

Определение коэффициента массопередачи, зависящей от свойств жидкости и скорости движения окружающего воздуха, путем критериального уравнения Нуссельта в неизолированных системах, работающих под вакуумом на разделе фаз жидкость—пар, является практически трудно разрешимой задачей, дающей не вполне точные данные.

Поэтому в настоящей работе определение коэффициента массопередачи проведено экспериментально.

Экспериментальная часть

Опыты по определению упругости паров проводились на лабораторной установке (рис. 1) динамическим методом, предложенным в [2].

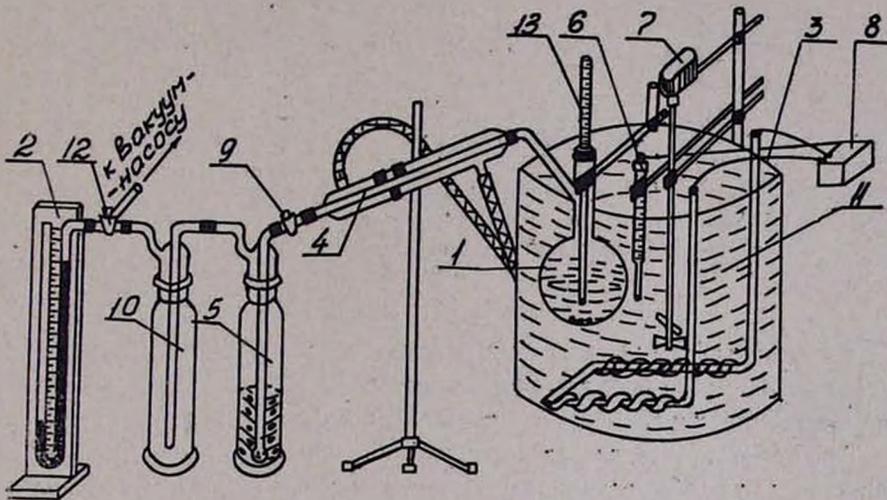


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. 1 — реактор, 2 — манометр, 3 — подогреватель, 4 — холодильник, 5 — поглотитель, 6 — контактный термометр, 7 — электродвигатель, 8 — реле температуры, 9 — вакуум-кран, 10 — буферный сосуд, 11 — термостат, 12 — трехходовой вакуум-кран, 13 — контрольный термометр.

Сущность метода заключается в определении температуры кипения жидкости при разных давлениях. С целью определения парциального давления щелочи, выделившейся при испарении щелочно-кремнеземистого раствора, к установке дополнительно присоединен поглотитель с титрованным раствором серной кислоты (фиксанал 0,1 н). Щелочно-кремнеземистый раствор получен из гидроокиси натрия марки «х. ч.» и аморфного кремнезема. Концентрация раствора по Na_2O варьировалась в пределах 25; 51; 99,2; 200 и 248 г/л, а по SiO_2 — 12,5; 25; 50; 100 и 125 г/л.

Результаты измерения давления паров в зависимости от концентрации и температуры жидкости приводятся на рис. 2, показывающем, что полученные данные хорошо располагаются на прямой в координатах P и $\frac{1}{T}$. В уравнении $2,303 \lg \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ скрытая теплота

испарения (ΔH) определялась угловым коэффициентом, полученным на координатах $\lg P - \frac{1}{T}$.

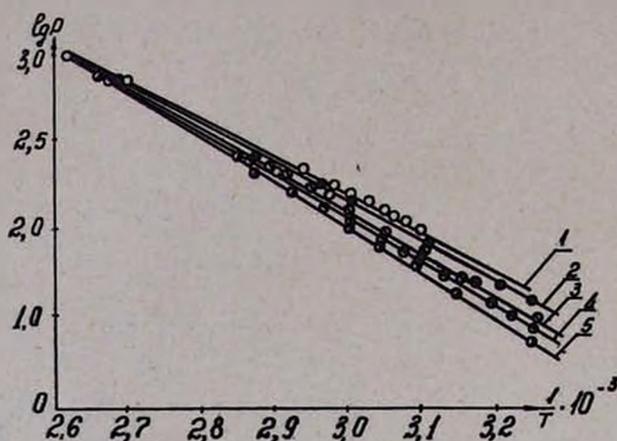


Рис. 2. Зависимость логарифма давления насыщенного пара раствора от температуры, концентрации щелочно-кремнеземистого раствора по Na_2O , г/л: 1 — 25; 2 — 51; 3 — 99,8; 4 — 200; 5 — 248.

Полученные результаты показывают, что по мере возрастания концентрации щелочно-кремнеземистого раствора упругость паров падает и соответственно увеличивается скрытая теплота испарения.

Так, упругость паров растворов концентраций (по Na_2O) 25; 51; 99,2; 200; 248 г/л при 60° составляет соответственно (148; 132; 118; 112,5; 108 мм рт. ст., а скрытая теплота испарения—9670, 9740, 10070, 10297 и 10400 кал/моль.

С целью установления упругости паров щелочи в испаряющейся массе проведено обратное титрование поглотителя, а общее количество удаляющихся паров определено взвешиванием реактора и поглотителя до и после опыта. Эксперименты проводились при постоянном времени выдержки и температуре, близкой к температуре кипения исследуемых растворов. Средние результаты из трех измерений приводятся в таблице.

Из таблицы видно, что количество испаряющейся щелочи растет почти прямолинейно с ростом концентрации исходного щелочно-кремнеземистого раствора и при концентрации 248 г/л составляет уже 0,14% веса испаряющейся массы. Результаты определения количества испаряющейся массы в зависимости от температуры приводятся на рис. 3, из которого видно, что при постоянстве зеркала испарения эта зависимость имеет прямолинейный характер и угловой коэффициент полученных линий не зависит от концентрации исходного раствора.

Таблица

Концентрация раствора по Na_2O , г/л	Количество удаляющихся паров (за 15 мин)		Количество удаляемой щелочи $\text{кг/м}^2 \cdot \text{час}$	Упругость паров щелочи	
	г	в пересчете на $\text{кг/м}^2 \cdot \text{час}$		%	мм рт. ст.
25,0	43,81	39,11	0,0046	0,011	0,08
51,0	42,99	38,95	0,0103	0,028	0,18
99,2	43,01	39,05	0,2070	0,052	0,36
200,0	43,15	39,29	0,0416	0,105	0,72
248,0	43,10	39,45	0,0520	0,140	0,89

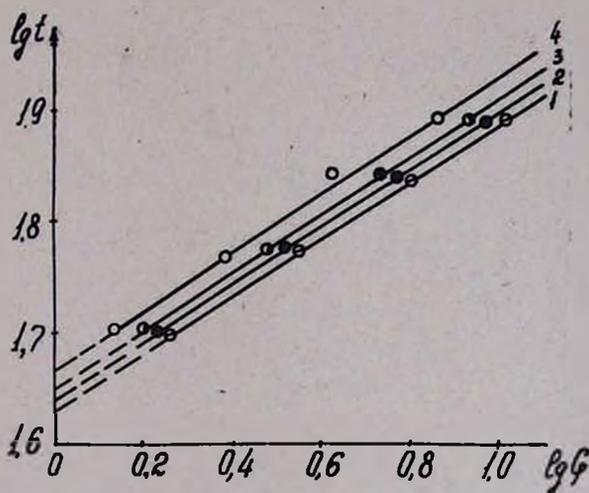


Рис. 3. Зависимость логарифма количества испаряющейся жидкости от логарифма температуры, концентрации щелочно-кремнеземистого раствора по Na_2O , г/л: 1 — 25; 2 — 51; 3 — 99,8; 4 — 200; 5 — 248.

Зная величину давления насыщенных паров, зеркало испарения и количество испаряющейся жидкости по уравнению (2) рассчитали коэффициент массопередачи. Результаты приводятся на рис. 4. В уравнении (2) $\tau P'_ж$ при относительной влажности воздуха 70% и температуре окружающей среды 20° равно 17,5 мм рт. ст.

Из рис. 4 видно, что общий коэффициент массопередачи зависит не от концентрации исходного раствора, а от температуры, и в пределах до кипения растворов имеет прямолинейный характер и колеблется в среднем от 19,2 при 50° до 28,5 $\text{кг/м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{атм}$ при 90° .

Таким образом, на основании теплового баланса процесса для любой концентрации щелочно-кремнеземистого раствора в интервалах температур до кипения можно рассчитать необходимое количество воды для поглощения испаряющихся паров.

Однако определение общего коэффициента массопередачи и давления насыщенных паров в практических условиях не всегда удобно

и связано с некоторыми затруднениями. Поэтому количество испаряющейся жидкости можно установить обработкой данных, приведенных на рис. 3:

$$\lg t = \alpha \cdot \lg G + \lg b \quad \text{или} \quad G = \left(\frac{t}{b} \right)^{\frac{1}{\alpha}},$$

где α —угловой коэффициент, постоянный для всех концентраций щелочно-кремнеземистого раствора, составляющий 0,27, $\lg b$ —отрезок, отсекаемый от оси ординат, зависимость которого от концентрации щелочно-кремнеземистого раствора приводится на рис. 5.

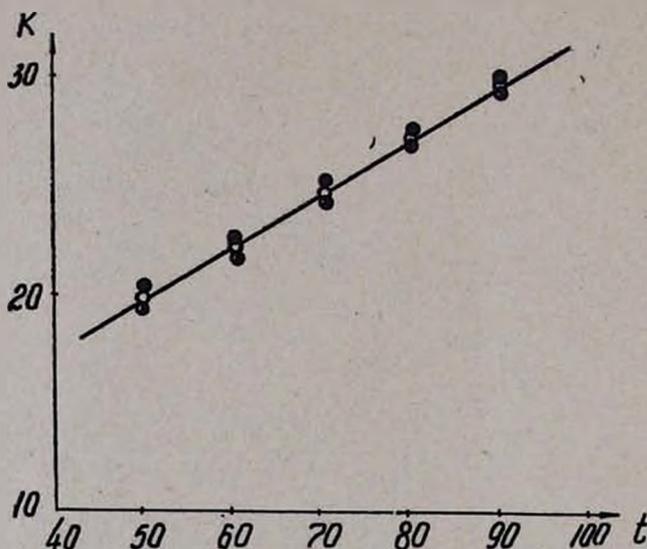


Рис. 4. Зависимость коэффициента массопередачи от температуры.

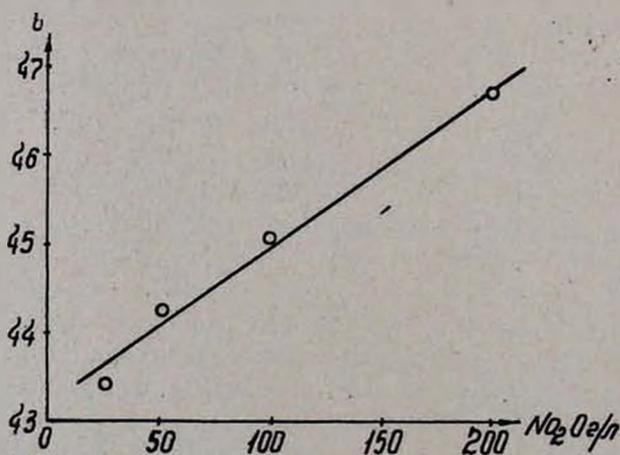


Рис. 5. Зависимость b от концентрации щелочно-кремнеземистого раствора.

Проверка выведенного уравнения для щелочно-кремнеземистых растворов различной концентрации показала, что его с достаточной точностью можно применять в пределах давления насыщенных паров до 0,9 атм. Ближе к температуре кипения уравнение дает ошибку порядка 8—11%, при температуре кипения уравнение (4) теряет свой смысл, что объясняется резким изменением зеркала испарения.

ՀԻՄՆԱ-ՍԻԼԻԿԱՏԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ԳՈԼՈՐՇԻԱՑՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ս. Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ, Ս. Ա. ՍԱՀԱՐՈՒՆՅԱՆ և Ա. Մ. ՍԱՐԿԻՍՅԱՆ

Դիսամիկ մեթոդով հիմնա-սիլիկատային լուծույթների մեջ $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2 = 2$), որոշված է գոլորշիացման ջերմության մեծությունները, հիմքի և ջրային գոլորշիների առանձնահատկությունը: Ցույց է տրված, որ մասսավորականական գործակիցը տվյալ ջերմաստիճանում կախված չէ հիմնա-սիլիկատային լուծույթի կոնցենտրացիայից: Առաջարկված է հեղուկի գոլորշիացման քանակի հաշվարկման մեթոդ կախված ջերմաստիճանից, որի ճշտությունը պահպանվում է մինչ եռման ջերմաստիճանի սահմանը:

STUDIES OF THE EVAPORATION OF ALKALI—SILICA
SOLUTIONS

S. S. KARAKHANIAN, S. A. SAHARUNIAN and A. M. SARKISSIAN

The evaporation of alkali—silica solutions has been studied by dynamic method and the heat of evaporation has been determined.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Л. Д. Берман, Испарительное охлаждение циркуляционной воды, Госэнергоиздат, М.—Л., 1957.
2. Практикум по физ. химии, под ред. С. В. Горбачева, Изд. «Высшая школа», М., 1966.