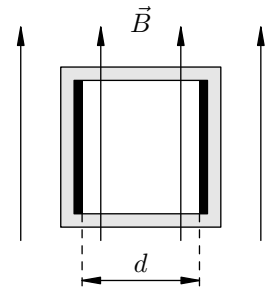


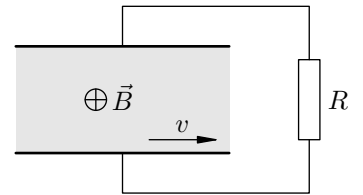
Магнитная гидродинамика

ЗАДАЧА 1. (МФТИ) Поток проводящей жидкости (расплавленный металл) течёт по керамической трубе. Для определения скорости течения жидкости трубу помещают в однородное магнитное поле, перпендикулярное оси трубы, в трубе закрепляют два электрода, образующих плоский конденсатор (см. рисунок), и измеряют разность потенциалов между электродами. Найдите скорость потока, если магнитная индукция поля $B = 0,01$ Тл, расстояние между электродами $d = 2$ см, измеренная разность потенциалов $U = 0,4$ мВ.



$$\frac{v}{\kappa} \zeta = \frac{\rho g}{\Omega} = a$$

ЗАДАЧА 2. (МФТИ, 1996) В простейшей схеме магнитного гидродинамического генератора плоский конденсатор с площадью пластин S и расстоянием d между ними помещён в поток проводящей жидкости с удельным сопротивлением ρ , движущейся с постоянной скоростью v параллельно пластинам (см. рисунок). Конденсатор находится в магнитном поле с индукцией B , направленной вдоль пластин и перпендикулярно скорости жидкости. Найти полезную мощность, которая выделяется в виде тепла на внешней нагрузке сопротивлением R .

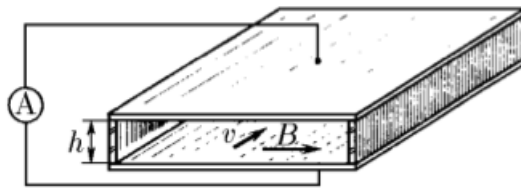


$$\mathcal{H} \left(\frac{S/\rho d + \mathcal{H}}{2} \right) = \mathcal{O}$$

ЗАДАЧА 3. (Савченко, 11.1.11) В одном из фантастических романов предлагался проект электростанции, использующей энергию морских течений и магнитное поле Земли. В океан погружены две горизонтальные металлические пластины площади $S = 1$ км², расположенные на расстоянии $L = 100$ м одна над другой. Морская вода, обладающая удельным сопротивлением $\rho = 0,25$ Ом·м, течёт с востока на запад со скоростью $v = 1$ м/с. Магнитное поле Земли в данном месте однородно, направлено с юга на север, а индукция этого поля $B = 10^{-4}$ Тл. В результате между пластинами появляется напряжение, а если их соединить проводами с внешней нагрузкой, то в ней выделяется мощность. Определите максимальную мощность, которую можно получить таким образом.

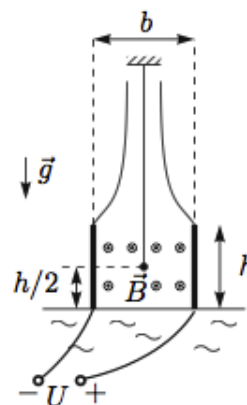
$$P_{\max} = \frac{v^2 B^2 S L}{4 \rho} = 1 \text{ Вт}$$

ЗАДАЧА 4. (Савченко, 11.1.12) В магнитогидродинамическом генераторе между плоскими параллельными электродами, расположенными на расстоянии $h = 10$ см друг от друга, движется раскалённый газ, проводимость которого пропорциональна плотности. Площадь каждого электрода $S = 1$ м². Магнитное поле генератора параллельно пластинам и перпендикулярно газовому потоку, индукция этого поля $B = 1$ Тл. При входе в генератор скорость газа $v = 2000$ м/с, проводимость $\lambda = 50$ См/м. Определите максимальный ток и максимальное напряжение генератора.



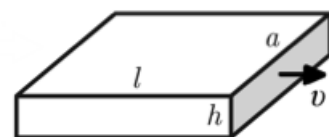
$$U = v B h = 200 \text{ В}, I = \lambda v B S = 10 \text{ кА}$$

ЗАДАЧА 5. (Всеросс., 2016, финал, 11) Магнитогидродинамический (МГД) насос представляет собой плоский конденсатор с размерами пластин $h \times a$ и расстоянием между ними b ($h \gg b$, $a \gg b$). С боковых торцов конденсатор ограничен непроводящими стенками. К пластинам конденсатора подключён идеальный источник с напряжением U (полярность указана на рисунке). Между пластинами конденсатора создано однородное магнитное поле с индукцией B , вектор которой горизонтален и параллелен проводящим пластинам. Нижними краями конденсатор касается поверхности слабопроводящей жидкости с плотностью ρ_0 и удельным сопротивлением λ . Сверху к конденсатору герметично присоединён непроводящий кожух. Посередине конденсатора на высоте $h/2$ на тонкой нити подвешен небольшой непроводящий шарик, имеющий объём V и плотность $\rho > \rho_0$. Определите зависимость силы $T(U)$ натяжения нити от напряжения на источнике. Постройте качественный график этой зависимости, указав на нём характерные точки. Сверху кожух и поверхность проводящей жидкости сообщаются с атмосферой.



$$T(U) = \begin{cases} \rho g \lambda b U, & \text{если } U \leq \rho g \lambda b / B, \\ \frac{\rho g \lambda b U^2}{2B} + \lambda b \rho g U, & \text{если } U > \rho g \lambda b / B. \end{cases}$$

ЗАДАЧА 6. (Всеросс., 2017, финал, 11) Модель морского магнитогидродинамического двигателя, установленного под днищем катера (см. рис.), представляет собой прямоугольный канал ($a = 1$ м, $l = 2$ м, $h = 10$ см). К хорошо проводящим плоскостям hl подключён идеальный источник постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В. Магнитное поле $B = 1$ Тл пронизывает канал перпендикулярно непроводящим плоскостям al . При движении катера с таким двигателем с постоянной скоростью u измерена скорость вытекающей относительно катера воды $v = 10$ м/с.



Удельное сопротивление морской воды $\rho = 1 \cdot 10^{-2}$ Ом · м, её плотность $\rho_v = 1000$ кг/м³. Найти скорость движения катера, силу тяги, полезную мощность и КПД двигателя.

$$n = \sqrt{2 \frac{\rho a d}{2Bl} (\mathcal{E} - v B a) - 8 \text{ м/с}; T = \rho a \lambda h v (v - n) = 2 \text{ кН}; P = T n = 16 \text{ кВт}; \eta = \frac{\rho a \lambda h v (\mathcal{E} - v B a)}{T \mathcal{E}} \approx 0,06$$