

Условие

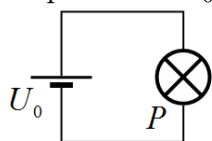
Задача 9.2. Почему линии электропередач высоковольтные?

Часть 1. Элементарное введение.

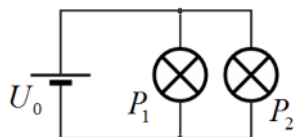
Мощность любого электроприбора зависит от подаваемого напряжения. Поэтому каждый такой прибор рассчитывается на определенное напряжение U_0 , при котором работа прибора является оптимальной. Такое напряжение называется **номинальным**, а развиваемая при этом напряжении мощность называется **номинальной мощностью**. Именно эти характеристики указываются в паспорте прибора.

В данной задаче используются следующие приближения: - напряжение источника постоянно и не зависит от сопротивления подключенной к нему цепи; - сопротивления проводов и электрических приборов (нагрузки) постоянны и не зависят от силы протекающих токов;

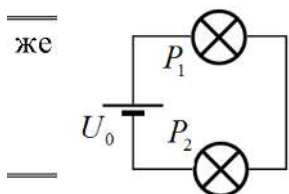
1.1 Номинальная мощность электрической лампочки равна $P = 100$ Вт, при номинальном напряжении $U_0 = 220$ В. Чему равно электрическое сопротивление этой лампочки?



1.2 Две лампочки с номинальными мощностями (при номинальном напряжении $U_0 = 220$ В) $P_1 = 100$ Вт и $P_2 = 60$ Вт соединены параллельно и подключены к источнику напряжения $U_0 = 220$ В. Чему равна суммарная мощность такой цепи?

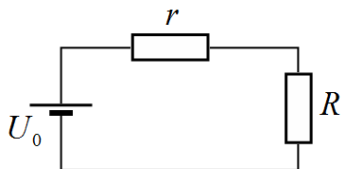


1.3 Эти же лампочки соединили последовательно и подключили к тому же источнику. Чему равна суммарная мощность в этой цепи?



Часть 2. Линия электропередачи.

При передаче электроэнергии заметная ее часть теряется в проводах. Рассмотрим простейшую схему линии передач, состоящую из источника постоянного напряжения U_0 , проводной линии передачи (ее общее сопротивление равно r) и полезной нагрузки сопротивлением R .

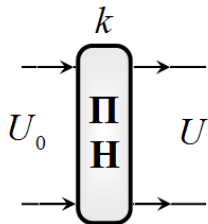


2.1 Найдите электрическое напряжение на полезной нагрузке. 2.2 Рассчитайте коэффициент потерь линии электропередачи (отношение мощности, которая теряется в проводах к мощности, развиваемой источником). 2.3 Пусть электроэнергия передается от источника напряжения $U_0 = 220$ В на расстояние 5,0 км по медным проводам с диаметром поперечного

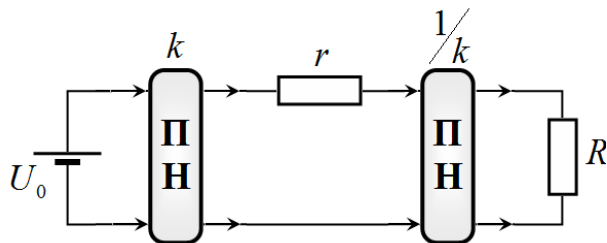
сечения $d = 1,0$ мм. Номинальная мощность нагрузки потребителя $P_{\text{ном}} = 1,0$ кВт. Рассчитайте реальную мощность, получаемую потребителем, и коэффициент потерь в этой цепи. Удельное электрическое сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м

Часть 3. Линия с преобразованием напряжения.

Для уменьшения потерь электроэнергии увеличивают напряжение в подводящих проводах. В настоящее время вся электроэнергетика построена на основе переменного тока, основное достоинство которого и заключается в возможности достаточно просто преобразовывать напряжение с помощью трансформаторов. Изучение трансформаторов не входит в наши планы, поэтому мы воспользуемся простой моделью. Будем считать, что в нашем распоряжении имеется ПН (преобразователь напряжения) – устройство, преобразующее напряжение U_0 на входе в напряжение $U = kU_0$ на выходе без потери мощности тока. Коэффициент k называется коэффициентом трансформации.



Тогда схема линии электропередач включает следующие элементы: Электрический ток, создаваемый источником напряжения U_0 (по-прежнему, считаем его идеальным, т.е. напряжение на источнике не зависит от сопротивления внешней среды) подается на повышающий преобразователь напряжения с коэффициентом трансформации k ; это повышенное напряжение подается на линию передачи (сопротивление которой равно r);



после линии передачи устанавливается понижающий преобразователь напряжения с коэффициентом трансформации $\frac{1}{k}$ (подавать высокое напряжение непосредственно потребителю нельзя по причинам безопасности); после этого ток при пониженном напряжении поступает потребителю (сопротивление нагрузки которого обозначаем R).

3.1 Найдите напряжение на нагрузке и силу тока через него в такой схеме линии электропередачи. 3.2 Какую замену в параметрах цепи можно провести, чтобы воспользоваться формулами, полученными в Части 2? 3.3 Рассчитайте коэффициент потерь в этой линии электропередачи. 3.4 Рассчитайте значение коэффициента потерь в цепи с преобразованием напряжения (при $k = 1000$) и значениями сопротивлений линии и нагрузки, рассчитанными в п. 2.3.