

## ОБОБЩЕННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ИЗОБАРНОЙ ТЕПЛОЕМОСТИ НА ЛИНИИ НАСЫЩЕНИЯ ЖИДКОСТИ ДЛЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И ИХ СМЕСЕЙ

Б.А. Арутюнов, профессор, О.А. Черткова\*, аспирант

кафедра Процессов и аппаратов химической технологии им. Н.И. Гельперина

МИТХТ им. М.В. Ломоносова, Москва, 119571 Россия

\*Автор для переписки, e-mail: c-olgha@mail.ru

Существующие методы определения теплоемкости чистых веществ – Бонди, Штерлинга – Брауна, Филлипова основаны на методе соответственных состояний. Эти формулы позволяют определить избыточную теплоемкость  $C'_p - C''_p$ , где  $C''_p$  – теплоемкость вещества в идеальном газе. В настоящей работе разработан метод расчета приведенной теплоемкости в зависимости от приведенной температуры, где в качестве масштаба приведения выбрана температура  $T_m$ , при которой свободная энергия фазового перехода жидкость – пар имеет абсолютно минимальное значение, а также для сравнения приведены расчеты по [6]. По методу авторов настоящей работы масштабом приведения теплоемкости принята теплоемкость жидкости на линии насыщения при температуре  $T_m$ .

**Ключевые слова:** термодинамический метод, масштабы, обобщенные зависимости, теплоемкость.

В работе [1] были рассмотрены преимущества теории подобия при изучении теплотехнических свойств веществ.

Существует большое количество методов, позволяющих определить теплоемкость углеводородов на линии насыщения жидкости.

Среди методов расчета температурной зависимости, основанных на принципе соответственных состояний, можно рекомендовать модифицированное уравнение Бонди [2]:

$$\frac{(C'_p - C''_p)}{R} = 2.56 + 0.436(1-\tau) - 1 + \omega[2.91 + 4.28(1-\tau)^{1/3}\tau + 0.296(1-\tau)^{-1}], \quad (1)$$

и формулу Штерлинга–Брауна [2]:

$$\frac{(C'_p - C''_p)}{R} = (0.5 + 2.2\omega)[3.67 + 11.64(1-\tau)^4 + 0.634(1-\tau)^{-1}]. \quad (2)$$

По методу Григорьева Б.А. [3] формула расчета теплоемкости жидкости в зависимости от температуры  $\tau$  имеет вид:

$$C'_p/C''_p \tau=0.6 = A_0 + A_1 \times \tau + A_2/(1-\tau)^n, \quad (3)$$

где  $A_0 = 0.4372$ ,  $A_1 = 0.8593$ ,  $A_2 = 0.01864$ ,  $n = 1.04$

$C''_p \tau=0.6$  – изобарная теплоемкость при  $\tau = 0.6$ .

В работе Филиппова Л.П. [4] формула расчета  $C'_p$  имеет следующий вид:

$$C'_p - C''_p = 20.0 + 3.9\tau^2/(1-\tau) + (74.0 - 24.4/\tau + 12.5/\tau^2)\log 4/A. \quad (4)$$

Формула (4) применима в диапазоне от температуры затвердевания до  $\tau \leq 0.95$ ;  $C'_p$ ,  $C''_p$  в кДж/(кмоль×К).

Использование методов подобия для обобщения экспериментальных данных теплоемкости  $C'_p$  углеводородов позволило получить авторам работы [5] формулу:

$$\frac{(C'_p - C''_p)}{R} = [C_0 + C_1 \times \omega + (C_2 + C_3 \times \omega) \times (1-\tau)^4] / (I + C_4 \times \omega + C_5 \times \tau) + (C_6 + C_7 \times \omega)(1-\tau)^{-1.1} \quad (5)$$

где  $C_0 = 2.036014$ ;  $C_1 = 8.044181$ ;  $C_2 = -7.165011$ ;  $C_3 = 75.20381$ ;  $C_4 = 0.115$ ;  $C_5 = -0.359$ ;  $C_6 = 0.2209837$ ;  $C_7 = 0.3338437$ .

В работе [6] авторы предлагают расчетную формулу для определения  $C'_p$ :

$$C'_p = \omega^m \times (a_0 + a_1 \tau + a_2) / (1-\tau). \quad (6)$$

со следующими постоянными:

$a_0 = 1.275604$ ;  $a_1 = 2.073379$ ;  $a_2 = 0.073345$ ;  $n = 0.902896$ ;  $m = 0.110603$ .

По методу построения обобщенных зависимостей для различных свойств веществ, предложенному авторами настоящей статьи, теплоемкость в приведенной форме на линиях насыщения можно представить в виде:

$$C'_p/C''_p = f(\rho/\rho_m) \quad \text{или} \quad C'_p/C''_p = f(T/T_m) \quad (7)$$

Результаты обработки экспериментальных данных по теплоемкости алканов  $C_6 - C_{11}$  [7, 8] представлены на рис. 1. Аппроксимация полученных результатов привела к следующим формулам:

для интервала  $T < T_m$

$$C'_p/C''_p = [2 - T/T_m - (T - T_m)/T_k \times Z_k]^{-1}; \quad (8)$$

и для интервала температур  $T > T_m$

$$C'_p/C''_p = [0.98 - 5.38(\ln T/T_m)^2]^{-1}. \quad (9)$$

На рис. 2 приводится диаграмма изменения погрешностей экспериментальных данных и данных, полученных по формулам (8) и (9), в зависимости от приведенной температуры для углеводородов  $C_6 - C_{11}$ .

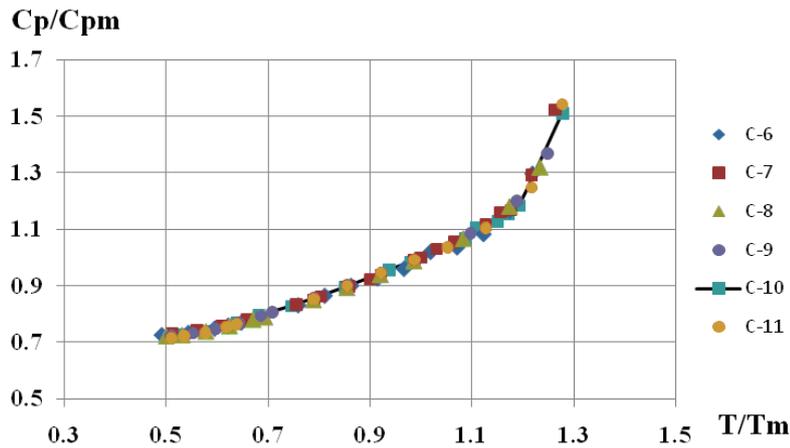


Рис. 1. Зависимость приведенной теплоемкости  $C'_p / C'_{pm}$  углеводородов на линии насыщения жидкости от приведенной температуры  $T/T_m$ .

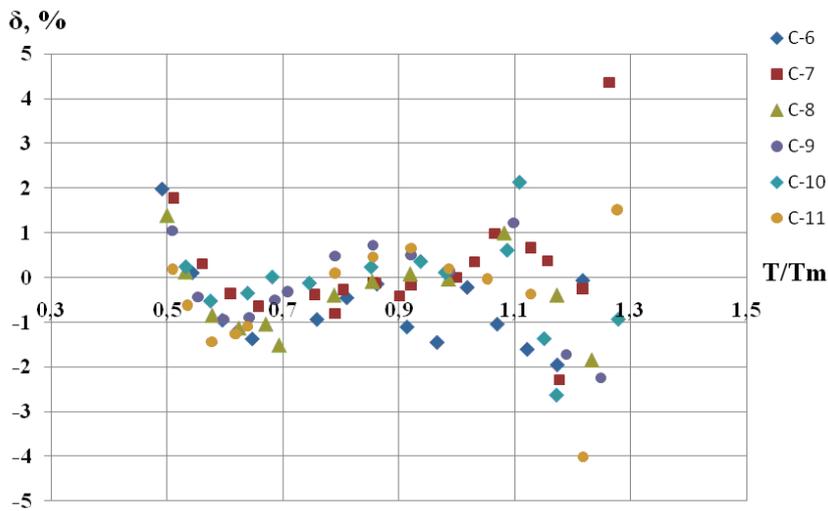


Рис. 2. Диаграмма изменения погрешностей в зависимости от приведенной температуры для углеводородов  $C_6-C_{11}$ .

Для сравнения мы рассчитали теплоемкость в зависимости от температуры по различным формулам. Расчеты приведены в табл. 1. Анализ результатов табл. 1 показал, что среднеарифметическая ошибка расчета по формуле (3)

составляет 0.72%, при максимальной погрешности – 14.6%, по формуле (6) – 2.8%, при максимальной погрешности 9 %, по формулам (8) и (9) – 0.27%, при максимальной погрешности 2.6% в интервале приведенных температур  $0.37 < \tau < 0.92$ .

Таблица 1. Сравнение расчетных значений по формулам (3), (6), (8) и (9) и экспериментальных данных об изобарной теплоемкости углеводородов на линии насыщения жидкости

$T, K$	$\tau$	$T/T_m$	$C'_{pэ}$	$C'_p / C'_{pmэ}$	$C'_p / C'_{pm \text{ расч}}$ (8, 9)	$C'_p / C'_{pr=0.6}$ (3)	$C'_p$ (6)	$\delta\%$ (8, 9)	$\delta\%$ (3)	$\delta\%$ (6)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
гексан										
190	0.374	0.492	1.952	0.726	0.712	0.789	1.893	2.0	7.6	3.0
210	0.414	0.544	1.974	0.734	0.733	0.825	1.970	0.1	4.5	0.2
230	0.453	0.596	2.014	0.749	0.756	0.861	2.048	-1.0	2.3	1.7
240	0.473	0.622	2.041	0.759	0.768	0.880	2.088	-1.2	1.5	2.3
250	0.492	0.648	2.070	0.77	0.781	0.898	2.128	-1.4	0.9	2.8
293	0.577	0.759	2.234	0.831	0.839	0.979	2.302	-0.9	-0.1	3.0
313	0.616	0.811	2.326	0.865	0.869	1.017	2.387	-0.5	0.0	2.6
333	0.656	0.863	2.420	0.9	0.901	1.057	2.474	-0.1	0.2	2.2
353	0.695	0.915	2.490	0.926	0.936	1.099	2.565	-1.1	-0.8	3.0
373	0.735	0.966	2.581	0.96	0.974	1.142	2.661	-1.5	-1.1	3.1
393	0.774	1.018	2.743	1.02	1.022	1.190	2.766	-0.2	0.9	0.8

Таблица 1. Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
413	0.813	1.070	2.786	1.036	1.047	1.243	2.884	-1.0	-2.0	3.5
433	0.853	1.122	2.912	1.083	1.100	1.306	3.025	-1.6	-2.5	3.9
453	0.892	1.174	3.133	1.165	1.188	1.392	3.213	-1.9	-1.6	2.6
470	0.926	1.218	3.485	1.296	1.297	1.510	3.465	-0.1	1.0	0.6
гептан										
210	0.389	0.512	2.018	0.732	0.719	0.802	1.922	1.8	1.9	4.8
230	0.426	0.560	2.046	0.742	0.740	0.836	1.995	0.3	-0.9	2.5
250	0.463	0.609	2.092	0.759	0.762	0.871	2.068	-0.4	-2.7	1.2
270	0.500	0.658	2.150	0.78	0.785	0.905	2.143	-0.6	-3.9	0.3
310	0.574	0.755	2.296	0.833	0.836	0.976	2.296	-0.4	-4.9	0.0
324	0.600	0.789	2.468	0.849	0.856	1.001	2.351	-0.8	-0.1	4.7
330	0.611	0.804	2.376	0.862	0.864	1.012	2.375	-0.3	-5.1	0.1
351	0.650	0.855	2.468	0.895	0.896	1.051	2.461	-0.1	-5.1	0.3
353	0.654	0.860	2.476	0.898	0.899	1.055	2.469	-0.1	-5.2	0.3
370	0.685	0.901	2.545	0.923	0.927	1.088	2.541	-0.4	-5.5	0.1
378	0.700	0.921	2.592	0.939	0.940	1.104	2.576	-0.2	-5.1	0.6
405	0.750	0.987	2.731	0.99	0.989	1.160	2.701	0.1	-4.9	1.1
410.49	0.759	0.999	2.757	1	0.999	1.171	2.725	0.1	-4.9	1.1
423	0.783	1.030	2.837	1.029	1.025	1.202	2.792	0.3	-4.5	1.6
437.49	0.810	1.066	2.908	1.054	1.044	1.238	2.873	1.0	-5.1	1.2
463	0.857	1.128	3.077	1.116	1.109	1.315	3.043	0.7	-5.5	1.1
474.82	0.879	1.157	3.199	1.159	1.155	1.360	3.143	0.4	-4.9	1.7
483	0.894	1.177	3.217	1.167	1.194	1.398	3.226	-2.3	-7.3	0.3
499.63	0.925	1.217	3.561	1.291	1.295	1.508	3.460	-0.3	-4.5	2.8
518.54	0.960	1.263	4.200	1.52	1.457	1.793	4.032	4.1	-5.3	4.0
октан										
216.37	0.380	0.500	2.033	0.723	0.713	0.794	1.904	1.4	6.5	6.3
230	0.404	0.532	2.044	0.727	0.726	0.816	1.951	0.1	4.4	4.5
250	0.439	0.578	2.081	0.74	0.746	0.849	2.021	-0.9	2.4	2.9
270	0.474	0.624	2.134	0.759	0.768	0.881	2.091	-1.1	1.2	2.0
290	0.509	0.670	2.199	0.782	0.790	0.914	2.162	-1.1	0.5	1.7
300	0.527	0.693	2.221	0.79	0.802	0.931	2.198	-1.5	-0.2	1.0
341.1	0.599	0.788	2.393	0.851	0.854	1.000	2.350	-0.4	0.0	1.8
369.53	0.649	0.854	2.515	0.894	0.895	1.050	2.459	-0.1	0.1	2.2
397.95	0.699	0.920	2.643	0.94	0.939	1.103	2.574	0.1	0.1	2.6
426.35	0.749	0.985	2.780	0.988	0.988	1.159	2.698	0.0	0.2	2.9
468.19	0.822	1.082	3.000	1.067	1.056	1.256	2.914	1.0	-0.2	2.9
507.44	0.891	1.173	3.323	1.181	1.186	1.391	3.209	-0.4	-0.1	3.4
533.41	0.937	1.233	3.709	1.319	1.343	1.572	3.594	-1.9	-1.4	3.1
нонан										
230	0.387	0.509	2.064	0.724	0.716	0.801	1.918	1.0	5.0	7.1
250	0.420	0.553	2.087	0.732	0.735	0.831	1.984	-0.4	2.4	4.9
270	0.454	0.598	2.132	0.748	0.755	0.862	2.051	-0.9	1.0	3.8
290	0.488	0.642	2.192	0.769	0.776	0.894	2.118	-0.9	0.2	3.4
310	0.521	0.686	2.263	0.794	0.798	0.925	2.187	-0.5	-0.1	3.4
320	0.538	0.708	2.301	0.807	0.810	0.941	2.222	-0.3	-0.2	3.4
356.76	0.600	0.790	2.449	0.859	0.855	1.001	2.352	0.5	-0.1	4.0
386.49	0.650	0.855	2.572	0.902	0.896	1.051	2.461	0.7	-0.1	4.3
416.22	0.700	0.921	2.693	0.945	0.940	1.104	2.577	0.5	-0.4	4.3
445.95	0.750	0.987	2.825	0.991	0.990	1.161	2.701	0.1	-0.6	4.4
496.1	0.834	1.098	3.093	1.085	1.072	1.275	2.955	1.2	-1.0	4.4
537.09	0.903	1.189	3.420	1.200	1.220	1.425	3.284	-1.7	-2.0	4.0
564.18	0.949	1.249	3.900	1.368	1.399	1.664	3.779	-2.3	-4.5	3.1
декан										
250	0.405	0.533	2.117	0.727	0.725	0.817	1.953	0.2	3.9	7.7
270	0.437	0.575	2.155	0.74	0.744	0.847	2.017	-0.5	2.1	6.4
300	0.486	0.639	2.245	0.771	0.774	0.892	2.114	-0.4	1.0	5.8
320	0.518	0.682	2.315	0.795	0.795	0.922	2.180	0.0	0.7	5.8
350	0.567	0.746	2.411	0.828	0.829	0.969	2.281	-0.1	-0.1	5.4
400	0.648	0.852	2.606	0.895	0.893	1.049	2.456	0.2	-0.3	5.8
440	0.712	0.937	2.780	0.955	0.952	1.117	2.606	0.4	-0.1	6.3
460	0.745	0.980	2.868	0.985	0.984	1.154	2.687	0.1	-0.3	6.3
510.1	0.826	1.086	3.107	1.067	1.060	1.261	2.925	0.6	-1.2	5.9

Таблица 1. Окончание

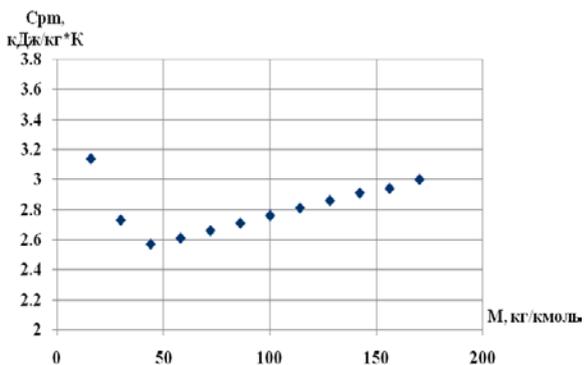
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
520	0.842	1.108	3.220	1.106	1.083	1.287	2.983	2.1	0.4	7.4
540	0.874	1.150	3.284	1.128	1.143	1.349	3.119	-1.4	-2.4	5.0
550	0.890	1.172	3.357	1.153	1.183	1.388	3.204	-2.6	-3.0	4.6
600	0.971	1.278	4.396	1.51	1.524	2.022	4.465	-0.9	14.6	1.6
ундекан										
247.58	0.388	0.510	2.109	0.717	0.716	0.801	1.919	0.2	4.4	9.0
260	0.407	0.536	2.124	0.722	0.726	0.819	1.958	-0.6	3.0	7.8
280	0.438	0.577	2.159	0.734	0.745	0.848	2.019	-1.4	1.2	6.5
300	0.470	0.618	2.218	0.754	0.764	0.877	2.082	-1.3	0.6	6.1
310	0.485	0.639	2.250	0.765	0.773	0.891	2.114	-1.1	0.4	6.1
383.22	0.600	0.789	2.515	0.855	0.854	1.001	2.351	0.1	-0.1	6.5
415.16	0.650	0.855	2.645	0.899	0.895	1.051	2.461	0.5	0.0	7.0
447.09	0.700	0.921	2.781	0.946	0.940	1.104	2.576	0.7	0.2	7.4
479.03	0.750	0.987	2.916	0.991	0.989	1.160	2.701	0.2	-0.1	7.4
510.96	0.800	1.053	3.045	1.035	1.035	1.224	2.842	0.0	-1.1	6.7
547.38	0.857	1.128	3.248	1.104	1.108	1.314	3.042	-0.4	-1.8	6.3
591.21	0.926	1.218	3.666	1.247	1.297	1.510	3.466	-4.0	-3.6	5.5
619.79	0.970	1.277	4.531	1.541	1.518	1.994	4.414	1.5	-11	2.6

Были проанализированы результаты, полученные для теплоемкости  $C'_{pm}$  при температуре  $T_m$  для ряда алканов  $C_1$ – $C_{12}$  (табл. 2). Анализ результатов, представленных в табл. 2, позволил установить простую линейную зависимость между  $C'_{pm}$  и молекулярной массой алканов от

$C_3$  до  $C_{12}$ . В табл. 2 приводятся значения  $C'_{pm}$  для различных алканов. Приведенная на рис. 3 зависимость  $C'_{pm}$  от молекулярной массы алканов  $C_3$ – $C_{12}$  позволяет определить вклад функциональной группы  $-CH_2-$ , который равен 0.05 кДж/(кг×К).

Таблица 2. Значения  $C'_{pm}$  в зависимости от молекулярной массы алканов

Вещество	$C'_{pm}$ [кДж/(кг×К)]	$M$ [кг/кмоль]	Вещество	$C'_{pm}$ [кДж/(кг×К)]	$M$ [кг/кмоль]
$CH_4$	3.1375	16.043	$C_7H_{16}$	2.76	100.2
$C_2H_6$	2.73	30.069	$C_8H_{18}$	2.81	114.23
$C_3H_8$	2.57	44.096	$C_9H_{20}$	2.86	128.26
$C_4H_{10}$	2.61	58.122	$C_{10}H_{22}$	2.91	142.28
$C_5H_{12}$	2.66	72.149	$C_{11}H_{24}$	2.94	156.3
$C_6H_{14}$	2.71	86.175	$C_{12}H_{26}$	3	170.33

Рис. 3. Зависимость  $Cp_m$  от  $M$  гомологического ряда алканов.

Обработка в виде (7) была применена к многокомпонентным смесям – газоконденсатам различных месторождений (рис.4).

Аппроксимация полученных результатов привела к следующим формулам:

для интервала  $T < T_m$ :

$$C'_p/C'_{pm} = [2 - T/T_m - (T - T_m)/T_k \times Z_k^2]^{-1}, \quad (10)$$

и для интервала температур  $T > T_m$

$$C'_p/C'_{pm} = [0.98 - 4.88(\ln T/T_m)^2]^{-1}. \quad (11)$$

В формулах (8), (9), (10) и (11) температура  $T_m$  определялась по формуле  $T_m = 0.76 \times T_k$ , где  $T_k$  – истинная критическая температура смеси, которая была определена по методике, приведенной в работе [5].

В табл. 3 представлены результаты сопоставления экспериментальных и расчетных по формулам (10) и (11) данных, а на рис. 5 – диаграмма погрешностей экспериментальных данных и данных, полученных по формулам (10) и (11) для газоконденсатов. Анализ полученных результатов показал, что погрешность расчетных значений  $C'_p/C'_{pm}$  расч. на всем интервале температур не превосходит 2.7 %.

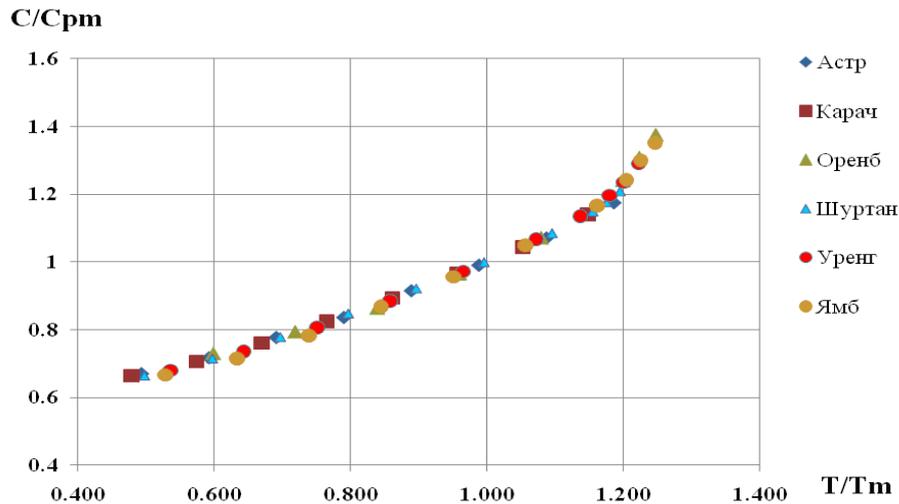


Рис. 4. Зависимость приведенной теплоемкости  $C'_p/C'_{pm}$  газоконденсатов на линии насыщения жидкости от приведенной температуры  $T/T_m$ .

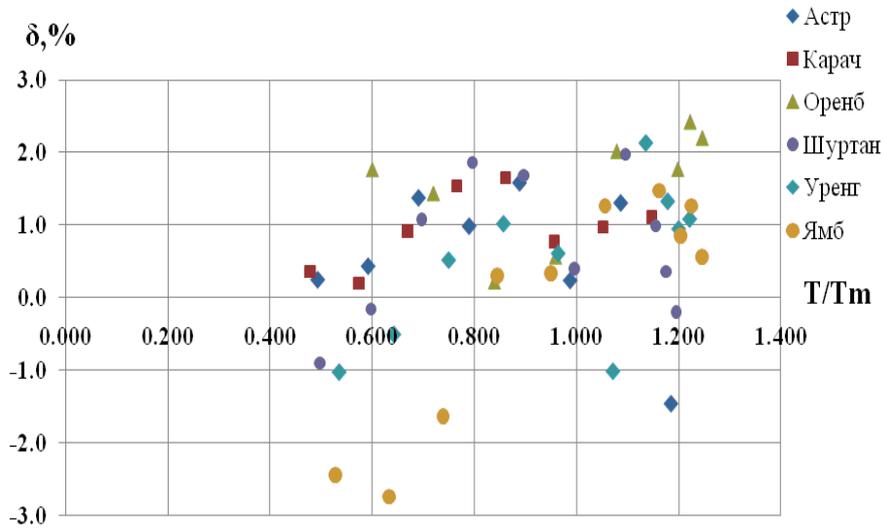


Рис.5. Диаграмма изменения погрешностей в зависимости от приведенной температуры для газоконденсатов.

Таблица 3. Сравнение экспериментальных и расчетных по формулам (10) и (11) данных об изобарной теплоемкости на линии насыщения жидкости газоконденсатов

$T, K$	$T/T_m$	$C'_p/C'_{pm}$	$C'_p/C'_{pm}$ расч	$\delta, \%$
Астраханское месторождение				
250	0.494	0.67	0.668	0.2
300	0.593	0.717	0.714	0.4
350	0.692	0.777	0.766	1.4
400	0.790	0.836	0.828	1.0
450	0.889	0.915	0.901	1.6
500	0.988	0.9905	0.988	0.2
550	1.087	1.071	1.057	1.3
600	1.185	1.175	1.192	-1.5
Карачаевское месторождение				
250	0.478	0.664	0.662	0.4
300	0.574	0.706	0.705	0.2
350	0.670	0.761	0.754	0.9

Таблица 3. Окончание

400	0.765	0.824	0.811	1.5
450	0.861	0.8933	0.879	1.7
500	0.957	0.966	0.959	0.8
550	1.052	1.044	1.034	1.0
600	1.148	1.14	1.127	1.1
Оренбургское месторождение				
250	0.599	0.73	0.717	1.8
300	0.719	0.794	0.783	1.4
350	0.839	0.864	0.862	0.2
400	0.959	0.966	0.961	0.6
450	1.079	1.072	1.050	2.0
500	1.199	1.2416	1.22	1.8
510	1.223	1.3088	1.277	2.4
520	1.247	1.376	1.346	2.2
Шуртановское месторождение				
250	0.498	0.664	0.67	-0.9
300	0.598	0.715	0.716	-0.2
350	0.697	0.778	0.77	1.1
400	0.797	0.848	0.832	1.9
450	0.896	0.922	0.906	1.7
500	0.996	1	0.996	0.4
550	1.096	1.086	1.065	2.0
580	1.155	1.15	1.139	1.0
590	1.175	1.177	1.173	0.4
600	1.195	1.21	1.212	-0.2
Уренгойское месторождение				
250	0.536	0.68	0.687	-1.0
300	0.643	0.736	0.74	-0.5
350	0.750	0.806	0.802	0.5
400	0.858	0.885	0.876	1.0
450	0.965	0.972	0.966	0.6
500	1.072	1.067	1.078	-1.0
530	1.136	1.135	1.111	2.1
550	1.179	1.196	1.18	1.3
560	1.201	1.236	1.224	1.0
570	1.222	1.29	1.276	1.1
Ямбургское месторождение				
250	0.528	0.667	0.683	-2.4
300	0.634	0.715	0.735	-2.7
350	0.739	0.782	0.795	-1.6
400	0.845	0.869	0.866	0.3
450	0.95	0.956	0.953	0.3
500	1.056	1.049	1.036	1.3
550	1.162	1.166	1.149	1.5
570	1.204	1.242	1.231	0.8
580	1.225	1.319	1.284	2.7
590	1.246	1.38	1.344	2.6

В заключение можно отметить, что разработан простой термодинамический метод определения приведенной теплоемкости углеводородов и их смесей на линии насыщения жидкости в зависимости от приведенной температуры.

#### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

$C'_p$  – изобарная теплоемкость, кДж/(кг К);  $C_p^0$  – идеально газовая теплоемкость при постоянном давлении, кДж/(кг К);  $R$  – газовая постоянная, кДж/(кг К);  $\omega$  – фактор ацентричности Питцера;  $T$  – температура, К;  $T_k$  – критическая температура, К;  $T_m$  – температура, при которой свободная энергия процесса перехода жидкость–пар минимальная, К;  $\tau$  – приведенная температура,  $\tau = T/T_k$ ;  $C'_{pm}$  – изобарная теплоемкость при температуре  $T_m$ , кДж/(кг К);  $\rho$ ,  $\rho_m$  – плотности жидкости на линии насыщения при температуре  $T$  и  $T_m$  соответственно, кг/м<sup>3</sup>;  $Z_k$  – критический фактор сжимаемости;  $M$  – молекулярная масса вещества, кг/кмоль.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Арутюнов Б.А. Арутюнов А.Б. Исследование термодинамических свойств веществ при фазовых переходах жидкость–пар // Вестник МИТХТ. 2010. Т. 5. № 2. С.37–41.
2. Рид Р., Шервуд Т., Праусниц Дж. Свойства газов и жидкостей. Л.: Химия, 1982. 592 с.
3. Кузнецов М.А., Горбачев А.С. Определение изобарной теплоемкости *n*-алканов C<sub>7</sub>–C<sub>11</sub> до температур критической точки // Теор. основы хим. технологии. 2005. Т. 39. № 4. С. 476–480.
4. Филиппов Л.П. Методы расчета и прогнозирования свойств веществ. М.: Изд-во МГУ, 1988. 252 с.
5. Григорьев Б.А., Герасимов А.А., Лангаков Г.А. Теплофизические свойства фазовые равновесия газовых конденсатов и их фракций. М.: Изд. дом МЭИ, 2007. 344 с.
6. Yuan T.F., Stiel L.I. Heat capacity of saturated nonpolar and polar liquids // Ind. Eng. Chem. Fundam. 1970. № 9. P. 393–400.
7. Григорьев Б.А. Исследование теплофизических свойств нефтей, нефтепродуктов и углеводородов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Баку, 1979. 39 с.
8. Кузнецов М.А. Научные основы прогнозирования и расчета термодинамических свойств неполярных углеводородов: дис. ... д-ра техн. наук, Тамбов. 2005. 325 с.

## GENERALIZED CORRELATIONS OF THE ISOBARIC HEAT CAPACITY ON THE SATURATED LIQUID LINE FOR HYDROCARBONS AND MIXTURES THEREOF

**B.A. Arutyunov, O.A. Chertkova<sup>®</sup>**

*M.V. Lomonosov Moscow State University of Fine Chemical Technologies, Moscow, 119571 Russia*

<sup>®</sup>*Corresponding author e-mail: c-olgha@mail.ru*

*A new method based on thermodynamic similarity and experimental data for the isobaric heat capacity of hydrocarbons and mixtures thereof on the saturated liquid line is offered to calculate the adjusted heat capacity for hydrocarbons and mixtures thereof with due regard to the reduced temperature. Formulas have been developed to estimate the reduced heat capacity for the reduced temperature values within the range  $0.37 < \tau < 0.92$  with an error less than 2.6% for the hydrocarbons and the entire temperature range with an error less than 2.7% for the of mixtures thereof.*

**Keywords:** *thermodynamic method, scale, generalized correlations, heat capacity.*