

В. В. ПОПОВ, студент гр 5ВМ61 (НИ ТПУ)

Научный руководитель: А. И. АРТАМОНЦЕВ, к.т.н., доцент (НИ ТПУ)  
г. Томск

**ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ПРИМЕСЕЙ  
В ПЕРЕГРЕТОМ ПАРЕ КОТЛА БКЗ 690-13,8 (Еп-690-13,8-540 КТ)**

Цель:

Изучение влияния теплофизических параметров пара (давление), а также водородного показателя pH на растворимость примесей в перегретом паре.

При заданной постоянной температуре перегретого пара, изменяя давление пара с заданным шагом, получить табличную и графическую зависимость влияния давления на растворимость примеси в перегретом паре.

1. Основы теории

Таблица 1.1 – исходные данные

Примесь 1	Примесь 2	Температура/ давление
NaCl	CuO (при pH=9,5)	540 °C/ 9-14 МПа с шагом 0,5 МПа

Продукты коррозии меди содержатся в воде и в паре в виде гидратированных форм CuO и Cu<sub>2</sub>O. При дозировке водного раствора аммиака в питательный тракт растворимость в перегретом паре двухвалентной меди, будет зависеть от pH. Её величину можно определить из уравнения: [1]

$$\lg C_{CuO} = 4.72 \cdot \lg \frac{p_n}{1000} - \left( \frac{25600}{4.57 \cdot T} \right) + 5.01$$

Аналогичные уравнения по экспериментальным данным были получены для хлористого натрия: [1]

$$\lg C_{NaCl} = 3.66 \cdot \lg \frac{p_n}{1000} - \left( \frac{9600}{4.57 \cdot T} \right) + 3.87$$

Для определения удельного объема будем пользоваться таблицами воды и водяного пара [2].

Для получения размерности мг/кг воспользуемся периодической системой химических элементов Д. И. Менделеева:

Молярная масса NaCl=58,5 г/моль;

Молярная масса CuO =79,5 г/моль.

Все дальнейшие расчеты были проведены с помощью следующих прикладных программ: Microsoft Office Excel 2010.

## 2 Влияние давления на растворимость примеси в перегретом паре

Таблица 2.1 – примесь NaCl

P, МПа	T, °C	lg(S <sub>п</sub> ), моль/кг	S <sub>п</sub> , моль/кг	S <sub>п</sub> , мг/кг	v, м <sup>3</sup> /кг	ρ, кг/м <sup>3</sup>
9	540	-4,206	0,00006	3,636	0,032	31,570
9,5	540	-4,130	0,00007	4,337	0,030	33,127
10	540	-4,056	0,00009	5,138	0,029	34,696
10,5	540	-3,986	0,00010	6,048	0,028	36,278
11	540	-3,917	0,00012	7,078	0,026	37,871
11,5	540	-3,851	0,00014	8,241	0,025	39,478
12	540	-3,787	0,00016	9,547	0,024	41,097
12,5	540	-3,725	0,00019	11,010	0,023	42,730
13	540	-3,665	0,00022	12,643	0,023	44,375
13,5	540	-3,607	0,00025	14,461	0,022	46,034
14	540	-3,550	0,00028	16,480	0,021	47,707

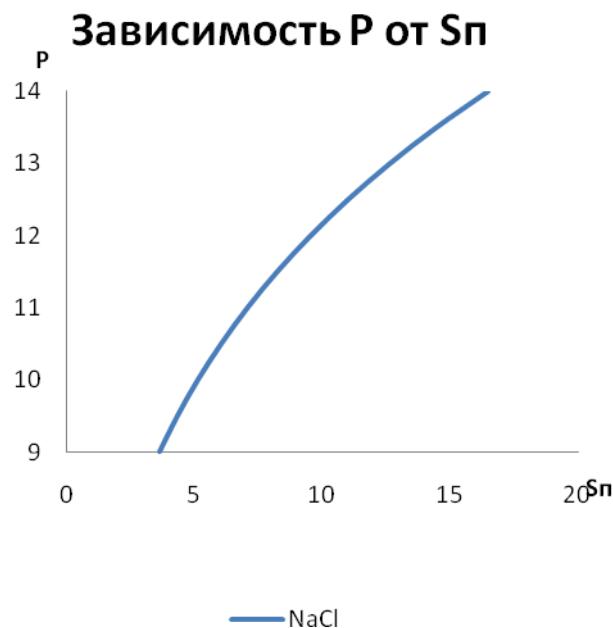


Рисунок 2.1 – графическая зависимость давления и растворимости

Таблица 2.2 – примесь CuO

P, МПа	T, °C	lg(S <sub>п</sub> ), моль/кг	S <sub>п</sub> , моль/кг	S <sub>п</sub> , мг/кг	v, м <sup>3</sup> /кг	ρ, кг/м <sup>3</sup>
9	540	-8,964	0,000000001	0,00009	0,032	31,570
9,5	540	-8,865	0,000000001	0,00011	0,030	33,127

Продолжение таблицы 2.2 – примесь CuO

P, МПа	T, °C	lg(Sп), моль/кг	Sп, моль/кг	Sп, мг/кг	v, м3/кг	ρ, кг/м3
10	540	-8,770	0,000000002	0,00013	0,029	34,696
10,5	540	-8,679	0,000000002	0,00017	0,028	36,278
11	540	-8,591	0,000000003	0,00020	0,026	37,871
11,5	540	-8,505	0,000000003	0,00025	0,025	39,478
12	540	-8,423	0,000000004	0,00030	0,024	41,097
12,5	540	-8,343	0,000000005	0,00036	0,023	42,730
13	540	-8,266	0,000000005	0,00043	0,023	44,375
13,5	540	-8,190	0,000000006	0,00051	0,022	46,034
14	540	-8,117	0,000000008	0,00061	0,021	47,707

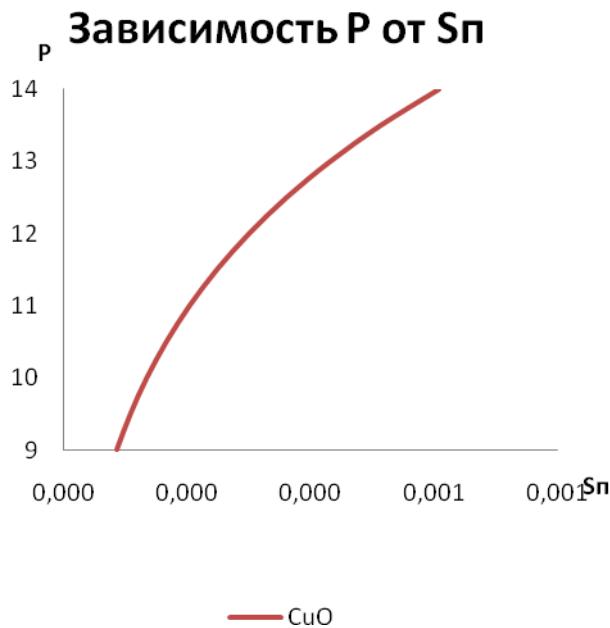


Рисунок 2.2 – графическая зависимость давления и растворимости

Вывод: как видно из графиков при данных параметрах пара (при увеличении давления) наибольший показатель растворимости показывает примесь NaCl (соль), CuO (оксид меди) растворяется в крайне малых количествах.

Список использованной литературы

1. Расчет водно-химических режимов теплоэнергетических установок/ под ред. А. П. Пильщикова. – М.: МЭИ, 1998. – 148 с.
- 2 Термический расчет котлов (Нормативный метод) - Издательство Спб - НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.