



Задача. В простейшей схеме магнитного гидродинамического генератора плоский конденсатор с площадью пластин S и расстоянием d между ними помещен в поток проводящей жидкости с удельным сопротивлением ρ , движущейся с постоянной скоростью V параллельно пластинам. Конденсатор

находится в однородном магнитном поле с индукцией, равной B и направленной перпендикулярно плоскости рисунка. Пренебрегая возможными потерями при протекании жидкости, определить КПД такого генератора. 10 баллов

Решение. Свободные заряды под действием силы Лоренца перемещаются к пластинам, заряжая их. Между пластинами образуется разность потенциалов, которая приводит к появлению тока в резисторе R . Одновременно возникшее электрическое поле начинает препятствовать движению свободных зарядов жидкости к пластинам. В результате через некоторое время устанавливается стационарное состояние: заряд, поступающий из жидкости на каждую пластину в единицу времени, равен силе тока, протекающего через резистор. В цепи начинает течь постоянный ток. А так как отсутствие тока внутри конденсатора происходит при условии $E = vB$, то ЭДС такого генератора равна $\mathcal{E} = Ed = vBd$ (это разность потенциалов между пластинами незамкнутого конденсатора, это ваше выражение оно правильное. В этом выражении E электрическое поле внутри незамкнутого на сопротивление конденсатора). Тогда сила тока в цепи равна $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{vBd}{R+\rho d/S}$. Выделяемая

$$\text{мощность равна } P_R = I^2 R = \frac{(vBd)^2 R}{(R + \rho d/S)^2} = \frac{(vBd)^2}{R(1 + \rho d/(SR))}.$$

Для расчета КПД генератора необходимо найти мощность внешних сил, приводящих в действие генератор. Работа внешних сил затрачивается на перемещение жидкости между пластинами конденсатора. Поскольку через жидкость течет ток I , на носители тока действует сила Ампера $F_A = BId$, направленная против движения жидкости. Для равномерного протекания жидкости на нее должна действовать внешняя сила, равная силе Ампера и направленная вдоль скорости течения. Мощность этой силы равна $P = F_A v = BIdv = \frac{(vBd)^2}{R(1 + \rho d/(SR))}$. КПД генератора

равен $\eta = \frac{P_R}{P} = \frac{1}{1 + \rho d/(SR)}$. КПД генератора определяется отношением омических сопротивлений жидкости и резистора. При стремлении этого отношения к нулю КПД стремится к 1