

Решить задачу (Максимум 10 баллов)

В связи с быстрым развитием мощной полупроводниковой техники становится актуальной передача энергии на постоянном токе. Это одно из перспективных направлений современной энергетики – переход от передачи энергии на переменном токе к передаче на постоянном токе. Это позволит существенно снизить потери мощности при передаче.

Разрабатывается проект строительства линии постоянного тока (ЛПТ) длиной 300 км. Максимальная мощность, которая будет передаваться по линии, равна 500 МВт.

ЛПТ представляет собой два изолированных провода с суммарным сопротивлением $R_{\text{Л}}$, к началу линии подключено напряжение $\pm U$, а к концу – нагрузка с сопротивлением $R_{\text{Н}}$. В генераторе, проводах линии и нагрузке ток имеет одну и ту же величину (утечки не учитываем).

Удельное сопротивление сталеалюминиевого провода постоянному току равно $\rho = 30 \text{ Ом мм}^2/\text{км}$. Сечение провода примите 700 мм^2 .

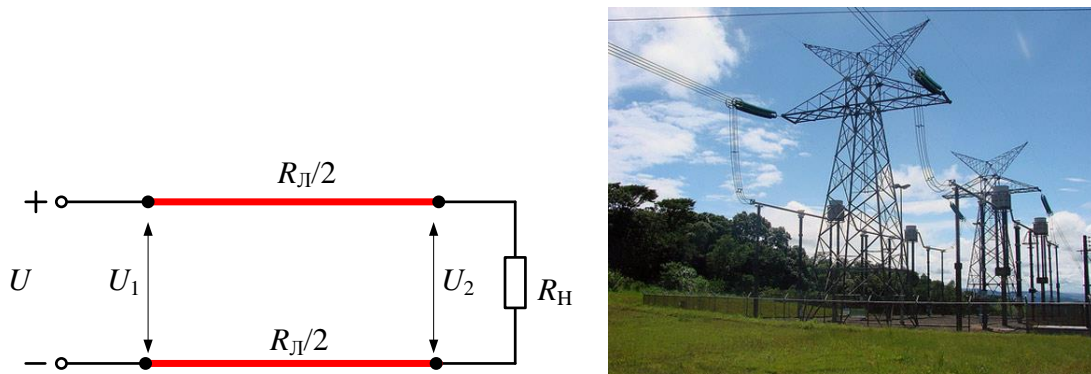


Рис. 1. Линия постоянного тока: электрическая схема и внешний вид

Задание. Рассчитайте, каким должно быть напряжение $\pm U_1$, чтобы при передаче энергии терялось не более 10 % мощности, а напряжение U_2 снижалось не более чем на 5 % относительно U_1 .

Указание. Вспомните закон Джоуля-Ленца и закон Ома для участка цепи (рис. 2).

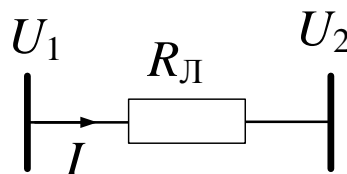


Рис. 2. Схема замещения линии постоянного тока

Решение

<p>Действие № 1</p> <p>Рассчитаем допустимые потери в линии</p> $\Delta P = 0.1 \cdot P_{\max} = 0.1 \cdot 500 = 50 \text{ МВт.}$	<p>2 балла</p>
<p>Действие № 2</p> <p>Рассчитаем сопротивление линии</p> $R_{\text{Л}} = 2 \frac{\rho l}{S} = 2 \frac{30 \cdot 300}{700} = 25.7 \text{ Ом.}$	<p>3 балла</p>
<p>Рассчитаем ток в линии из закона Джоуля-Ленца</p> $I = \sqrt{\frac{\Delta P}{R}} = 1394 \text{ А.}$	<p>4 балла</p>
<p>Действие № 3</p> <p>Определим падение напряжения</p> $\Delta U = U_1 - U_2 = 0.05 U_1.$	<p>6 балл</p>
<p>Действие № 4</p> <p>Так как $\Delta U = IR$, то искомое напряжение</p> $U_1 = IR/0.05 = 1394 \cdot 25.7/0.05 = 717137 \text{ В} = 717 \text{ кВ,}$	<p>8 баллов</p>
<p>Действие № 5</p> <p>Напряжение на полюсах $\pm U_1 = 717/2 = 358.6 \text{ кВ.}$</p>	<p>10 баллов</p>