

РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АММИАКА И ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ В ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ ПЕРВОГО КОНТУРА ТРАНСПОРТНЫХ ЯЭУ

С.Н. Орлов, А.А. Змитродан, Е.Е. Щербаков

ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор Ленинградской области, Россия

В статье рассмотрены математические зависимости, связывающие значения концентрации аммиака, водорода и азота в теплоносителе первого контура транспортных ядерных энергетических установок (ЯЭУ) – реакторных установок ледоколов и плавучих атомных теплоэлектростанций. Данные зависимости могут быть использованы для расчета содержания растворенных газов в теплоносителе при различных концентрациях аммиака, в том числе превышающих предельное значение, согласно установленным нормам водно-химического режима. Проанализирована эффективность применения опубликованных эмпирических и полуэмпирических зависимостей. Анализ проводился на основании сравнения результатов расчетов с экспериментальными данными, полученными на исследовательской ЯЭУ транспортного назначения типа КЛТ-40С. По результатам анализа показано, что при штатной эксплуатации (без поступления в контур дополнительных количеств водорода), наименьшую погрешность аппроксимации демонстрируют полуэмпирические зависимости, учитывающие изменения концентрации азота в теплоносителе и влияние уровня мощности работы ЯЭУ на соотношения концентраций аммиака и водорода. В условиях образования дополнительных количеств водорода за счет коррозии циркониевого сплава наименьшая погрешность аппроксимации наблюдается при использовании рассмотренного в статье эмпирического уравнения.

Ключевые слова: транспортные ядерные энергетические установки, водно-химический режим теплоносителя первого контура, аммиак, водород, азот, математическая зависимость, коррозия циркониевых сплавов.

УДК 620.179.152

DOI: 10.52069/2414-5726_2022_2_28_61

NUMERICAL SIMULATION OF THE AMMONIA AND GASEOUS PRODUCT CONCENTRATIONS IN THE PRIMARY COOLANT OF NUCLEAR MARINE REACTORS

S.N. Orlov, A.A. Zmitrodan, E.E. Shcherbakov

FSUE “Alexandrov NITI”, Sosnovy Bor, Leningrad region, Russia

The paper discusses mathematical relations between the concentrations of ammonia and hydrogen and nitrogen in the primary coolant of nuclear marine reactors in icebreakers and floating nuclear power plants. These relations can be used to calculate the dissolved gas content of the coolant for different ammonia concentrations including those above the limit value as specified in applicable water chemistry guidelines. The efficiency of using empirical and semi-empirical relations is assessed. The assessment is done by comparing calculation results against experimental data obtained from the KLT-40S research nuclear marine reactor plant. The assessment results show that for normal operating conditions (without occurrence of additional hydrogen in the coolant), semi-empirical relations yield lower approximation errors; these relations include changes in the

nitrogen concentrations in the coolant and influence of the reactor operating power on the relationship between the ammonia and hydrogen concentrations. However, it is an empirical relation that yields a lower approximation error in the presence of additional amounts of hydrogen resulted from corrosion of zirconium alloy.

Key words: nuclear marine reactor plants, primary water chemistry, ammonia, hydrogen, nitrogen, mathematical relation, zirconium alloy corrosion.