

Уравнение для области метастабильного пара¹

Уравнение состояния для метастабильного (переохлажденного) пара, так же как и для перегретого, представлено в виде зависимости удельной энергии Гиббса от температуры и давления, разделенной на идеально-газовую γ^0 и реальную γ^r части

$$\frac{g(p,T)}{RT} = \gamma(\pi, \tau) = \gamma^0(\pi, \tau) + \gamma^r(\pi, \tau). \quad (17)$$

Зависимость для идеально-газовой части γ^0 совпадает с уравнением (6) за исключением того, что коэффициенты n_1^0 и n_2^0 имеют значения, несколько отличающиеся от указанных в табл. 4: $n_1^0 = -0,96937268393049 \cdot 10^1$, $n_2^0 = 0,10087275970006 \cdot 10^2$.

Реальная часть имеет вид

$$\gamma^r = \sum_{i=1}^{13} n_i \pi^{I_i} (\tau - 0,5)^{J_i}, \quad (18)$$

где $\pi = p / p^*$ и $\tau = T^* / T$ при $p^* = 1$ МПа и $T^* = 540$ К.

Коэффициенты и показатели степени уравнения (18) представлены в табл. 11.

Таблица 11. Коэффициенты и показатели степени уравнения (18)

i	I_i	J_i	n_i	i	I_i	J_i	n_i
1	1	0	$-0,73362260186506 \cdot 10^{-2}$	8	3	4	$-0,63498037657313 \cdot 10^{-2}$
2	1	2	$-0,88223831943146 \cdot 10^{-1}$	9	3	16	$-0,86043093028588 \cdot 10^{-1}$
3	1	5	$-0,72334555213245 \cdot 10^{-1}$	10	4	7	$0,75321581522770 \cdot 10^{-2}$
4	1	11	$-0,40813178534455 \cdot 10^{-2}$	11	4	10	$-0,79238375446139 \cdot 10^{-2}$
5	2	1	$0,20097803380207 \cdot 10^{-2}$	12	5	9	$-0,22888160778447 \cdot 10^{-3}$
6	2	7	$-0,53045921898642 \cdot 10^{-1}$	13	5	10	$-0,26456501482810 \cdot 10^{-2}$
7	2	16	$-0,76190409086970 \cdot 10^{-2}$				

Уравнение (17) описывает термодинамические свойства метастабильного переохлажденного пара в области состояний, ограниченной линией сухого насыщенного пара и линией, соответствующей степени

¹ <http://twf.mpei.ru/rbtp/RegionMS>

сухости пара $x = 0,95$. При этом степень сухости пара x определена по значениям энтальпии пара h'' и жидкости h' в равновесном состоянии при давлениях от давления в тройной точке до 10 МПа. Другие термодинамические свойства могут быть вычислены при использовании дифференциальных соотношений, представленных в табл. 3. Границы области метастабильного пара на различных диаграммах показаны на рис. 5–6.

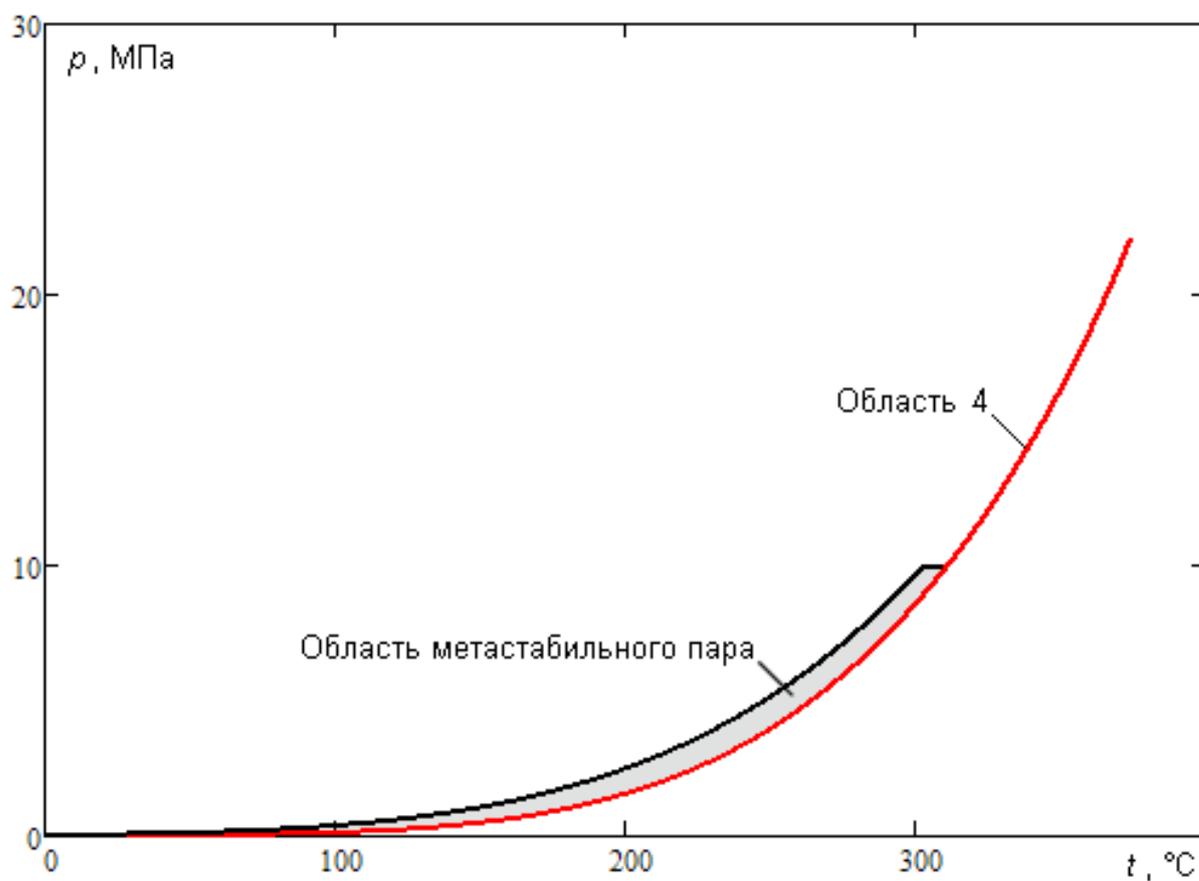


Рис. 5. p, t -диаграмма границ области метастабильного пара

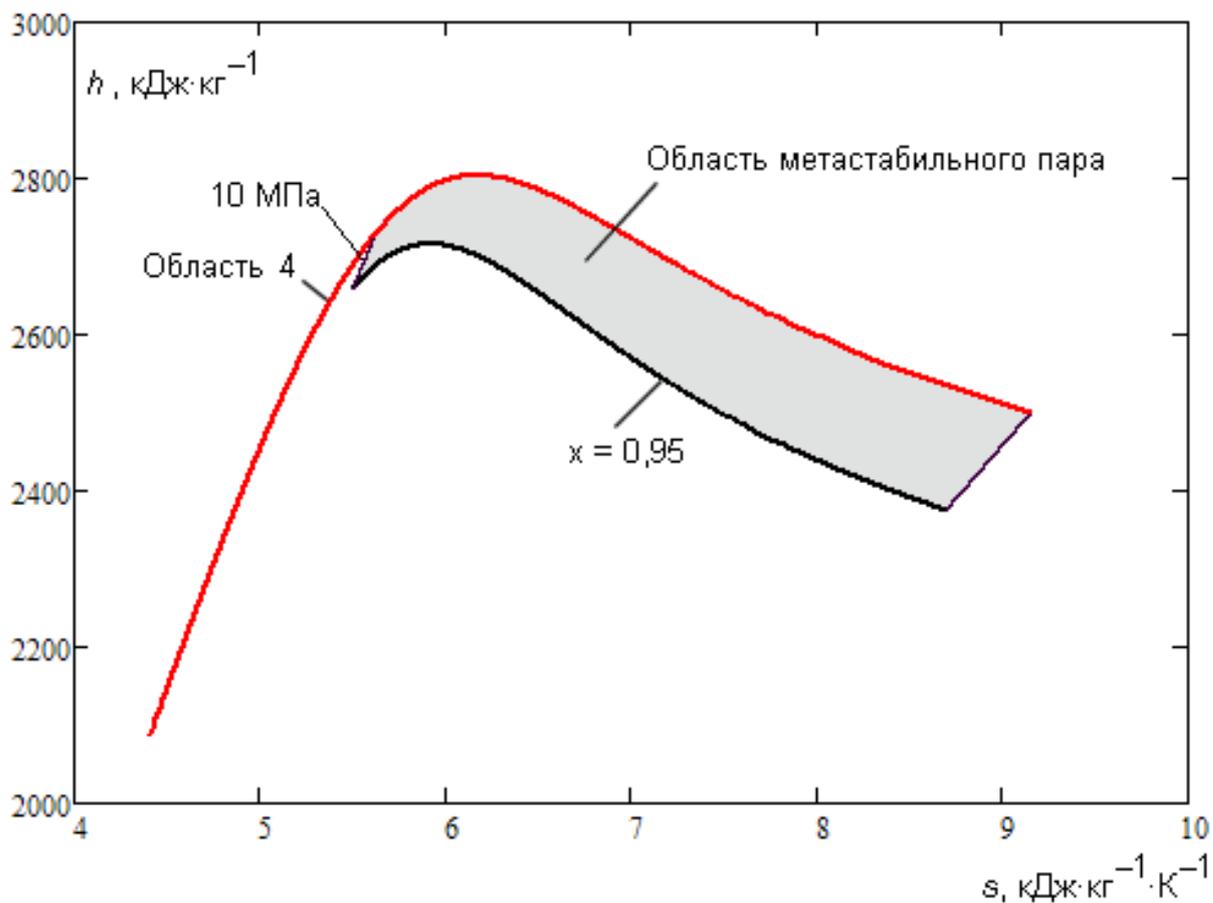


Рис. 6. h, s -диаграмма границ области метастабильного пара

Расхождение значений термодинамических свойств пара на линии насыщения, вычисленных по уравнению (17) и основному уравнению для перегретого пара (5) характеризуется следующими величинами

$$|\Delta v|_{\max} = 0,014\%$$

$$|\Delta s|_{\max} = 0,082\%$$

$$|\Delta h|_{\max} = 0,043 \text{ кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$$

$$|\Delta g|_{\max} = 0,023 \text{ кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$$

$$|\Delta c_p|_{\max} = 0,78\%$$

$$|\Delta w|_{\max} = 0,051\%$$