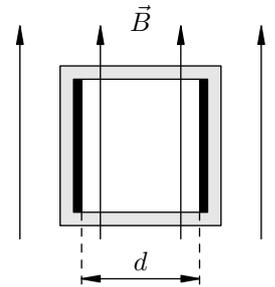


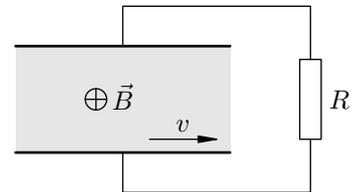
## Магнитная гидродинамика

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  $\rho$ , 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  $R$ .

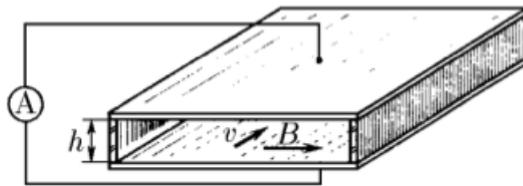


$$\mathcal{H} \left( \frac{S/\rho d + \mathcal{H}}{2} \right) = \mathcal{O}$$

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  $S = 1$  км<sup>2</sup>, 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.

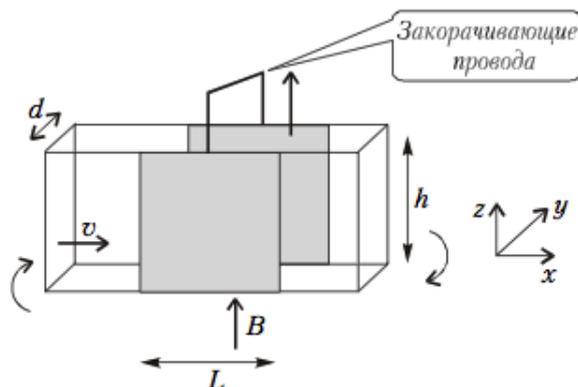
$$P_{\max} = \frac{v^2 B^2 S L}{4 \rho} = 1 \text{ Вт}$$

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  $S = 1$  м<sup>2</sup>. 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.



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

ЗАДАЧА 5. (IPhO, 2001) Горизонтальная прямоугольная пластиковая труба шириной  $d$  и высотой  $h$  (рис.), замкнутая на себя, заполнена ртутью, удельное электрическое сопротивление которой  $\rho$ . Избыточное давление  $p$  в трубе создается турбиной, которая прокачивает жидкость по трубе с постоянной скоростью  $v_0$ . Две противоположные вертикальные стенки участка трубы длиной  $L$  изготовлены из меди. Эти пластинки снаружи соединены проводником.



Движение реальной жидкости является сложным. Для упрощения описания этого движения предположим следующее:

- несмотря на то, что жидкость вязкая, её скорость постоянна по всему сечению;
- скорость жидкости всегда пропорциональна результирующей внешней силе, действующей на неё;
- жидкость является несжимаемой.

Вертикальное однородное магнитное поле с индукцией  $B$  действует только на участке между медными пластинами.

а) Найдите силу, действующую на жидкость со стороны магнитного поля (выразите эту силу через величины  $L, B, h, d, \rho$  и скорость движения жидкости  $v$  при наличии магнитного поля). (2 балла)

б) Получите выражение для скорости движения жидкости  $v$  (выразив её через величины  $v_0, p, L, B$  и  $\rho$ ). (3 балла)

в) Выведите выражение для дополнительной мощности турбины, которая должна быть приложена, чтобы обеспечить увеличение скорости до начального значения  $v_0$ . (2 балла)

д) Теперь магнитное поле выключено, а ртуть заменена водой, текущей по трубе с постоянной скоростью  $v_0$ . Монохроматическая электромагнитная волна частотой  $f$  распространяется вдоль трубы по направлению потока и проходит участок длиной  $L$ . Показатель преломления

