

Исследование Турбогенераторов На Таксиоташской Тепловой Электростанции

Ш. Бегмуратова, З. А. Мауленова

Студенты, Нукусский горный институт при Новом государственном горно-технологическом университете, Узбекистан, Нукус

Аннотация: В статье анализируются потери мощности в турбогенераторе на Тахиаташской тепловой электростанции.

Преобразование механической энергии в электрическую в генераторе и электрической энергии в механическую в двигателе сопровождается некоторыми потерями энергии, которые выделяются в виде тепла, нагревая электрическую машину.

Как известно, при работе электрической машины (турбогенераторов) возникают потери мощности: электрические, магнитные, механические и добавочные.

Электрические потери $\Delta P_{эл}$ появляются в результате того, что каждая обмотка (в машине постоянного тока обмотки якоря, возбуждения, добавочных полюсов и компенсационная) обладает определенным сопротивлением, препятствующим прохождению по ней электрического тока. Они пропорциональны сопротивлению данной обмотки и квадрату протекающего по ней тока, т. е. сильно возрастают с увеличением нагрузки машины. Электрические потери вызывают нагрев проводов обмоток. К электрическим потерям относятся также потери, возникающие при протекании тока через щетки и через переходное сопротивление между щетками и коллектором; они вызывают нагрев коллектора и щеток.

Магнитные потери ΔP_M (потери в стали) возникают в сердечниках якоря и полюсов (главным образом, в полюсных наконечниках) в результате перемагничивания стали этих сердечников и образования в них вихревых токов. Перемагничивание стали сердечника якоря происходит потому, что при вращении якоря каждая его точка попеременно проходит то под северным, то под южным полюсом. Перемагничивание стали полюсных наконечников вызывается в результате изменения магнитной индукции в воздушном зазоре машины в пределах $\pm \Delta B$ при вращении зубчатого якоря. При этом в прилегающих к зазору ферромагнитных элементах магнитной системы (полюсных наконечниках и зубцах якоря) индуцируются вихревые токи, изменяющиеся с высокой частотой (1000 Гц и более) и сосредоточенные, главным образом, на их поверхности. Поэтому потери мощности, созданные этими токами, называют *поверхностными*.

В машинах, имеющих зубцы на статоре и роторе (машины постоянного тока с компенсационной обмоткой, асинхронные и синхронные), при вращении ротора создаются заметные пульсации индукции в зубцах, что также приводит к образованию вихревых токов и соответствующим потерям мощности. Эти потери называют *пульсационными*. Магнитные потери возникают также и в стальных бандажах, укрепляющих обмотку якоря, которые при вращении якоря пересекают силовые линии магнитного поля машины. Магнитные потери вызывают нагрев сердечника якоря и полюсов, они почти не зависят от нагрузки машины, но резко возрастают с увеличением частоты перемагничивания, т. е. частоты вращения якоря.

Механические потери $\Delta P_{мх}$ возникают в результате трения: в подшипниках, щеток по коллектору, деталей машины о воздух в процессе вентиляции. Эти потери вызывают нагрев подшипников, коллектора и щеток, с увеличением нагрузки они возрастают незначительно. При

повышении частоты вращения якоря электрической машины механические потери резко возрастают.

Добавочные потери $\Delta P_{\text{доб}}$ обуславливаются различными вторичными явлениями, имеющими место при работе электрических машин под нагрузкой: возникновением вихревых токов в проводниках обмотки якоря, неравномерным распределением тока по сечению проводников и индукции в воздушном зазоре машины, воздействием коммутационных токов (в машинах постоянного тока) и переменных потоков рассеяния (в машинах переменного тока), которые индуцируют вихревые токи в крепежных деталях, и др.

При работе турбогенератора под нагрузкой ее проводники, лежащие в пазах ротора и статора, пронизываются продольным и поперечным пазовыми потоками (рис.1) Вихревые токи не только увеличивают электрические потери в проводниках обмоток, но и приводят к неравномерному распределению тока по сечению проводников, вызывая вытеснение тока в более удаленные от дна паза слои.

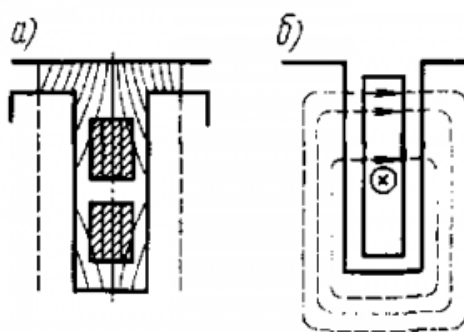


Рис.1. Схема возникновения продольных (а) и поперечных (б) потоков

На рис.2 приведена экспериментальная снятая зависимость $\eta = f(P/P_n)$.

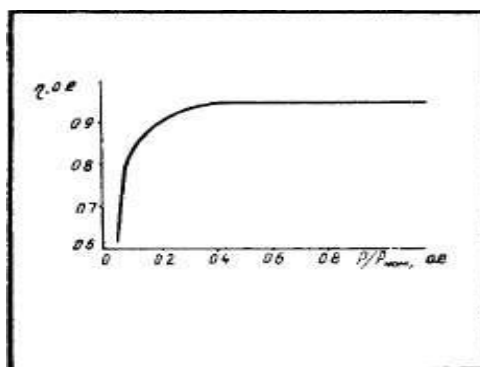


Рис.2. Зависимость $\eta = f(P/P_n)$ с учетом потерь мощности

Неравномерное распределение тока по поперечному сечению проводника создает добавочные потери мощности, так как при этом как бы уменьшается площадь поперечного сечения и увеличивается электрическое сопротивление проводников.

Таким образом, для уменьшения добавочных потерь, связанных с этим явлением, в турбогенераторах стремятся уменьшить высоту проводников обмотки якоря. Для этого проводники разделяют по высоте паза на две-три параллельно соединенные части или располагают их в пазах плашмя.

Литература

1. Siddikov, I., Sattarov, K., Abubakirov, A. B., Anarbaev, M., Khonturaev, I., & Maxsudov, M. (2019, September). Research of transforming circuits of electromagnets sensor with distributed parameters. In 10 th International Symposium on intelegent Manufacturing and Service Systems (pp. 9-11).
2. Siddikov, I. K., Anarbaev, M. A., Abdumalikov, A. A., Abubakirov, A. B., Maxsudov, M. T., & Xonturaev, I. M. (2019, November). Modelling of transducers of nonsymmetrical signals of electrical nets. In 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) (pp. 1-6). IEEE.
3. Abubakirov, A. B. (2018). Research of the electromagnetic transducers for control of current of three phases nets. *European science review*, (5-6), 267-271.
4. Абубакиров, А. Б., Гаипов, И. К., Ешмуратов, Н. К., & Лежнина, Ю. А. (2022). Графовая модель учета асимметричных значений и параметров электрических сетей.
5. Abubakirov, A. B., Yo'ldashev, A. A., Baymurov, I. Q., Sharipov, M. T., & Utemisov, A. D. (2020). Study of conversion circuits and design of the electromagnetic primary current and voltage transducer of monitoring and control systems. *EPRA International Journal of Research and Development*, 5, 214-218.
6. Ilkhomjon, S., Azizjan, A., Azimjon, Y., Gulziba, B., Xonturaev, I. M., & Mirzoev, N. N. (2018). Methodology of calculation of techno-economic indices of application of sources of reactive power. *European science review*, (1-2), 248-251.
7. Siddikov, I. X., Abubakirov, A. B., Allanazarova, A. J., Tanatarov, R. M., & Kuatova, S. B. (2020). Modeling the secondary strengthening process and the sensor of multiphase primary currents of reactive power of renewable electro energy supply. *Solid State Technology*, 63(6), 13143-13148.
8. Abubakirov, A. B., Tanatarov, R. J., Kurbaniyazov, T. U., & Kuatova, S. B. (2021). Application of automatic control and electricity measurement system in traction power supply system. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(3), 180-186.
9. Djalilov, A., Matchonov, O., Abubakirov, A., Abdunabiev, J., & Saidov, A. (2021, October). System for measuring and analysis of vibration in electric motors of irrigation facilities. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 868, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
10. Bazarbayevich, A. A., Urunbayevich, K. T., & Pirnazarovich, N. M. (2022). Reactive power and voltage parameters control in network system. *INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2022*, 2(13), 16-20.
11. Abubakirov, A. B., Najmatdinov, Q. M., Kurbaniyazov, T. U., & Kuatova, S. B. (2021). Sensor characteristics monitoring and control of single and three-phase currents in electric networks. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(3), 2282-2287.
12. Курбаниязов, Т. У. (2023). Модель многофазного датчика преобразования первичного тока во вторичное напряжение в системах электроснабжения. *Scientific aspects and trends in the field of scientific research*, 1(9), 139-142.
13. Lezhnina, Y., Abubakirov, A., Gaipov, I., & Eshmuratov, N. (2023). Monitoring of asymmetric values and parameters of electric networks. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 371, p. 03068). EDP Sciences.
14. Siddikov, L., Abubakirov, A., Seytimbetov, R., Kuatova, S., & Lezhnina, Y. (2021). Analysis of current conversion primary sensors dynamic characteristics of a reactive power source with renewable energy sources into secondary voltage. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 281, p. 09028). EDP Sciences.

15. Siddikov, I. K., Abubakirov, A. B., Najimatdinov, Q. M., Bekimbetov, M. N., & Lezhnina, Y. A. (2023, July). Monitoring and control of single-phase and three-phase electric current of renewable power sources. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2526, No. 1). AIP Publishing.
16. Абдумаликов, А., Абубакиров, А., Курбаниязов, Т., & Бекимбетов, М. (2023). Электр энергия таъминотида носимметрик уч фазали бирламчи тоқларни кучланиш кўринишидаги иккиламчи сигналга ўзгартиришда IoT технологияларини қўллаш хусусиятлари. Информатика и инженерные технологии, 1(2), 79-84.
17. Abubakirov A. B. et al. Intellectual Grid Modulation and monitoring //Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT). – 2021. – Т. 12. – №. 2. – С. 1054-1058.
18. Siddikov, I. K., Abubakirov, A. B., Najimatdinov, Q. M., Bekimbetov, M. N., & Lezhnina, Y. A. (2023, July). Monitoring and control of single-phase and three-phase electric current of renewable power sources. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2526, No. 1). AIP Publishing.
19. Siddikov, I. K., Najmatdinov, K., Abubakirov, A., Sarsenbaev, D., Sattarov, K., Khujamatov, K., & Maksudov, M. (2018). Modeling of transforming circuits of electromagnetic transducers. Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe, (4-1), 25-28.
20. Abubakirov A. et al. Errors of sensors for conversion of multi-phase currents into voltage in power supply systems //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 383. – С. 01025.