

**ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННОГО ПАРА НИТРАТНОКАЛЬЦИЕВЫХ  
РАСТВОРОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ  
МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ МАССЫ**

М.Ж. Умаралиева,

1-курса докторант Ферганского политехнического института

З.К. Дехканов,

д.т.н., профессор Наманганского инженерно-технологического института

М.А. Хошимханова

перепедователь Альмалыкский филиал ТГТУ им. Ислама Каримова

**Аннотация:**

Приведены результаты изучения физико-химических свойств (реологические характеристики, давление насыщенных паров, температуры кипения и кристаллизации) нитратнокальциевого раствора.

**Ключевые слова:** нитратнокальциевого раствора, давление насыщенных паров, температура кипения.

**SATURATED VAPOR PRESSURE OF CALCIUM NITRATE  
SOLUTIONS FORMED DURING ENRICHMENT OF MINERALIZED  
MASS**

M.J. Umaralieva,

1-year doctoral student of the Fergana Polytechnic Institute

Z.K. Dekhkanov,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Namangan Institute of  
Engineering and Technology

M.A. Hoshimkhanov

Interpreter Almalyk branch of TSTU. Islam Karimov

**Abstract:** The results of studying the physicochemical properties (rheological characteristics, saturated vapor pressure, boiling and crystallization temperatures) of a calcium nitrate solution are presented.

**Key words:** calcium nitrate solution, saturated vapor pressure, boiling point.

В последнее время в Ферганского политехнического института интенсивно ведется поиски по химическому обогащению минерализованной масса азотной кислотой. Целью способа является получение химически обогащенного фосфоконцентрата, легко перерабатываемого на концентрированных фосфорных удобрений. Известно, что в процессе азотнокислотного обогащения образуется нитратнокальциевые растворы (НКР), которые необходимо упаривать для переработки их комплексные жидкие удобрения либо твердый гранулированный продукт.

При решении вопросов, связанных с выпариванием НКР, особенно в вакуум-выпарных аппаратах необходимы данные по давлению паров над НКР, при различных концентрациях и их температурах кипения в зависимости химического состава исходной и упаренных НКР.

Пар, находящийся в равновесии с жидкостью, называются насыщенным паром, а жидкость, равновесную с её паром, иногда называют насыщенной жидкостью. Состояние равновесия отвечает определенной для данной температуры и концентрации пара. Давление пара, находящегося в равновесии с жидкостью (или с твердым телом), называется давлением насыщенного пара [1].

Регулирование давление пара над НКР является важным физико-химическим методом улучшения технологических результатов и достижения, минимальных энергозатрат на выпаривание, а также изучение условия для использования НКР в качестве жидкого удобрения. По экспериментальным данным о давлении пара летучего компонента раствора, где при различных температурах в соответствии с уравнением Клаузиуса-Клайперона и его модификациями считают теплоты испарения, кипения, являющиеся основой теплового баланса упаривания НКР.

В работе [2] найдены линейные зависимости теплоемкости, плотности, теплопроводности и температура проводности расплава нитрата кальция от температуры. Давление пара над 50% раствором азотнокислого кальция в диапазоне температур от 70 до 110°C возрастает от 135 до 730 мм.рт.ст., а над 75% раствором в диапазоне 90-110°C возрастает от 90 до 740 мм. рт. ст. Раствор с концентрацией 77,9% кипит при 143,3°C под нормальным давлением и при 117°C под давлением 300 мм рт. ст. Экспериментальные данные по исследованию давления насыщенных паров над жидкими

азотнокальциевыми удобрениями и водными растворами азотнокислого кальция изучены в работах [3, 4].

В данном сообщении излагаются результаты лабораторных исследований по изучению давления насыщенных паров (кПа) над НКР и температура кипения неосветленных растворов  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  при различных давлениях.

Процесс получения НКР осуществляется следующим образом. Вначале низкосортный фосфорит обрабатывается азотной кислотой, затем пульпа аммонизируется до значения рН 3 после чего из неё нитрат кальция выщелачивается органическим растворителем. Извлекаемый при этом раствор выпаривается с целью отгонки из раствора нитрата кальция органического растворителя и получения концентрированного НКР.

Давление насыщенных паров над НКР, полученного при химическом обогащении фосфоритов Центральных Кызылкумов азотной кислотой изучали динамическим методом, основанного на измерении температур кипения при различных давлениях. Зависимость давления насыщенных паров от температуры подчиняется уравнению  $\lg P = A - B/T$ . Методом наименьших квадратов рассчитаны значение констант А, В и выведены эмпирические уравнения для определения насыщенности паров НКР при различных температурах. Температуру кристаллизации НКР определяли визуально – политермическим методом.

Данные результаты изучения давления насыщенных паров (кПа) над растворами НКР приведены на таблице. Значения А и В в зависимости от концентрации НКР колеблются в пределах 7,6636-1936,9 соответственно. Давление насыщенных паров НКР в интервале 20°C составляет 0,44-6,38 КПа, что свидетельствует о малой летучести их даже при сравнительно высоких температурах, т.е. в жарких климатических условиях Центральной Азии. Температура кристаллизации упаренных растворов в зависимости при концентрации НКР (в процентах):  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 50-60$ , находятся в пределах  $12,0 \div (-75)^\circ\text{C}$ , которые позволяют широко использовать их в осеннее-летнее время, в качестве жидкого азотнокальциевого удобрения. При высоких концентрациях НКР :  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 64-80$  их температура кристаллизации находятся в пределах 29-60°C. Такая концентрация не приемлема для хранения и использования, из-за выпадения кристаллов в осадок.

**Таблица Давление насыщенных паров (кПа) над  
нитратнокальциевыми растворами (НКР) и температуры  
кристаллизации этих растворов в зависимости от их концентрации**

Состав Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , вес. %	Вид уравнения lgP = A - B/T	Температура, °С							Температур а кристаллиз ации, °С
		20	30	40	50	60	70	80	
48	lgP=7.8727-	2.4	4.0	6.3	10.	14.	22.	31.	- 75
50	lgP=7.8311-	2.0	3.8	5.4	8.4	12.	18.	27.	- 65
52	lgP=7.8130-	1.8	3.0	4.8	7.6	11.	17.	24.	- 53
54	lgP=7.7971-	1.4	2.5	4.0	6.3	9.7	14.	21.	- 31
56	lgP=7.7711-	1.3	2.1	3.4	5.4	8.3	12.	18.	- 25
58	lgP= 7.7659-	1.2	2.1	3.3	5.3	8.1	12.	17.	- 12
60	lgP=7.7506-	1.1	1.9	3.1	4.9	7.6	11.	16.	12
61	lgP=7.7448-	1.0	1.8	2.9	4.7	7.1	10.	15.	27
62	lgP=7.7301-	0.9	1.5	2.5	4.0	6.0	9.2	13.	38
63	lgP=7.7233-	0.8	1.4	2.3	3.6	5.6	8.6	12.	44
64	lgP=7.7144-	0.7	1.2	2.1	3.3	5.1	7.8	11.	46
65	lgP=7.7015-	0.7	1.1	1.9	3.1	4.8	7.3	10.	51
66	lgP=7.6991-	0.6	1.1	1.8	2.9	4.5	6.8	10.	54
67	lgP=7.6856-	0.5	0.9	1.6	2.5	4.0	6.0	9.0	55
70	lgP=7.6759-	0.5	0.9	1.5	2.3	3.6	5.5	8.2	57
74	lgP=7.6636-	0.4	0.8	1.3	2.1	3.3	5.0	7.6	59

Далее мы изучали температуру кипения неосветленных растворов НКР при различных давлениях. Данные показывают, что по мере увеличения концентрации НКР, повышается их температура кипения. Например, при концентрации Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = 48% температура её кипения равняется при 760 мм.рт.ст. 108°С (381°К), в то же время при концентрации НКР: Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = 74% : она равна 152°С (425°К). Снижение атмосферной давления естественно приводит к уменьшению температуры кипения. Например, если температура кипения НКР с концентрацией Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = 48% при 760 мм. рт. ст. составляет 108°С (381°К), то при такой концентрации НКР при 460 мм. рт.ст. она равна 92°С (365°К). Аналогичная картина наблюдается при остальных концентрациях раствора НКР.

Таким образом, результаты выполненных исследований показывают, что полученные НКР в пределах концентрации Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = 48-74% обладают удовлетворительными физико-химическими свойствами, которые обеспечивают их стабильность в условиях длительного хранения.

**Литература:**

1. В.А. Киреев. Курс физической химии // Учебное пособие. - М. - Химия, 1975. - С. 229-230.
2. Takeo Hattori, Iwadate Yasuhiko, Igarashi Kazuo, Kawamura Kazutaka. Термические характеристики расплава тетрагидрата кальция // Дэнки Кагаку оёби когё буцури кагаку. - 1986. - т.54. - №9. - С. 804-805. Англ.
3. Ахундов Т.С., Ахмедова И.Н., Искендеров А.И., Таиров А.Д. Термические свойства растворов азотнокислого кальция // Известия ВУЗов. Нефть и газ. - 1989. - №8. - С. 95-96.
4. Дехканов З.К., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Переработка нитрата кальция-продукта химического обогащения Кызылкумских фосфоритов в гранулированную кальциевую селитру. Химическая технология. Контроль и управление. 2013., № 5. С. 14-23.