

**В. Н. Щербakov, Ю. Ю. Лукашов** (Ростов-на-Дону, ДГТУ, Новочеркасск, ЮРГТУ). **Расчетные методы организации оперативного контроля процессов коррозии оборудования ТЭС и АЭС на основе кондуктометрии при литиевом режиме.**

Известно, что гидроксид лития  $LiOH$  является эффективным ингибитором коррозии и замедлителем динамики коррозионного растрескивания теплообменных труб парогенераторов [1, 2]. Для оптимизации литиевого водно-химического режима (ВХР) необходимо знать закономерности изменения удельной  $\chi$ , молярной  $\Lambda$  электропроводности, констант диссоциации  $K_d$  и значения  $pH$  теплоносителя при его рабочих температурах  $T$  и давлениях  $P$  ( $pHt$ ).

Целью работы, представленной данным докладом, явилось решение следующих задач: 1) расчет значений  $pHt$  водных растворов  $LiOH$  в диапазоне концентраций  $C$  от  $7,24 \cdot 10^{-7}$  до  $3,34 \cdot 10^{-1}$  моль/кг; 2) определение зависимости  $pHt$  от  $P$ ,  $T$  и  $\chi$  при  $T$  до  $646^\circ K$  на линии насыщения и представление ее в виде, удобном для осуществления оперативного контроля качества теплоносителя при высоких  $T$ .

В настоящее время приборы оперативного кондуктометрического контроля определяют концентрацию примесей в охлажденной пробе при  $T = 298^\circ K$ , что связано с необходимостью наличия пробоотборных устройств, холодильников и с значительным транспортным запаздыванием пробы. Более объективным и безынерционным является кондуктометрический контроль  $C LiOH$  по градуировочным изотермам  $\chi = f(C)$  при  $T = const$ , если датчик кондуктометра разместить в контролируемом теплоносителе при рабочих  $P$  и  $T$  [3]. Кривые зависимости  $\chi = f(T)$  при  $C = const$  имеют плоский максимум в диапазоне от  $553$  до  $573^\circ K$ , в этой области влияние погрешности измерения  $T$  на определение  $C$  будет наименьшим. Данные о  $\chi$  растворов  $LiOH$  при  $C = 3,34 \cdot 10^{-1}$  моль/кг получены экстраполяцией, а при  $C = 7,24 \cdot 10^{-7} \div 8,7 \cdot 10^{-6}$  моль/кг — на основании значений молярной электропроводности при бесконечном разбавлении  $\Lambda_0$  [3].

Расчеты  $pHt$  проводились по методикам [4] с использованием данных о  $K_d LiOH$  [3]. Значения ионного произведения  $K_w$  и диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  для воды брали из [5, 6]. Коэффициенты активности рассчитывались по второму приближению Дебая–Гюккеля. Параметр наибольшего сближения  $a$  ионов для  $C = 3,34 \cdot 10^{-1}$  моль/кг определялся в соответствии со справочными данными [7]. С увеличением  $T$  раствора  $LiOH$  при  $C = 7,24 \cdot 10^{-7}$  моль/кг значения  $pHt LiOH$  и  $pHt$  воды сближаются и их разность  $\Delta pHt$  составляет  $0,87$  при  $298^\circ K$ ,  $0,2$  при  $373^\circ K$  и  $0,05$  при  $551^\circ K$ . Выполненные расчеты показали, что при  $C LiOH$  от  $7,24 \cdot 10^{-7}$  до  $8,7 \cdot 10^{-6}$  моль/кг дополнительное количество ионов  $[OH^-]$  в котловой воде при  $T = 553^\circ K$  будет слабо влиять на формирование защитной литий-ферритной пленки. При расчете  $pHt$  растворов малых концентраций учитывались процессы диссоциации и ассоциации, добавочное и конечное количество ионов  $[OH^-]$  в растворе. Для обеспечения возможности оперативного малоинерционного контроля  $pHt$  предложены

уравнения, связывающие  $pHt$  и  $\chi$  растворов  $LiOH$  вида  $pHt = f(\chi)$  при  $T = \text{const}$  для  $T$  от 373,5 до 616,35 °К. Таким образом, производя малоинерционные измерения  $\chi$  растворов  $LiOH$  при рабочих параметрах теплоносителя, можно с помощью программируемого вычислительного блока измерительно-вычислительного комплекса кондуктометрического контроля качества теплоносителя осуществлять мониторинг  $pHt$  и прогнозировать коррозионные процессы оборудования ТЭС и АЭС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбатьх В. П., Иванов С. О. Перспективы использования гидроксида лития в контурах АЭС с ВВЭР. — Вестник МЭИ, 2007, № 1, с. 14–28.
2. Горбатьх В. П., Иванов С. О. О возможности применения гидроксида лития на различных этапах жизненного цикла парогенераторов АЭС с ВВЭР. — Вестник МЭИ, 2011, № 2, с. 10–14.
3. Щербakov В. Н. Исследование электрофизических свойств теплоносителей при высоких параметрах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: МЭИ, 1980.
4. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии. Кн. 1. М.: Высшая школа, 2004, 360 с.
5. Vandura A. V., Lvov S. N. The ionization constant of water over wide ranges of temperature and density. — J. Phys. Chem. Ref. Data, 2006, v. 35, № 1, p. 15–30.
6. Александров А. А., Орлов К. А., Очков В. Ф. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики. М.: Издательский дом МЭИ, 2009, 224 с.
7. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия. М: Химия; Колос С, 2006, 670 с.