

Моделирование процесса самозапуска электродвигателей собственных нужд атомной станции для его ускорения и минимизации различных возмущений

В. В. Рожков^{1}, К. К. Крутиков¹, В. В. Федотов¹, С. Г. Бутримов²*

¹ Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет "МЭИ"» в г. Смоленске, Смоленск, Россия

*² Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция», Десногорск, Россия
* umo@sbmpei.ru*

Аннотация. В статье с помощью средств имитационного компьютерного моделирования предложено решение задачи ускорения процессов самозапуска асинхронных электродвигателей насосного оборудования для уменьшения негативного влияния на схему электропитания собственных нужд атомной станции. Рассмотрены особенности протекания переходных процессов выбега и взаимодействия электродвигателей различной мощности в возникающем после их отключения автономном контуре. Показано, что наиболее тяжелый режим такого перехода возникает в результате работы автоматического включения резерва и отключения рабочих источников питания технологическими защитами или действиями оперативного персонала при эксплуатационном уровне рабочего напряжения и номинальной или близкой к ней нагрузке секций. Произведен анализ возникающих режимов при помощи авторских моделей. Продемонстрированы особенности процессов выбега и последующего самозапуска в различные моменты времени и значений рассогласований напряжений сети и возникающего автономного контура. Модели позволяют получить достоверное математическое описание электромагнитных и механических процессов двигателей в сложной электромеханической системе, осуществить измерение мгновенных разностей напряжений сети и контура выбега, прогнозировать оптимальный момент времени включения резервного источника питания. Результатами проведенных на моделях исследований является выработка рекомендаций по технологии контроля над рассогласованиями напряжения и контура по одноименным фазам, оценке их среднеквадратичного отклонения и эффективному поиску момента повторного включения резервного источника для совершенствования технологических режимов атомных станций.

Ключевые слова: моделирование, электродвигатели питательных и циркуляционных насосов, нагрузка секций собственных нужд, автоматическое включение резерва, выбег, самозапуск, параллельные вычисления, прогнозирование

Для цитирования: *Рожков В. В., Крутиков К. К., Федотов В. В., Бутримов С. Г.* Моделирование процесса самозапуска электродвигателей собственных нужд атомной станции для его ускорения и минимизации различных возмущений // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 2. С. 45–64. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-2-45-64

Modeling the process of self-starting of electric motors for auxiliary needs of a nuclear power plant to accelerate it and minimize various disturbances

V. Rozhkov^{1*}, K. Krutikov¹, V. Fedotov¹, S. Butrimov²

¹ Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

² Branch of the Rosenergoatom Concern Joint-Stock Company Smolensk Nuclear Power Plant, Desnogorsk, Russia

* umo@sbmpei.ru

Abstract. The article proposes a solution to the problem of accelerating the processes of self-starting of asynchronous electric motors of pumping equipment with the help of simulation computer modeling tools to reduce the negative impact on the power supply circuit of the auxiliary needs of a nuclear power plant. The features of the run-down transient processes and the interaction of machines of various capacities in the autonomous circuit that occurs after they are turned off, the subsequent transition to a backup power source, and the emerging effects during self-start are considered. It is shown that the most severe mode of such a transition occurs as a result of the operation of automatic switching on of the reserve and disconnection of working power sources by technological protections or actions of operational personnel at the operational level of operating voltage and nominal or close to it load sections. The analysis of emerging modes is carried out using models developed in the MatLab computer mathematics system with a built-in electrical application. The features of the processes of run-down and subsequent self-starting at various favorable and unfavorable moments of time and the magnitude of the mismatch between the voltages of the network and the resulting autonomous circuit are demonstrated. The models make it possible to obtain a reliable mathematical description of the electromagnetic and mechanical processes of motors in a complex electromechanical system of several motors, to measure the instantaneous voltage differences between the network and the run-down circuit, and to predict the optimal time to turn on the backup power source. The results of the studies carried out on the models are the development of recommendations on the technology for monitoring voltage and circuit mismatches for the same phases, the assessment of the root-mean-square deviation of these mismatches and the effective search for the moment of re-enabling the backup source to improve the technological modes of nuclear power plants.

Keywords: modeling, electric motors of feed and circulation pumps, loading of auxiliary sections, automatic switching on of the reserve, coasting, self-starting, parallel computing, forecasting

For citation: Rozhkov V., Krutikov K., Fedotov V., Butrimov S. Modeling the process of self-starting of electric motors for auxiliary needs of a nuclear power plant to accelerate it and minimize various disturbances. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2022, vol.17, no.2, pp.45-64 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-2-45-64

Введение

Собственные нужды (СН) атомных станций обеспечивают электропитанием различных внутростанционных по-

требителей, технологические процессы которых очень разнообразны. В качестве основных потребителей СН можно выделить наиболее существенные для технологии охлаждения ядерного реактора главные цирку-