

УДК 631.171.62

https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/26

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА ТОКОВ ПРИ ПОВЫШЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

©*Андаева З. Т.*, ORCID: 0000-0003-1497-8141, SPIN-код: 2326-4686, канд. техн. наук,  
Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызстан, zandaeva77@mail.ru  
©*Караев А. У.*, Ошский технологический университет,  
г. Ош, Кыргызстан, karaev62@inbox.ru

## RESEARCH OF CURRENT RESONANCE TO INCREASE POWER FACTOR

©*Andaeva Z.*, ORCID: 0000-0003-1497-8141, SPIN-code: 2326-4686, Ph.D.,  
Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan, zandaeva77@mail.ru  
©*Karaev A.*, Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan, karaev62@inbox.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы исследования повышения коэффициента мощности путем влияния резонанса токов при параллельном соединении элементов электрической цепи, создающие реактивные проводимости токов. Также рассматриваются вопросы потери мощности источника и линии передач энергии.

*Abstract.* The article discusses the study of increasing the power factor by influencing the resonance of currents in the parallel connection of elements of the electrical chain creating jet conduction currents. The article also discusses the loss of power of the source and the power line.

*Ключевые слова:* потери, коэффициент мощности, проводимости токов, энергия.

*Keywords:* loss, power factor, current conduction, energy.

*Актуальность темы.* Исследование потерь в источниках энергии и в линии электропередач являются одним из важных составляющих в уменьшении потери в электрических сетях. Во все времена существования электроэнергетических систем большое значение играет роль снижения потери мощности в системе и сети. Поэтому данная тема не является исключением снижения потери и повышения мощности путем применения элементов электрической цепи, созданные при параллельном соединении резонанса токов [1–6].

При исследовании воспользуемся эквивалентной схемой замещения, а не компенсирующими устройствами реактивных мощностей.

Рассмотрим параллельное соединение элементов электрической цепи, которые обладают индуктивными и емкостными значениями. Параллельные участки соединения имеют индуктивные катушки, сопротивление  $r$  и емкости, конденсатор  $C$ . Имеется схема замещения, которая имеет две ветви с реактивными элементами  $b_1$  и  $b_c$  и одну ветвь с активной проводимостью  $g$  (Рисунок 1).

Следовательно, для параллельного соединения элементов по закону Ома общий ток в цепи будет равен:

$$I = U\sqrt{I_r^2 + (I_c - I_l)^2} \text{ или } I = U\sqrt{g^2 + (b_c - b_l)^2}.$$

При равновесии индуктивной и емкостной проводимости возникает резонанс токов или  $b_c=b_l$ . Общий ток при этом равен:  $I=Ug$  и  $\cos\phi=1$ . Емкостной и индуктивный токи противоположны по фазе и равны по величине, но по отношению к источнику энергии они взаимно компенсируются, что является резонансным явлением токов.

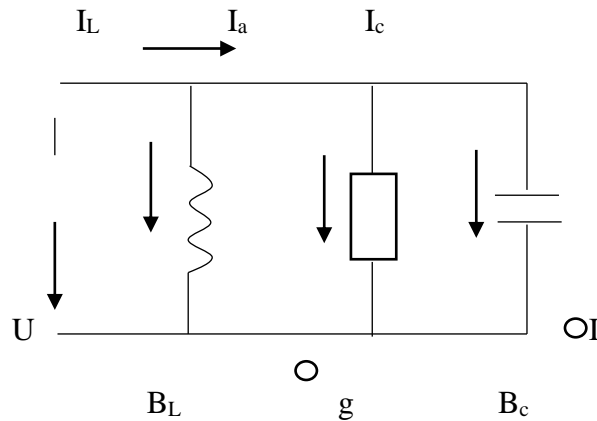


Рисунок 1. Схема замещения параллельных участков цепи

Когда ток индуктивности возрастает, уменьшается ток конденсатора и соответственно, возбуждается магнитное поле и начинается разряд конденсатора и наоборот. Энергия электрического поля конденсатора переходит в энергию магнитного поля индуктивной катушки и через некоторый период это энергия — энергия магнитного поля возвращается назад в электрическое поле и при этом получаемый реактивный ток замыкается в кольцо, а провода, соединяющие колебательный контур с источником переменного тока и сам источник освобождается от реактивного тока.

Несмотря на увеличение реактивных проводимостей  $b_c$ ,  $b_l$  в цепи, настроенной на резонанс токов  $b_c=b_l$  на несколько раз, значение источника энергии остается неизменным  $I=Ug$ . Выводом данного процесса является, что можно неограниченно увеличивать токи в индуктивной и емкостной ветвях, не вызывая при этом изменения тока источника энергии. Но приемники реактивного тока — конденсаторы и индуктивные катушки в любом случае обладают некоторой активной проводимостью, особенно это заметно в индуктивной катушке. Поэтому параллельное включение дополнительных конденсаторов и катушек для увеличения реактивных проводимостей повышает также активную проводимость  $g$ , следовательно, повышается и общий ток  $I$ , поддерживаемый источником энергии.

Кроме реактивных проводимостей, приводящиеся в цепи резонанса токов также может возникнуть при изменении частоты источника энергии или при изменении  $L$  и  $C$ . Здесь активная составляющая  $I_a$ , не зависит от частоты. Индуктивная составляющая тока обратно пропорциональна частоте, поэтому с ростом частоты убывает ток в катушке, а емкостной ток  $I_c=U\omega C$  наоборот увеличивается линейно, пропорционально к частоте. Если построить характеристики зависимости  $I_L$  и  $I_c$  от частоты, то пересечения этих характеристик приближенно определяют наступление резонанса токов (Рисунок 2).

Таким образом, изменяя частоту источника энергии, мы можем получить состояние резонанса токов.

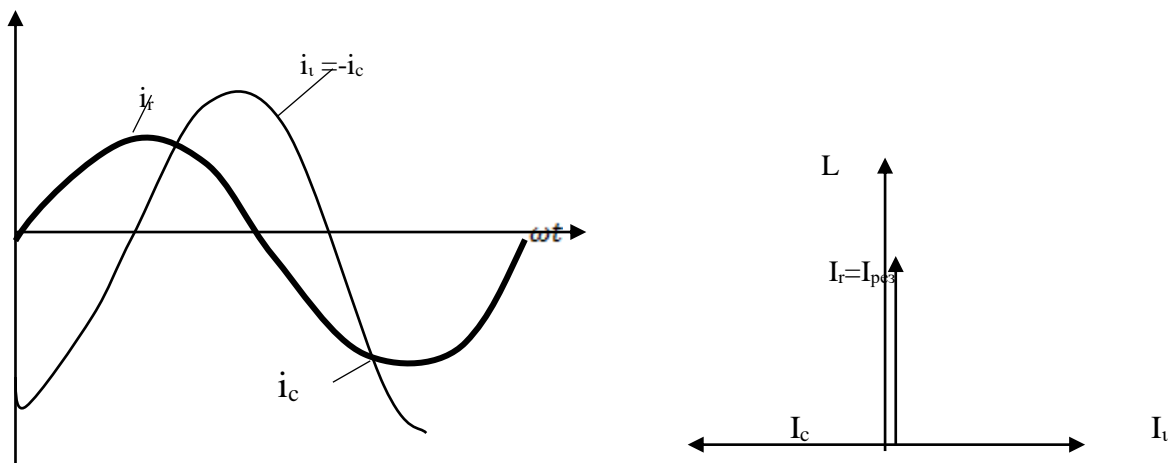


Рисунок 2. Компенсирование емкостного и индуктивного токов друг друга при резонанса токов

Состояние или режим близкий к резонансу токов можно использовать для повышения коэффициента мощности. Как нам известно, что коэффициент мощности понижает намагничивающие токи двигателей. В двигателях для создания вращающего момента используется взаимодействие переменного магнитного поля и с токами обмоток. Для возбуждения этого поля необходим переменный намагничивающий ток — ток реактивный индуктивный. Низкое значение коэффициента мощности  $\cos\phi$  обуславливается во-первых, неполное использование мощности генераторов, линий передач и трансформаторов, во-вторых, бесполезные дополнительные потери при передаче электроэнергии. Рассмотрим потери в проводах линии  $r_{л}$  при передаче энергии  $P_{пер} = I^2 r_{л}$ , так как  $I = \sqrt{I_a^2 + I_p^2}$ , следовательно,  $P_{пер} = I_a^2 r_{л} + I_p^2 r_{л}$  т.е. потери образуются из потерь при передаче активной составляющей тока  $I_a$  и бесполезных потерь при передаче реактивной составляющей тока  $I_p$ .

При непосредственном включении параллельно двигателям батарей конденсаторов, передающие устройства и генераторы разгружаются от индуктивного тока, поэтому если осуществлен режим резонанса токов, то весь реактивный ток замыкается в кольце, образуемом конденсатором и индуктивными катушками (обмотками). При этом исчезают дополнительные потери, т.е. бесполезные потери реактивных составляющих  $I_p^2 r_{л}$ . Тогда значение  $P_{пер} = I_a^2 r_{л}$ , а передающие устройства и генератор можно соответственно дополнительно загрузить активным током и передавать дополнительную активную мощность.

Таким образом, для полной разгрузки генератора нужна реактивная мощность емкости  $Q_C = U^2 \omega C$ , равная индуктивной мощности  $Q_L = U I_n \sin\phi$ , где  $I_n$  — общий ток нагрузочного устройства.

Если необходимо создать большие реактивные составляющие нужно подключить мощные индуктивные катушки и большие батареи конденсаторов. На производстве такими устройствами являются компенсирующие устройства реактивных мощностей. Данное применение создания реактивных составляющих нами не рассматривался.

Таким образом, из исследования видно, что состояние или режим резонанса токов вполне может разгрузить загруженные источники тока и передающих устройств, и тем самым, влияет на исчезновение дополнительных потерь — это в свою очередь приводит к тому, что можно будет передавать дополнительную активную мощность в линии электропередач.

*Список литературы:*

1. Акимцев Ю. И., Веялис Б. С. Электроснабжение сельского хозяйства. М.: Колос, 1984. С. 53-55.
2. Герасименко А. А., Федин В. Т. Представление электрических нагрузок в расчетах режимов электрических сетей // Передача и распределение электрической энергии. Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. С. 158-166.
3. Идельчик К. А. Схема замещения электрических нагрузок // Электрические системы и сети. М.: Энергия, 1983. С. 33-42.
4. Лыкин А. В. Электрические сети и системы. М.: Логос, 2006.
5. Лоторейчук Е. А. Теоретические основы электротехники. М.: Форум, 2010.
6. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленной предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1985.

*References:*

1. Akimtsev, Yu. I., & Veyalis, B. S. (1984). Elektrosnabzhenie sel'skogo khozyaistva. Moscow, 53-55. (in Russian).
2. Gerasimenko, A. A., & Fedin, V. T. (2006). Predstavlenie elektricheskikh nagruzok v raschetakh rezhimov elektricheskikh setei. *Peredacha i raspredelenie elektricheskoi energii, Rostov-on-Don, 158-166.* (in Russian).
3. Idelchik, K. A. (1983). Skhema zameshcheniya elektricheskikh nagruzok. *Elektricheskie sistemy i seti, Moscow, 33-42.* (in Russian).
4. Lykin, A. V. (2006). Elektricheskie seti i sistemy. Moscow. (in Russian).
5. Lotoreichuk, E. A. (2010). Teoreticheskie osnovy elektrotekhniki. Moscow. (in Russian).
6. Fedorov, A. A. (1985). Osnovy elektrosnabzheniya promyshlennoi predpriyatii. Moscow. (in Russian).

*Работа поступила  
в редакцию 07.04.2021 г.*

*Принята к публикации  
10.04.2021 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Андаева З. Т., Караев А. У. Исследование резонанса токов при повышении коэффициента мощности // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №5. С. 282-285. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/26>

*Cite as (APA):*

Andaeva, Z., & Karaev, A. (2021). Research of Current Resonance to Increase Power Factor. *Bulletin of Science and Practice*, 7(5), 282-285. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/26>