

Научная статья
УДК 004.94

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТУРБОПИТАТЕЛЬНОГО НАСОСА АЭС ПУТЕМ УЛУЧШЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Игорь Алексеевич Рытиков¹, Александр Игоревич Бакин,
Дмитрий Алексеевич Агеев, Мария Николаевна Мечтаева**

Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина,
Иваново, Россия

¹rytikov.igor2016@yandex.ru

Аннотация. В работе представлен начальный этап проекта, направленного на повышение эффективности действующего оборудования АЭС путём точного определения проблемных зон и устранения их недостатков. Повышение эффективности осуществляется на основе вывода рекомендаций нейросетевой модели, работающей в реальном времени.

Ключевые слова: нейросетевое моделирование, энергосбережение, энергоэффективность, оптимизация, атомные станции

Благодарности: работа подготовлена в рамках выполнения НИОКР по договору № 9/326176-Д от 29.10.2021 с АО «Концерн Россэнергоатом».

Для цитирования: Анализ данных эксплуатационных схем АЭС и сравнение их с нейросетевой моделью/И. А. Рытиков, А. И. Бакин, Д. А. Агеев, М. Н. Мечтаева // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика. Даниловские чтения — 2021 = Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021 : сборник научных трудов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023. С. 538–543.

Original article

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE NPP TURBINE FEED PUMP BY IMPROVING HYDRAULIC CHARACTERISTICS

Igor A. Rytikov¹, Alexandr I. Bakin, Dmitry A. Ageev, Maria N. Mechtaeva

Ivanovo State Power Engineering University named after V. I. Lenin, Ivanovo, Russia

¹rytikov.igor2016@yandex.ru

Abstract. The paper presents the initial stage of the project aimed at improving the efficiency of existing NPP equipment by accurately identifying problem areas and eliminating their shortcomings. Efficiency improvement is carried out based on the output of recommendations of a neural network model operating in real time.

Keywords: neural network modeling, energy saving, energy efficiency, optimization, nuclear power plants

Acknowledgments: the work was written in the framework of R&D under contract No. 9/326176-D dated October 29, 2021 with JSC «Concern Rossenergoatom».

For citation: Rytikov I. A., Bakin A. I., Ageev D. A., Mechtaeva M. N. (2023). Povysheniye effektivnosti raboty turbopitatel'nogo nasosa AES putem uluchsheniya gidravlicheskih kharakteristik [Analysis of the data of operational NPPs and their comparison with the neural network model] // *Ehnergo- i resursoberezhenie. Ehnergoobespechenie. Netradicionnye i vozobnovlyaemye istochniki ehnergii. Atomnaya ehnergetika. Danilovskie chteniya — 2021* [Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021]. Ekaterinburg : Ural University Publishing House, 2023. P. 538–543. (In Russ).

В современном мире при решении различных технических задач специалисты в любой сфере деятельности сталкиваются с рядом проблем [1, с. 7]. В атомной отрасли эти проблемы могут быть связаны с проектированием новых и эксплуатацией действующих установок, которые так же требуют незамедлительных решений в сфере оптимизации. Внедрение нейросетевых технологий в атомную промышленность позволит оптимизировать действующее оборудование, тем самым повысить коэффициент полезного действия АЭС за счет точного определения проблемных зон и устранения их недостатков.

Целью данной работы является формирование необходимой базы для проведения теплогидравлических расчетов тракта питательной

воды, а также для создания нейросетевой модели работы турбопитательного насоса с целью повышения эффективности его работы.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1. Создание в системе автоматизированного проектирования (САПР) принципиальной и развернутой схем функционирования турбопитательного насоса (схема включает в себя обвязку насоса по питательной воде).

2. Создание аксонометрических схем трубопроводов обвязки турбопитательного насоса.

3. Сбор, обработка и анализ эксплуатационных данных, полученных с АЭС.

4. Создание нейросетевой модели работы турбопитательного насоса (ТПН).

Начало работы заключается в определении участка трубопровода, для которого нужно произвести оптимизацию. Далее для выбранного участка трубопровода АЭС запрашиваются схемы и реальные показатели параметров эксплуатации агрегатов и узлов, входящих в данный участок. После получения данных определяется, вся ли необходимая информация отражена на схемах и в массивах параметров. При недостатке информации для построения делается повторный уточняющий запрос конкретных параметров. На основании полученных плоских принципиальных схем (рис. 1) в САПР разрабатываются принципиальные аксонометрические схемы (рис. 2) с привязками расположения трубопровода в пространстве, а также привязкой к его внутренним и внешним диаметрам, высотам, протяженности трубопровода, углам наклона для предотвращения застойных зон и других важных технологических параметров.

Далее плоские аксонометрические схемы переводятся в объемную аксонометрическую схему трубопровода (рис. 3), на которой в масштабе указаны диаметры трубопроводов, длины участков, зоны присоединения штуцеров замеров параметров, места размещения задвижек, зон перехода, ответвлений, тройников и т. д.

Построенная объемная аксонометрическая схема трубопровода позволяет смоделировать идеальную работу трубопровода на основе паспортных показателей оборудования по транспортировке среды с учетом местных сопротивлений от арматуры. На основе данной схемы проводится подробный теплогидравлический расчет трубопровода тракта питательной воды.

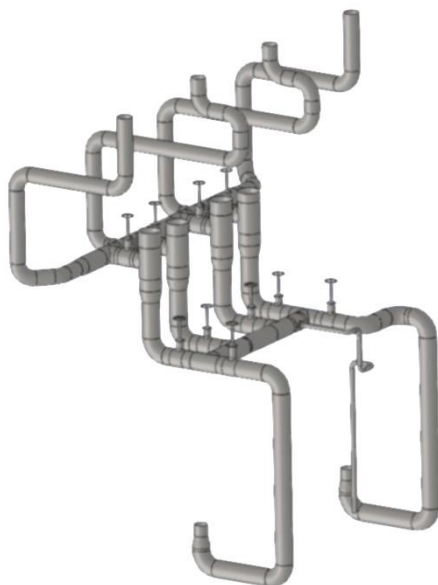


Рис. 3. Объемная аксонометрическая схема трубопровода

Следующий этап — это обработка реальных показателей, который производится на основе статистических методов: факторного и кластерного анализа. Получив идеальную модель и расчетные данные от реальных показателей оборудования, определяются локализованные потери в трубопроводе.

Таким образом, на первоначальном этапе произведена большая работа по созданию конструктивных и аксонометрических схем, обработке и анализу данных, которая послужит основой для создания нейросетевой модели. Данная работа является весьма актуальной и перспективной как для действующих, так и для проектных атомных станций и служит основой к повышению их технико-экономических показателей.

Список источников

1. Горбунов В. А. Использование нейросетевых технологий для повышения энергетической эффективности теплотехнологических установок : научное издание. Иваново : Ивановский гос. энергетический ун-т им. В. И. Ленина, 2011. 476 с.

References

1. Gorbunov V. A. The use of neural network technologies to improve the energy efficiency of heat technology installations : scientific publication. Ivanovo : Ivanovo State Power Engineering University named after V. I. Lenin, 2011. 476 p.

Информация об авторах

Игорь Алексеевич Рытиков — студент Ивановского государственного энергетического университета имени В. И. Ленина (Иваново, Россия), rytikov.igor2016@yandex.ru

Александр Игоревич Бакин — студент Ивановского государственного энергетического университета имени В. И. Ленина (Иваново, Россия), aaxe1337@gmail.com

Дмитрий Алексеевич Агеев — студент Ивановского государственного энергетического университета имени В. И. Ленина (Иваново, Россия), stulik05@mail.ru

Мария Николаевна Мечтаева — ассистент кафедры атомных электрических станций Ивановского государственного энергетического университета имени В. И. Ленина (Иваново, Россия), maria.mechtaeva@mail.ru

Information about the authors

Igor A. Rytikov — Student of the Ivanovo State Power Engineering University named after V. I. Lenin (Ivanovo, Russia), rytikov.igor2016@yandex.ru

Alexander I. Bakin — Student of the Ivanovo State Power Engineering University named after V. I. Lenin (Ivanovo, Russia), aaxe1337@gmail.com

Dmitry A. Ageev — Student of the Ivanovo State Power Engineering University named after V. I. Lenin (Ivanovo, Russia), stulik05@mail.ru

Maria N. Mechtaeva — Assistant of the Department of Nuclear Power Plants, Ivanovo State Power Engineering University named after V. I. Lenin (Ivanovo, Russia), maria.mechtaeva@mail.ru