

к-рой циклотронная частота для электронов сравнима или больше частоты их столкновений с нейтралами и ионами, то электроны между столкновениями в плазме успевают пройти заметную дугу по ларморовской

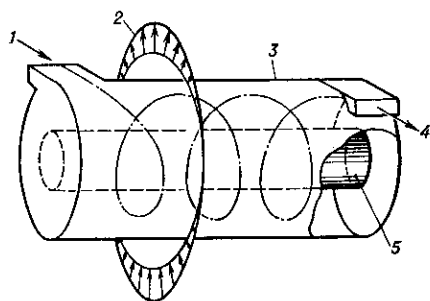


Рис. 3. Схема коаксиального индукционного МГД-генератора: 1 — подвод рабочего тела; 2 — мгновенная анода бегущего магнитного поля; 3 — наружный корпус канала МГД-генератора, на котором размещается волновая обмотка индуктора (статор); 4 — выход; 5 — стенка и внутренний магнитопровод МГД-генератора.

окружности, т. е. они будут дрейфовать в направлении, перпендикулярном приложенным скрещенным электрич. и магн. полям. Как следствие этого дрейфа (Холла эффект) при замыкании цепи фардеевского тока возникает холловская эдс, направленная по потоку, а электропроводность  $\sigma$  становится тензорной величиной. При этом холловский ток снижает эффективную электропроводность  $\sigma_{эфф}$  рабочего тела.

Электрич. энергия в МГД-канале генерируется за счёт работы потока  $N_T$  (здесь — отнесённой к ед. объёма), совершаемой против объёмных сил эл.-магн. торможения,  $N_T = -\mathbf{j}[\mathbf{J}\mathbf{B}]$ , где  $\mathbf{J}$  — плотность полного тока. Полезное взаимодействие обусловлено только фардеевской компонентой тока  $\mathbf{J}_\Phi$ . В то же время генерируемая мощность выделяется в цепи как фардеевского, так и холловского тока при соответствующем нагружении. По способу электрич. нагружения раз-

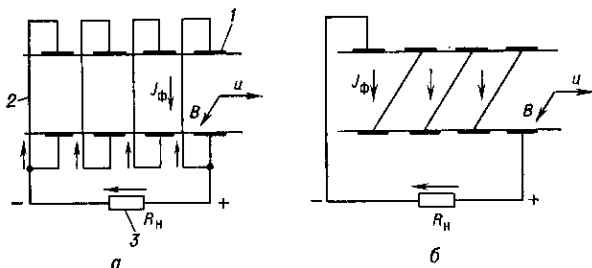


Рис. 4. Электрические схемы линейных МГД-генераторов: холловского (а) и диагонального (б) типов: 1 — электроды; 2 — канал; 3 — нагрузка.

личают М. г.: 1) фардеевского типа (рис. 1) с электродами, как правило, секционированными в продольном направлении при соответствующем секционировании нагрузки для предотвращения замыкания по ним холловского тока; 2) холловского типа (рис. 4, а), в к-ром фардеевская цепь замкнута накоротко для увеличения холловского напряжения и тока в нагрузке; 3) серийного, т. е. последовательным соединением электродов, наз. также диагональным (рис. 4, б), где рабочими являются обе компоненты напряжения и тока. Фардеевский секционированный М. г. обладает наилучшими электрич. характеристиками, но наименее удобен для использования из-за необходимости гальванич. развязки всех цепей нагрузки. Для холловского М. г. требуется единственная нагрузка, но в генераторе этого типа электрич. кпд  $\eta$  значительно

ниже, чем у фардеевского М. г. Диагональный М. г. имеет лишь несколько более сложную схему электрич. нагружения, чем холловский, но его характеристики почти такие же, как у фардеевского. Способ электрич. нагружения М. г. в значит. мере связан с типом конструкции канала и магн. системы, и, в частности, нек-рые конфигурации М. г. предназначены для использования только одного из видов нагружения. Так, в дисковом холловском М. г. (рис. 2) круговой фардеевский ток полностью замыкается по плазме, кольцевые электроды на входе и выходе канала используются только для съёма холловского тока.

В индукц. М. г. бегущее магн. поле создаёт в потоке рабочего тела токи разл. направления, образующие пространственно замкнутые петли, индуктивно связанные с сетевой обмоткой индуктора (статора), что обеспечивает передачу в сеть генерируемой электрич. мощности. При этом, однако, за счёт одноврем. изменения в потоке знака магн. поля и тока не изменяется направление действия пондеромоторной — тормозящей — силы. Существенным ограничением применения плазменных индукц. М. г. в сравнении с жидкометаллическими является малое значение (из-за относительно невысокой электропроводности плазмы) магн. числа Рейнольдса, к-рым определяется отношение активной и реактивной составляющих мощности М. г. Жидкометаллич. М. г. во многом подобны обычным асинхронным электрич. генераторам, в частности выполненные в конфигурации рис. 3.

Важнейшие характеристики М. г. при их использовании в энергетич. установках — мощность  $N$ , внутр. относительный кпд и коэф. преобразования энергии. Мощность в единице объёма определяется как  $N = \sigma_{эфф} u^2 B^2 \eta (1 - \eta)$ . Входящие в это выражение характерные величины  $\eta = N/N_T < 1$ ,  $\sigma_{эфф} < \sigma$  учитывают влияние на уровень генерируемой мощности джоулева тепловыделения, приэлектродных падений напряжения, электрич. утечек и, соответственно, неоднородностей распределения проводимости в поперечном сечении канала и токов Холла. Условием эффективной работы плазменного М. г. является уровень энерговыделения  $N \geq 20 - 50$  МВт/м<sup>3</sup>, при к-ром отсчит. потери за счёт теплоотдачи к стенкам и трения несущественны. При использовании термически равновесной плазмы, в к-рой проводимость очень сильно зависит от темп-ры, а разгон потока достигается за счёт срабатывания части его тепловой энергии, даже при  $B \approx 5$  Т (что в стационарных условиях возможно только при использовании сверхпроводящих магн. систем) необходима начальная темп-ра  $\geq 2500$  °С. При этом в канале  $\sigma \sim 10$  См/м режим течения — околозвуковой ( $u \sim 1000$  м/с).

При использовании в М. г. плазмы инертных газов за счёт индуцир. поля возможно повышение темп-ры электронов, значительное увеличение степени ионизации плазмы и её проводимости. Экспериментально показана возможность получения необходимой для работы М. г. проводимости плазмы при температуре  $\leq 2000$  К. Ведутся исследования и разработки этого типа М. г.

В жидкометаллич. М. г. проблемой является разгон рабочего тела до высоких скоростей, осуществляемый за счёт работы расширения пара металлов, ускорения им жидкой фазы и последующей конденсации пара в устройствах типа эжектора перед М. г. или путём сепарации жидкой фазы двухфазного потока, набегающего на клин. Эти процессы сопровождаются большой диссипацией энергии, кпд такого разгонного устройства  $\sim 10\%$ , что определяет низкую результирующую эффективность преобразования работы расширения пара в электрич. энергию.

Внутр. относительный кпд характеризует отношение мощности М. г. к мощности гипотетич. преобразователя без диссипации энергии при одинаковом перепаде давления от входа до выхода устройства. В идеальном