

рассеянием звука поверхностью дном и толщиной воды. Для выделения сигнала на фоне помех используют разл. методы, в частности метод накопления, основанный на том, что сигнал, отражённый от объекта, складывается по давлению, как регулярный, а шумовой — по интенсивности. Увеличение мощности излучения улучшает отношение сигнал/шум, однако реверберация, помеха при этом не меняется, её можно уменьшить, укорачивая длительность послышки или сужая диаграмму направленности системы, но в последнем случае увеличивается время, необходимое на просмотр сигналов с разл. направлений.

Дальность действия гидролокаторов часто ограничивается неблагоприятными условиями распространения звука (см. *Гидроакустика*). В зависимости от типа систем, условий распространения, характеристик лоцируемого объекта дальность действия гидролокаторов меняется от неск. сотен м до неск. сотен км.

Лит.: Хортон Дж. У., Основы гидролокации, пер. с англ., Л., 1961; Подводная акустика, пер. с англ., т. 1—2, М., 1965—70; Тюрин А. М., Сташкевич А. П., Таранов Э. С., Основы гидроакустики, Л., 1966.

Ю. Ю. Житковский.

ГИДРОМАГНИТНОЕ ДИНАМО — механизм усиления или поддержания стационарного, в частности колебательного, состояния магн. поля гидродинамич. движениями проводящей среды (плазмы).

Идею о том, что движения плазмы могут приводить к усилению магн. поля, выдвинул Дж. Лармор (J. Larmor) в 1919 в связи с объяснением природы магнетизма Земли и Солнца. Происхождение и наблюдаемые изменения космич. магн. полей в большинстве случаев связывают с действием Г. д. Делаются попытки лаб. конструирования Г. д. и учёта эффекта Г. д. в энергетич. установках с движущимся жидкометаллич. теплоносителем. Назв. «Г. д.» возникло из-за схожести процесса с работой динамо-машины (генератора тока). Особенность Г. д. состоит в том, что оно должно быть самовозбуждающимся, т. е. не поддерживаемым за счёт внеш. источников поля. В теоретич. отношении наиб. разработана т. н. проблема кинематич. Г. д., к-рую можно сформулировать след. образом. Пусть в объёме плазмы с заданной проводимостью поддерживаются к.-л. гидродинамич. движения и создано слабое магн. поле, не поддерживаемое далее внеш. источниками. Если со временем поле в рассматриваемом объёме не убывает, несмотря на действие омической диссипации, то имеет место Г. д.

Теория Г. д. является разделом *магнитной гидродинамики*. Релятивистские эффекты, токи смещения в теории Г. д. обычно не учитываются. В этом приближении магн. поле не зависит от системы отсчёта и можно пользоваться представлением о магн. силовых линиях.

Возможность усиления начального (затравочного) магн. поля движениями среды связана с т. н. вмороженностью магн. поля в плазму. При полном пренебрежении омической диссипацией магн. силовые линии можно считать «приклеенными» к движущейся среде, так что движения среды увлекают за собой поле. Магн. линия, к-рая проходила через к.-л. две близкие частицы среды, будет проходить через них и в дальнейшем. В условиях вмороженности поток магн. поля через площадь любого движущегося со средой контура (магнитный поток) сохраняется. Это позволяет усиливать магн. поле, деформируя (напр., сжимая) контур. С др. стороны, движения, как правило, закручивают магн. линии, уменьшая характерный масштаб поля, что делает необходимым учёт магн. диффузии и диссипации. Относит. роли усиления поля движениями плазмы и диффузионно-диссипативного эффекта характеризуются безразмерным отношением $4\pi\sigma l v/c^2 = Re_m$ — магн. числом Рейнольдса (l, v — характерные масштаб и скорость движений, σ — проводимость плазмы). Необходимое условие работы Г. д. заключается в том, чтобы Re_m превышало нек-рое значение $Re_{mk} \geq 10$. В космич. плазме Re_m , как правило, очень велико и этот

критерий выполнен с большим запасом. В лаб. и техн. установках из-за ограниченности их размеров значения Re_m обычно невелики и удовлетворение необходимого критерия требует спец. условий.

К достаточным условиям работы Г. д. относится ряд ограничений на геом., точнее топологич., свойства течения. Для случая, когда рассматривается поведение магн. поля при заданном течении плазмы (кинематич. динамо), эти ограничения достаточно полно установлены. В частности, Г. д. невозможно, когда движение однородно-проводящей жидкости происходит вдоль сферич. или плоских поверхностей. При движении вдоль поверхностей др. типов, напр. цилиндрич. или тороидальных, Г. д. возможно. Магн. поле при этом (если пренебречь его влиянием на движение) растёт экспоненциально со временем. Однако скорость роста поля существенно зависит от Re_m и оказывается малой при больших Re_m (медленное динамо). Наглядной иллюстрацией такого динамо может служить модель, предложенная в 1950 Х. Альвеном (H. Alfvén). Первонач.

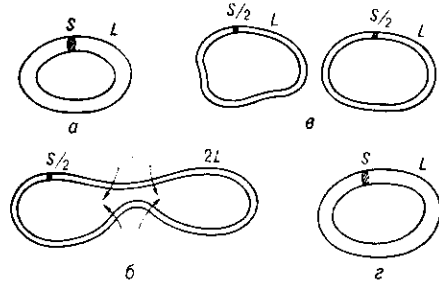


Рис. 1. Иллюстрация работы медленного динамо.

петля магн. поля (длина L , площадь сечения S) растягивается вдвое (рис. 1). Затем вдоль одного из диаметров происходят сближение двух противоположно направленных участков поля и разделение петли на две под действием магн. диффузии. После наложения двух получившихся петель путём сдвига получается удвоенная петля с диаметром, равным начальному, и магн. потоком через поперечное сечение петли, вдвое большем исходного (за счёт увеличения вдвое числа силовых линий). Затем процедура повторяется. Строгими примерами медленного динамо являются решения урич. Г. д. для винтового движения вдоль цилиндрич. поверхностей, для системы из неск. сфер, вращающихся вокруг своих осей, или тороидальных вихрей, погружённых в среду с конечной проводимостью.

Принципиально иной тип Г. д. представляет собой механизм роста поля со скоростью, не стремящейся к

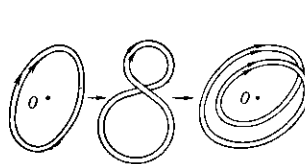


Рис. 2. Усиление магнитного поля путём перекручивания и удвоения петель (быстрое динамо).

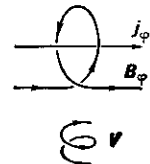


Рис. 3. Гидромагнитное динамо среднего магнитного поля при наличии средней спиральности поля скорости.

нулю (или отрицат. значению) при $Re_m \rightarrow \infty$ (быстрое динамо). Наглядная иллюстрация такой возможности предложена в 1971 Я. Б. Зельдовичем. Начальное тороидальное поле растягивается вдвое, складывается в восьмёрку, затем петли восьмёрки совмещаются (рис. 2). При каждом повторении этой операции происходит двукратное усиление магн. поля. В отличие от случая, показанного на рис. 1, время удвоения магн. потока здесь не зависит от магн. диффузии.

Быстрое динамо реализуется в турбулентной среде. Принято рассматривать поля скорости со случайными