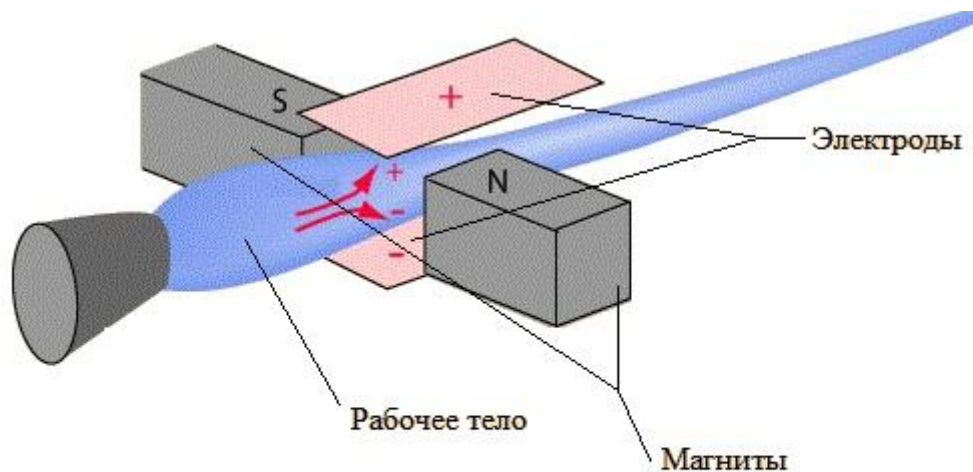
- МГД насосов.
- ЭРД(электрореактивный двигатель).
- На принципе МГД ускорителя идёт создание нового оружия, которое имеет преимущества над нынешним.

<b>МГД</b>		<b>ускорители</b>	<b>отличаются:</b>
1)	По	термодинамической	схеме.
2)	Энергетической	или	установке (ЭУ)
3)	По	геометрической	форме.
4)	По	способам коммутации	электродов
5)	По	режимам	течения.

**Характеристики МГДУ подразделяют на интегральные, локальные и удельные.**

### *МГД-генератор*

МГД-генератор — энергетическая установка, в которой тепловая и кинетическая энергия рабочего тела (жидкой или газообразной электропроводящей среды), движущегося в магнитном поле, преобразуется непосредственно в электрическую энергию.



МГД-генератор состоит из канала, по которому движется рабочее тело (токопроводящая жидкая или газообразная среда), системы постоянных магнитов, электромагнитов или других источников магнитного поля и электродов, для отведения энергии.

МГД-генераторы используют для:

- повышения эффективности энергосистем
- бортовых систем питания космической техники
- в качестве источников питания различных устройств, требующих высокой мощности на короткие промежутки времени (например, для питания электроподогревателей аэродинамических труб и т. п.).
- В качестве источников тока для исследований, где необходим высоковольтный ток на короткие промежутки времени (например, для геологических

исследований и т. п.).

Системы с МГД-генераторами могут работать по открытому и замкнутому циклам. В первом случае продукты сгорания являются рабочим телом, а использованные газы после удаления из них присадки щелочных металлов (вводимой в рабочее тело для увеличения электропроводности) выбрасываются в атмосферу. В МГД-генераторах замкнутого цикла тепловая энергия, полученная при сжигании топлива, передаётся в теплообменнике рабочему телу, которое затем, пройдя МГД-генератор, возвращается, замыкая цикл, через компрессор или насос. Источниками тепла могут служить реактивные двигатели, ядерные реакторы, теплообменные устройства. Рабочим телом в МГД-генераторе могут быть продукты сгорания ископаемых топлив и инертные газы с присадками щелочных металлов (или их солей); пары щелочных металлов; двухфазные смеси паров и жидких щелочных металлов; жидкие металлы и электролиты. Но если жидкие металлы и электролиты являются природными проводниками, то для того чтобы газ стал электропроводным, его необходимо ионизовать до определённой степени, что осуществляется главным образом нагреванием до температур, достаточных для начала термической ионизации (большинство газов ионизируется только при температуре около 10000 К). Необходимая степень ионизации при меньших температурах достигается обогащением газа парами щелочных металлов; при введении в продукты сгорания щелочных металлов (например, К, Cs, Na) или их солей газы становятся проводниками уже при 2200—2700 К.

В МГД-генераторах с жидким рабочим телом генерирование электроэнергии идёт только за счёт преобразования части кинетической или потенциальной энергии потока электропроводной жидкости практически при постоянной температуре. В МГД-генераторах с газовым рабочим телом принципиально возможны три режима: с сохранением температуры и уменьшением кинетической энергии; с сохранением кинетической энергии и уменьшением температуры; со снижением и температуры и кинетической энергии.

По способу отвода электроэнергии МГД-генераторы разделяют на кондукционные и индукционные. В кондукционных МГД-генераторах в рабочем теле, протекающем через поперечное магнитное поле, возникает электрический ток, который через съёмные электроды, вмонтированные в боковые стенки канала, замыкается на внешнюю цепь. В зависимости от изменения магнитного поля или скорости движения рабочего тела такой МГД-генератор может генерировать постоянный, как правило, или пульсирующий ток. В индукционных МГД-генераторах (по аналогии с обычными электромашинными генераторами) электроды отсутствуют. Такие установки генерируют только переменный ток и требуют создания бегущего вдоль канала магнитного поля. Возможны различные формы каналов: линейная — общая для кондукционных и индукционных МГД-генераторов; дисковая и коаксиальная холловская — в кондукционных; радиальная — в индукционных МГД-генераторах.

По системам соединений электродов различают: фарадеевский генератор со сплошными или секционированными электродами (рисунок 3, а), холловский генератор (рисунок 3, б), в котором расположенные друг против друга электроды короткозамкнуты, а напряжение снимается вдоль канала за счёт наличия поля Холла, и

сериесный генератор с диагональным соединением электродов (рисунок 3, в).

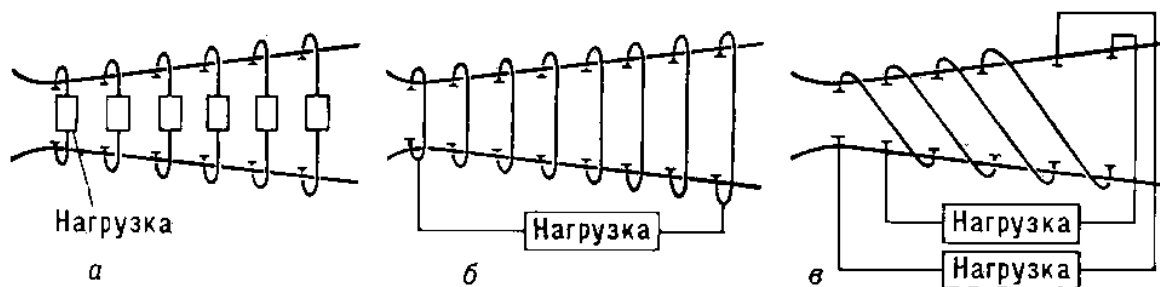


Рисунок 3

Секционирование электродов в фарадеевском МГД-генераторе делается для того, чтобы уменьшить циркуляцию тока вдоль канала и через электроды (эффект Холла) и тем самым направить носители зарядов перпендикулярно оси канала на электроды и в нагрузку; чем значительнее эффект Холла, тем на большее число секций необходимо разделить электроды, причём каждая пара электродов должна иметь свою нагрузку, что весьма усложняет конструкцию установки. Применение схемы холловского МГД-генератора наиболее выгодно при больших магнитных полях. За счёт наличия продольного электрического поля в холловском и МГД-генераторах с диагональным соединением электродов можно получить значительное напряжение на выходе генератора. Наибольшее распространение в 70-х годах получили кондукционные линейные МГД-генераторы на продуктах сгорания ископаемых топлив с присадками щелочных металлов, работающие по открытому циклу.

Мощность МГД-генератора пропорциональна проводимости рабочего тела, квадрату его скорости и квадрату напряжённости магнитного поля. Для газообразного рабочего тела в диапазоне температур 2000—3000 К проводимость пропорциональна температуре в 11—13-й степени и обратно пропорциональна корню квадратному из давления. Скорости потока в МГД-генераторе могут быть в широком диапазоне — от дозвуковых до сверхзвуковых. Индукция магнитного поля определяется конструкцией магнитов и ограничивается значениями около 2 тл для магнитов со сталью и до 6—8 тл для сверхпроводящих магнитных систем.

Основное преимущество МГД-генератора — отсутствие в нём движущихся узлов или деталей, непосредственно участвующих в преобразовании тепловой энергии в электрическую. Это позволяет существенно увеличить начальную температуру рабочего тела и, следовательно, кпд электростанции. Если после МГД-генератора поставить обычный турбоагрегат, то общий максимальный кпд такой энергетической установки достигнет 50—60%.