

УДК 541.13

## К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ БАНКА ДАННЫХ ПО ВОДНО-СОЛЕВЫМ СИСТЕМАМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ В ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

АЗИЗОВА Л.А.

*Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия*

При расчетах технологических процессов производства в геотермальной энергетике и опреснительных установок, крайне необходимы знания по высокотемпературным теплофизическим свойствам водных растворов электролитов, в частности, такого компонента, как  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . Поэтому интерес к высокотемпературным теплофизическим исследованиям водных растворов электролитов непрерывно возрастает, что объясняется их несомненной научной и практической ценностью. В данной работе предложена обобщающая формула, связывающая коэффициент теплопроводности  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{H}_2\text{O}$  с давлением, температурой и концентрацией электролита, в исследуемом диапазоне параметров состояния. Предложенная формула и массив данных, полученных с помощью этого уравнения, может быть использован при расчетах в САПР геотермальных систем.

Имея высокую теплопроводность, водно-солевые системы используются в качестве теплоносителей на тепловых и атомных электрических станциях, в опреснительных установках, входят в состав геотермальных вод.

Наряду с практической ценностью знания о теплофизических свойствах водных растворов электролитов, несомненно и их научное значение для разработки теории сильных электролитов.

Тектоническое строение Земли связано с изменяющимися во времени термическими параметрами, изменениями в связи с этим теплофизических свойств, в том числе и составляющих её геотермальных вод.

Данная работа является продолжением цикла исследований теплофизических свойств растворов [1-4]. Анализ представленного в работе [5] большого массива экспериментальных данных по теплопроводности водных растворов  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{H}_2\text{O}$  в интервале температур 293-593К, давлений 0,1-40 МПа и концентраций 10-40 масс % показал, что на величину коэффициента теплопроводности влияют совместно следующие факторы: давление, температура, концентрация, радиус иона, количество электронов во внешнем энергетическом уровне наружного электронного слоя, масса и заряд иона. Наличие такой информации позволяет провести анализ соответствующих температурных, барических и концентрационных зависимостей коэффициента теплопроводности и способствует развитию основных положений в теории тепла в концентрированных растворах.

Эксперименты проводились на установке, реализующей метод коаксиальных цилиндров. Принципиальная схема установки, а также экспериментальные данные по  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{H}_2\text{O}$  представлены в предыдущих работах [6,7]. На основе экспериментальных данных по  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{H}_2\text{O}$  при высоких параметрах состояния, получена обобщающая формула, которая связывает коэффициент теплопроводности с давлением, температурой и концентрацией, характерными для каждой системы электролита.

Описание коэффициента теплопроводности от параметров состояния системы было проведено поэтапно.

На первом этапе была определена зависимость коэффициента теплопроводности от температуры. Для водных растворов  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{H}_2\text{O}$  в исследуемом нами диапазоне температур форма кривой  $\lambda_p=f(T)$  аналогична температурной зависимости коэффициента теплопроводности воды и имеет вид параболы.

Уравнение для температурной зависимости коэффициента представлено нами в виде:

$$\lambda_p = A + BT + CT^2 \quad (1)$$

где A, B, C- коэффициенты, полученные нами на основе экспериментальных данных.

Задачей второго этапа являлось определение барической зависимости коэффициента теплопроводности исследуемых растворов. При низких и средних температурах график зависимости  $\lambda_p=f(T)$  близок к линейному. При высоких температурах наблюдается отклонение зависимости  $\lambda_p=f(T)$  от линейной. Однако, это отклонение в целом не превышает погрешность экспериментальных данных. В виду этого нами была принята линейная зависимость  $\lambda_p=f(P)$ .

$$\lambda_p = A' + B'P \quad (2)$$

В широком интервале содержания концентрационная зависимость теплопроводности носит также линейный характер:

$$\lambda_p = A'' + B''C \quad (3)$$

Таким образом, обобщенное уравнение для описания зависимости коэффициента теплопроводности водных растворов нитратов щелочноземельных металлов от вышеуказанных параметров состояния принимает вид:

$$\lambda_p = \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 \sum_{k=0}^2 a_{ijk} C^i P^j T^k \quad (4)$$

Значения коэффициентов уравнения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Численные значения коэффициентов  $a_{ijk}$

$k$	$i=0$		$i=1$	
	$j=0$	$j=1$	$j=0$	$j=1$
0	0,5687511	$-1,079345 \cdot 10^{-3}$	$7,993156 \cdot 10^{-4}$	$-4,084202 \cdot 10^{-6}$
1	$1,672234 \cdot 10^{-6}$	$-1,768822 \cdot 10^{-6}$	$-6,348608 \cdot 10^{-6}$	$1,202095 \cdot 10^{-8}$
2	$-5,993811 \cdot 10^{-6}$	$5,842346 \cdot 10^{-9}$	$3,184084 \cdot 10^{-8}$	$-6,31676 \cdot 10^{-11}$

В таблице 2 приводится сравнение экспериментальных данных коэффициента теплопроводности солей с расчетными значениями, полученными по формуле (4).

Таблица 2

Сравнение экспериментальных данных коэффициентов теплопроводности водных растворов  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{H}_2\text{O}$  с  $\lambda_s \cdot 10^3$ , Вт/м·К со значениями, рассчитанными по формуле (4)

P, МПа	T, К	293,15			373,15			473,15			573,15		
		$\lambda_{\text{эксп}}$	$\lambda_p$	$\delta\lambda, \%$									
10	10	592	595	0,5	669	669	0,0	656	659	0,2	536	537	0,2
		613	614	0,1	685	682	0,4	681	682	0,1	585	588	0,5
10	40	559	560	0,2	630	632	0,3	621	622	0,2	498	501	0,7
		576	577	0,2	639	642	0,5	640	641	0,2	547	548	0,2

Как видно из таблицы 2, обобщенное уравнение описывает экспериментальные значения коэффициента теплопроводности раствора от концентрации, температуры и давления в исследуемом диапазоне изменения параметров состояния с точностью 0.5-0.7%.

1. *Эльдаров В.С.* Экспериментальное исследование теплопроводности водных растворов солей в зависимости от концентрации, температуры и давления. Автореф. к.т.н., Баку, АзиНефтХим, 1982, 119с.
2. *Косолап Ю.Г.* Теплопроводность бинарных и смешанных растворов электролитов. Дисс. к т.н., Баку. Аз индустр. универ., 1991, 195 с.
3. *Магомедов У.Б.* Теплопроводность водных растворов солей при высоких параметрах. В сб.Геотермия Геологические и теплофизические задачи. Махачкала,1992, с.168.
4. *Петинов Р.И., Гусейнов Г.М.* Экспериментальные исследования теплопроводности водных растворов хлорида калия при высоких температурах. //ТБТ, 1991, т. 29, №3, с. 605.
5. *Ахундов Т.С., Искендеров А.И., Ахмедова Л.А.* Теплопроводность водных растворов нитрата кальция. Изв. вузов "Нефть и газ", 1994, №3.
6. *Ахмедова Л.А.* Теплопроводность водных растворов нитратов щелочноземельных металлов. Автореф. к.т.н., Баку, АзНИИЭнергетики, 1996, 23 с.
7. *Ахундов Т.С., Искендеров А.И., Ахмедова Л.А.* Теплопроводность водных растворов нитрата магния в широком диапазоне изменения параметров состояния. Изв. вузов "Нефть и газ", 1995, №1.

## **GEOTHERMAL ENERGETİKADA İSTİFADƏ OLUNAN DUZ-SU SİSTEMİ ÜZRƏ BANK MƏLUMATLARININ HAZIRLANMASI**

**ƏZİZOVA L.Ə.**

Elektrolitlərin sulu məhlullarının istilik keçirməsinin temperatur, təzyiq və qatılıqdan asılılığın müəyyən edən ümumi dustur təklif olunmuşdur. Aldığımız ümumi tənlik tədqiq etdiyimiz elektrolit su məhlulunun istilik keçirməsini 0,5-0,7% dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir.

## **ABOUT CREATION DATABASE OF AQUEOUS SOLUTIONS ARE NEEDED FOR DEVELOPMENTS AND UTILIZATION OF GEOTHERMAL ENERGY**

**AZIZOVA L.A.**

Correlation equations for thermal conductivity of the solutions studied were obtained as function of temperature, pressure and composition by least-squares method from the experimental data. The AAD between measured and calculated values from this correlation equation for the thermal conductivity was (0.5 to 0.7)%.