

Авторефер
П56

проф. Урмаев Н.В.
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ХОЛОДИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

ПОНОМАРЕВА Октябрина Павловна

УДК 536.632:621.564.2

ИЗОБАРИЧНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ
(ЭКСПЕРИМЕНТ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА)

Специальность 05.14.05 - Теоретические основы
теплотехники

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

XV 1125

Институт холода
ОНАХТ
бібліотека

Одесса - 1988

Работа выполнена в Одесском технологическом институте
холодильной промышленности

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор
Кессельман П.М.

Официальные оппоненты – доктор технических наук, профессор
Геллер В.З.
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
Ковальчук Б.А.

Ведущая организация – Всесоюзный научно-исследовательский центр
по материалам и веществам Госстандарта
(ВНИИ МВ Госстандарта), г.Москва

Защита диссертации состоится 26 сентября 1988г.
в 11.00 часов на заседании специализированного совета
К.068.27.01 в Одесском технологическом институте холодильной
промышленности по адресу: 270057, г.Одесса, ул.П.Великого, 1/3

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института

Автореферат разослан " ____ " _____ 1988г.

секретарь
совета

Р.К.Никитин

- 3 -

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В связи с интенсивным развитием техники непрерывно возрастает потребность в данных о теплофизических свойствах разнообразных веществ и материалов. Галоидопроизводные углеводорода – хладагенты R 113, R 114, R 115, R 218 и R 318, – калорические свойства которых исследованы в настоящей работе, являются перспективными рабочими телами современной холодильной техники, криогеники, химической технологии, энергетики и др. Данные об изобарной теплоемкости этих соединений необходимы для проектирования и эксплуатации широкого круга промышленных установок.

Для указанных хладагентов отсутствовали надежные экспериментальные данные об изобарной теплоемкости C_p в широком диапазоне параметров состояния, исключение составляет лишь R 113, для которого имелись сведения о теплоемкости в ограниченном интервале температур и давлений. Поэтому для разработки справочных таблиц требовались экспериментальные измерения изобарной теплоемкости.

Целью работы является разработка, создание экспериментальной установки для исследования изобарной теплоемкости хладагентов в широкой области параметров состояния и измерения C_p технически важных хладагентов R 113, R 114, R 115, R 218 и R 318 с последующей разработкой таблиц калорических свойств на основе полученного экспериментального материала для удовлетворения потребностей народного хозяйства в достоверных справочных данных.

Настоящая работа является частью комплексного экспериментального исследования теплофизических свойств вышеперечисленных хладагентов, проводимого на кафедре инженерной теплофизики ОТИП согласно республиканским планам в области естественных и общественных наук, утвержденных Постановлением Президиума АН УССР №398 от 20.II.73 г. и №604 от 25.II.80 г., а также согласно плану государственной стандартизации на 1981 г. по Украинской ССР, утвержденному Постановлением Госстандарта №113 от 9.IO.80 г.

Научная новизна. 1. Разработана методика измерения и создана экспериментальная установка, реализующая метод непрерывного нагрева в адиабатном калориметре и позволяющая проводить исследование изобарной теплоемкости жидких хладагентов в диапазоне температур 200-425 К и давлений 20 МПа.

2. В результате экспериментальных измерений впервые получены данные об изобарной теплоемкости хладагентов R 113, R 114, R 115, R 218 и R 318 в широкой области параметров состояния.

3. На основе экспериментального материала о C_p и аппроксимирующих уравнений разработаны подробные таблицы изобарной теплоемкости указанных веществ, охватывающие область жидкого состояния до давлений 20 МПа.

4. Разработана методика расчета изобарной теплоемкости жидких галогидропроизводных углеводородов (фреонов) как на линии равновесия жидкость-пар, так и в однофазной области до давлений 20 МПа при наличии минимальной исходной информации о C_p (1 точка), при приведенной плотности $\omega \geq 2,4$ и данных по плотности жидкости.

5. С использованием данной методики впервые рассчитана изобарная теплоемкость хладагента R 116 в интервале температур $0,6 \leq T \leq 1,1$ до давлений 20 МПа.

6. Разработана новая методика расчета (прогнозирования) изобарной теплоемкости кипящей жидкости галогидропроизводных углеводородов по структурной формуле вещества с использованием в качестве переменной приведенного давления насыщенных паров.

Практическая ценность и реализация работы. Таблицы теплотных свойств октафторциклобутана (R 318), октафторпропана (R 218) и галогидропроизводных этана (R 113, R 114, R 115, R 116) используются и могут быть применены для расчетов технологических процессов холодильных, энергетических и химических аппаратов. Результаты исследований внедрены в Пермском филиале ИИХ при расчете технологических процессов химии галогидрозамещенных углеводородов; при проектировании теплообменников с двухфазными термосифонным типом "воздух-воздух". Данные об изобарной теплоемкости R 218 предоставлены Государственной службой стандартных справочных данных (ГСС) в качестве рекомендуемых справочных данных.

В процессе выполнения работы были сформулированы следующие научные положения:

1. В области жидкости в диапазоне приведенной плотности $2,4 \leq \omega \leq 3,2$ изобарная теплоемкость вдоль изохор практически не зависит от давления.

2. Для расчета теплоемкости жидких галогидропроизводных углеводородов на линии насыщения и в однофазной области достаточно знать одну экспериментальную точку по C_p из интервала $2,4 \leq \omega \leq 3,2$ и данные по плотности в жидкой фазе.

3. Использование в качестве переменной приведенного давления насыщенных паров позволяет получить эффективную методику про-

гнозирования изобарной теплоемкости кипящей жидкости для различных галогидропроизводных углеводородов по структурной формуле вещества.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на: У-й Всесоюзной конференции по теплофизическим свойствам веществ (г.Лиев, 1974г.), Всесоюзном семинаре по методам исследования изохорной теплоемкости (г.Махачкала, 1977г.), Всесоюзной конференции "Совершенствование процессов, машин и аппаратов холодильной и криогенной техники и кондиционирования воздуха" (г.Ташкент, 1977г.), республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов "Автоматизация производственных процессов" (г.Грозный, 1979г.), заседаниях Рабочей группы по "Фреонам" (г.Одесса, 1972 г; г.Москва, 1975 г.), 46-56 научно-технических конференциях ОТИХ в 1977-1987 гг.

Основное содержание диссертации отражено в 12 печатных работах и 10 научно-технических отчетах ОТИХ.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 209 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников из 84 наименований и приложений. Работа содержит 59 таблиц, 26 рисунков. В приложениях к диссертации приводятся таблицы изобарной теплоемкости R 113, R 114, R 115 и R 318 и документы о внедрении результатов исследования.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, отражена научная новизна, дана аннотация защищаемых научных положений.

В первом разделе приведен краткий обзор и анализ экспериментальных исследований теплоемкости галогидропроизводных этана (R 112, R 113, R 114, R 115, R 116), бутана (R 318) и пропана (R 218). Установлено, что изобарная теплоемкость этих веществ в области жидкости в широком интервале температур и давлений не изучена. Частично изучена C_p при давлениях до 3,5 МПа лишь R 113. Кратко рассмотрены методы определения теплоемкости жидкости и сделан выбор направления исследования, который предусматривает экспериментальные измерения C_p указанных хладагентов в широком интервале параметров состояния.

Во втором разделе приведено описание экспериментальной уста-

новки, методика проведения опытов, расчет погрешности измерений. Схема установки, реализующей метод непрерывного нагрева при измерении изобарной теплоемкости жидких хладагентов, представлена на рисунке I.

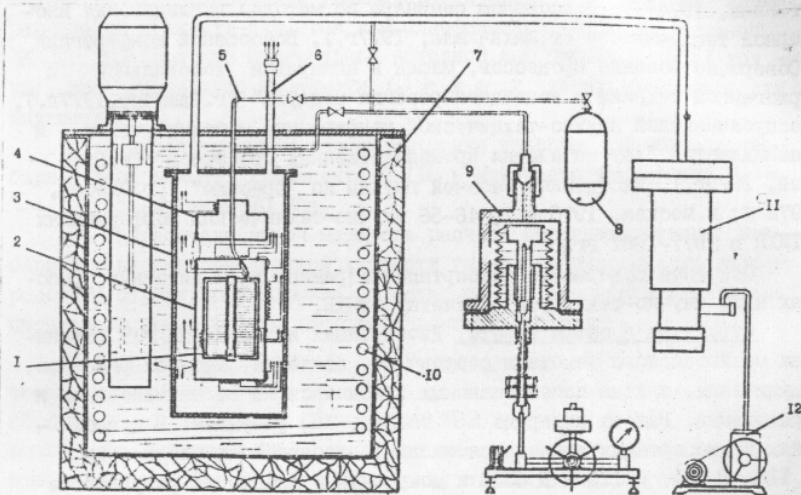


Рис. I. Принципиальная схема экспериментальной установки:

1 - калориметр; 2 - адиабатическая оболочка; 3 - вакуумная камера; 4 - охранный кольцо; 5 - капилляр для заправки калориметра веществом; 7 - термостат; 8 - заправочный баллончик; 9 - сильфонный блок; 10 - змеевик для прокачки жидкого азота; 11 - диффузионный насос; 12 - форвакуумный насос.

Цилиндрический калориметр I выполнен из стали 4Х13. Плоские донья, выполненные из той же стали, приварены к цилиндру микроплазменной сваркой. По центру калориметра расположена гильза, вваренная в донья. В ней монтируется платиновый термометр сопротивления. Объем калориметра составил 27 см^3 , его размеры позволяют работать при давлениях до 20 МПа в области упругих деформаций. Для уменьшения перепада температур в исследуемой жидкости и внутри калориметра по всей высоте расположены горизонтально серебряные диски с зазором в 1 мм, имеющие отверстия диаметром 2 мм по всей своей площади. Калориметр помещен в адиабатическую оболочку 2, выполненную из красной меди. С торцов оболочка ограничена плоскими медными доньями.

ками.

Для того, чтобы свести к нулю конвективную составляющую остаточного теплообмена с окружающей средой, калориметр помещен в вакуумную камеру 3, выполненную из латуни. Внутренняя поверхность камеры утомирована и тщательно отполирована. Вакуум в камере $1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$ мм рт.ст. создается диффузионным насосом II в комплекте с форвакуумным I2 типа ВЧ-2МГ. На боковой поверхности калориметра в спиральной канавке бифилярно уложен нагреватель. Нагреватели также смонтированы на цилиндрической части адиабатной оболочки и на плоских ее доньях. Для измерения разности температур между калориметром и медной оболочкой, цилиндрической частью оболочки и плоскими доньями служат три пятиспайные медь-константановые дифференциальные термодатчики, спай которых расположены по всей поверхности оболочки и калориметра.

Калориметр соединен с системой заполнения исследуемым хладагентом и системой создания и измерения давления нержавеющей капиллярной трубкой 5, который приведен в хороший тепловой контакт с охранным кольцом 4, выполненным из меди и снабженным нагревателем, при помощи которого поддерживается "нулевая" разность температур между кольцом и адиабатной оболочкой. Все провода и термоэлектроды выводятся из вакуумной камеры по нержавеющей капиллярной трубке 6, в верхней части которой находится узел герметичного уплотнения. Вакуумная камера помещена в жидкостный термостат 7, температура в котором в опытах поддерживается равной температуре калориметра.

Для поддержания адиабатических условий опыта созданы автоматические регуляторы, построенные по блочному принципу из серийно выпускаемых приборов Ф116 и У1136, реализующие пропорциональный закон регулирования. Измерение энергии, выделяемой нагревателем калориметра, производилось автоматически при помощи цифрового вольтметра Ф1513. Источником питания нагревателя служил стабилизатор У1136 с дополнительным R-фильтром. Постоянное давление в опыте поддерживалось сильфонным блоком 8, соединенным с калориметрической системой и системой заправки калориметра веществом. Сильфон отделял вещество от масляной системы грузопоршневого манометра МП-600.

При исследовании теплоемкости хладагентов была применена следующая методика. Для заполнения калориметрической системы веществом использован специальный баллончик 9, в котором вещество деаэрировалось путем многократного замораживания и вакуумирования с последующим размораживанием. После подготовки вещества заправочный баллончик подсоединили к установке: соединительная коммуникация и сама

установка вакуумировались. Затем в калориметр перекидывали хладагент из баллончика, при этом сильфон создания давления опускался в крайнее нижнее положение. После заполнения установки веществом закрывали запорный вентиль и в системе сильфоном создавали давление опыта, установку выводили на нужную температуру при помощи термостата 7. Для ускорения выхода на режим в вакуумную камеру подавали газообразный гелий при незначительном избыточном давлении.

Термостатирование при температурах 213-233 К производилось прокачкой жидкого азота через змеевик 10 термостата. Термостатирующей жидкостью служил уайт-спирит, а в интервале температур 293 - 425 К - кремнийорганическая жидкость ПМС-100. После того, как все части калориметрической системы принимали заданную начальную (отрицательную) температуру, из вакуумной камеры эвакуировали гелий, на нагреватели калориметра подавали напряжение и одновременно включали нагреватели адиабатной защиты и термостата.

После выхода установки на режим (он достигался через 10-15 минут после включения всех нагревателей) включали систему автоматической записи падения напряжения на нагревателе калориметра и на образцовом сопротивлении, включенном в цепь последовательно с нагревателем. Регистрация напряжения производилась цифровым вольтметром ИИ513 класса 0,01, работающим в режиме непрерывного измерения, с выходом на печатающее устройство типа ЭЦМ-23. Запись падения напряжения велась по командному импульсу, вырабатываемому временным блоком транскриптора Ф577 с внешним высокостабильным кварцевым генератором.

Временные интервалы контролировались частотомером Ф571. Через каждые 10 мин вели измерение температуры в калориметре платиновым термометром сопротивления типа ТСНН-1 в комплекте с потенциометром Р348 класса 0,002 по сигналу, вырабатываемому временным блоком транскриптора. Темп нагрева вещества в калориметре варьировали в пределах 0,2-2,0 К за 10 мин в зависимости от исследуемой области температур и давлений. Масса вещества, заключенного в калориметре, в процессе опыта определялась по объему калориметра и плотности вещества для данного интервала температур.

Разработанная методика и вновь созданная полуавтоматическая экспериментальная установка, реализующая метод непрерывного нагрева в адиабатном калориметре при измерении изобарной теплоемкости жидких веществ, позволяют в кратчайший срок получить подробный массив данных по C_p в широкой области параметров состояния и в несколько

раз ускорить процесс исследования по сравнению с другими методами, обеспечивая при этом высокую точность.

В методе непрерывного нагрева теплоемкость определяли по формуле

$$C_p = \frac{1}{m} (W_2 - W_1), \text{ кДж/кг} \cdot \text{К} \quad (1)$$

где $W_2 = Q_2/\Delta T$ - теплоемкость всей системы вместе с исследуемым веществом; $W_1 = Q_1/\Delta T$ - теплоемкость пустого калориметра; Q_2, Q_1 - количество тепла, вводимое в калориметр за интервал времени Δt ; ΔT - повышение температуры в опыте за интервал времени Δt ; m - количество вещества, участвующего в опыте.

Оценка погрешности измерений составила при определении: объема калориметра - 0,01 %; температуры - 0,1 %; давления - (0,05-0,06) %; количества вещества - 0,138 %; количества тепла, подводимого к калориметру, - 0,04 %; теплового эквивалента калориметра - 0,117 %; погрешность измерения теплоемкости составила $\pm(0,5-0,7)$ %.

В третьем разделе приведены результаты экспериментального исследования изобарной теплоемкости хладагентов R II3, R II4, R II5, R 218 и RC318. Опыты проведены с образцами, содержание основного вещества в которых составляло, соответственно: 99,95; 99,97; 99,95; 99,97 и 99,96 мольных процентов. Области исследования C_p представлены в табл. I.

Таблица I

Области экспериментального исследования изобарной теплоемкости галоидопроизводных углеводородов

Давление, Р, МПа	Хладагенты				
	R II3	R II4	R II5	R 218	RC318
	Диапазон температур, К				
1,0	245-410	240-356	-	216-302	240-339
1,5	-	-	229-316	-	-
2,0	241-423	228-384	228-328	-	237-366
3,1	-	-	302-369	-	-
3,2	-	378-418	-	-	-
5,0	306-423	224-424	297-419	217-305	241-425
7,0	321-421	-	325-418	-	304-417
10,0	242-423	299-415	233-415	223-302	245-423
15,0	303-421	323-419	332-421	-	329-421
20,0	249-422	228-424	232-421	-	286-421

Изобарная теплоемкость R II4, R II5, R 2I8 и R 3I8 в широкой области параметров состояния измерена впервые, а для R II3 впервые получены данные о C_p в диапазоне температур 240–415 К при давлениях 5,0–20,0 МПа. Как показал сравнение наших значений C_p с данными других авторов, наблюдается хорошее согласие с наиболее достоверными из них. Экспериментальные данные по изобарной теплоемкости хладагентов были аппроксимированы уравнениями по методу наименьших квадратов

$$C_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^m A_{ij} \left(\frac{T}{500} \right)^i \left(\frac{P}{10} \right)^j, \quad (2)$$

где T – температура; K ; P – давление, МПа; A_{ij} – коэффициенты аппроксимации (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты уравнения (2)

A_{ij}	Хладагенты			
	R II3	R II4	R II5	RC3I8
A_{10}	4,0264813	1,74266488	-3,36714192	-4,0901315
A_{11}	1,06035162	2,99242632	9,54211532	9,46699746
A_{12}	-0,32125939	-0,188928697	0,22789187	0,13431374
A_{13}	0,05281553	-0,210285656	-1,43618433	-1,27354895
A_{20}	-6,49721330	6,940625020	40,4915879	39,9015369
A_{21}	-5,12313118	-18,1155661	-64,5725784	-56,7405249
A_{22}	1,29999720	2,42267922	7,38713376	5,83833633
A_{23}	-0,120687698	0,853939509	5,87933841	4,72667161
A_{30}	3,93802606	-21,6499415	-94,896332	-81,9611091
A_{31}	8,46120424	36,4097995	145,478387	113,3562620
A_{32}	-1,92970895	-7,38590852	-33,5164098	-23,9974796
A_{33}	0,04501551	-0,883704418	-6,04710994	-4,36147193
A_{40}	-0,0427646214	16,3176825	70,1668651	53,1688423
A_{41}	-4,89220275	-24,5750443	-109,36513	-75,7266079
A_{42}	1,14028198	6,69736467	35,7109654	23,1280623

Уравнение (2) справедливо в интервале температур 200–425 К при давлениях до 20 МПа. Средняя квадратическая погрешность описания C_p уравнениями типа (2) составила: для R II3 – 0,03%; R II4, R II5 и RC3I8 – 0,02 %. Следует отметить, что эти уравнения не опи-

сывают теплоемкость жидких хладагентов в области резкого изменения значений C_p на изобарах. Подробно таблицы изобарной теплоемкости R II3, R II4, R II5 и R 3I8, рассчитанной по уравнению (2), приведены в приложениях диссертации.

Для хладагента R 2I8 был проведен тщательный анализ зависимости изобарной теплоемкости C_p от температуры, давления и плотности, который позволил установить рациональную форму уравнения

$$C_p = C_p' - K(\rho - \rho'), \quad \text{кДж/(кг·К)}, \quad (3)$$

где ρ и ρ' – плотность жидкости в однофазной области и на линии насыщения, кг/м³; $K = 0,000,85$. Данные по теплоемкости кипящей жидкости C_p' были аппроксимированы уравнением

$$C_p' = 0,785 \cdot (1 - \tau)^{-0,493}, \quad \text{кДж/(кг·К)}, \quad (4)$$

где $\tau = T/T_{кр}$ – приведенная температура; $T_{кр}$ – критическая температура. Отклонения экспериментальных значений C_p от рассчитанных по уравнению (3) не превышают $\pm 1,2$ %. Уравнение (3) справедливо в интервале температур 200–310 К при давлениях до 10 МПа. Изобарная теплоемкость R 2I3 как на линии насыщения, так и в однофазной области аттестована ГСССД в качестве рекомендуемых справочных данных.

В четвертом разделе предложены новые методики расчета изобарной теплоемкости жидких галоидопроизводных углеводородов на линии насыщения и в однофазной области.

1. При графической обработке экспериментальных данных о C_p исследованных хладагентов этанового ряда (R II3, R II4, R II5) в приведенных координатах $\bar{C}_p$ и ω , где в качестве точки приведения теплоемкости выбрано значение C_p' при $\omega = 2,4$, было установлено подобие этих веществ. Проанализировав имеющиеся литературные и собственные экспериментальные данные по C_p хладагентов метанового, пропанового и бутанового рядов (R II, R I2, R I3, R I4, R 2I, R 22, R 23, R 2I8, R 3I8), мы провели их совместную обработку с C_p' R II3, R II4 и R II5 в координатах $\bar{C}_p$, ω . Результаты обработки представлены на рис. 2. Как видно, она привела к единой для всех указанных хладагентов зависимости $\bar{C}_p$, ω . Исходя из этого, теплоемкость кипящей жидкости хладагентов в интервале приведенной плотности $1,8 \leq \omega \leq 3,2$ аппроксимирована уравнением

$$1/\bar{C}_p = [0,91896 + 0,444458 \ln(\omega - 1,2)], \quad (5)$$

где $\bar{C}_p = C_p / C_p^*$; C_p^* - теплоемкость кипящей жидкости хладагентов при $\omega = 2,4$; $\omega = \rho / \rho_{кр}$ - приведенная плотность; $\rho_{кр}$ - критическая плотность. Отклонения C_p , рассчитанных по уравнению (5), от литературных значений для указанных веществ не превышали $\pm 2,5\%$.

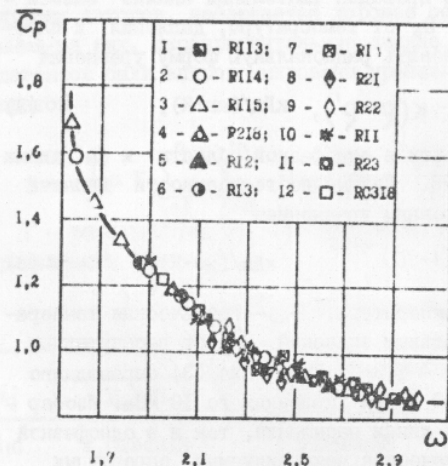


Рис.2. Обобщенная зависимость изобарной теплоемкости от плотности на линии насыщения.

Учитывая то, что полученные нами экспериментальные данные о C_p R II3, R II4 и R II5 охватывают довольно широкую область параметров состояния в жидкой фазе, мы сочли целесообразным проанализировать вопрос о подобии изобарной теплоемкости в зависимости от плотности в области больших давлений. Обработка результатов в $\bar{C}_p, \omega$ - координатах привела к единой для указанных хладагентов зависимости (рис.3), причем в области $2,4 \leq \omega \leq 3,2$ изобарная теплоемкость при одинаковых плотностях не зависит от давления. При $\omega < 2,4$ наблюдается расслоение изобар, но подобие хладагентов при этом сохраняется.

Для исследованных экспериментально хладагентов R II, R II3, R II4, R II5, R II6 и R C318 обработка изобарной теплоемкости в $\bar{C}_p, \omega$ - координатах привела к одинаковой для всех температур и давлений зависимости от плотности. Исходя из этого, изобарная теплоемкость жидкости галоидопроизводных углеводородов при повышенных давлениях (до 20 МПа) при $\omega \geq 2,4$ может быть рассчитана по уравнению (5), а при $\omega < 2,4$ - из выражения

$$1/\bar{C}_p = [0,94896 + 0,44445 \ln(\omega - 1,2)] - [0,292 - 0,174 \ln(\omega - 1,2)] \chi^{0,48} \quad (6)$$

где $\bar{C}_p = C_p / C_p^*$; $\omega = \rho / \rho_{кр}$; $\chi = P / P_{кр}$; P - давление, МПа; $P_{кр}$ - критическое давление.

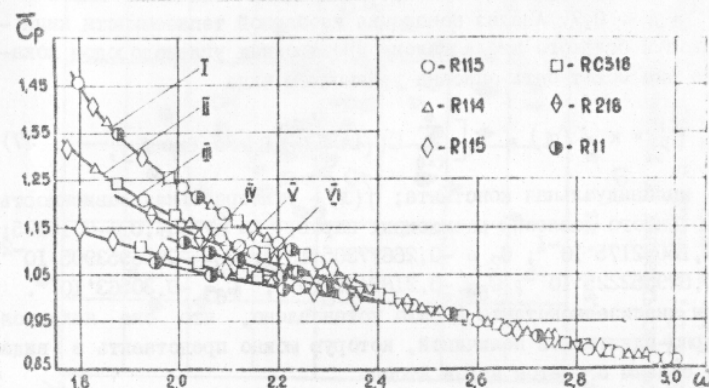


Рис.3. Обобщенная зависимость изобарной теплоемкости от плотности и давления:

I - линия насыщения; II - $\chi = 1,07$; III - $\chi = 2,60$; IV - $\chi = 3,44$; V - $\chi = 5,34$; VI - $\chi = 5,71$.

Проведено сопоставление C_p , рассчитанной по уравнениям (5) и (6) (C_p^* для каждого из хладагентов принято при $\omega = 2,4$), с литературными данными. Погрешность расчета изобарной теплоемкости лежит в пределах $\pm(0,5-2,5)\%$. Учитывая то, что фреоны этанового ряда (R II2, R II3, R II4, R II5, R II6) термически подобны, уравнения (5) и (6) были применены нами для расчета изобарной теплоемкости R II6 в однофазной области до давлений 20 МПа.

Таким образом, предложенная обобщенная зависимость $C_p = f(\omega, \chi)$ позволяет рассчитывать изобарную теплоемкость галоидопроизводных углеводородов не только на линии насыщения, но и в однофазной области с погрешностью, достаточной для практических целей, располагая ограниченным экспериментальным материалом (I точка) о C_p из интервала $2,4 \leq \omega \leq 3,2$ и данными о плотности жидкости.

2. Общеизвестные методики расчета теплоемкости кипящей жидкости в большинстве своем базируются на использовании данных по теплоемкости идеального газа C_p^0 , которые для сложных органических

ких соединений подчас в литературе отсутствуют. В настоящей работе предложена методика расчета изобарной теплоемкости жидкости на линии насыщения галоидпроизводных метана, этана, пропана, бутана в интервале температур $0,5 \leq T \leq 0,9$ и давлений насыщения паров $0,5 \cdot 10^{-4} \leq p \leq 0,7$. Анализ поведения изобарной теплоемкости кипящей жидкости большого числа галоидпроизводных углеводородов показал, что она может быть описана уравнением вида

$$C_p^l = K \cdot f(\pi) = K \left[\sum_{i=0}^6 C_i (\ln \pi)^i + 0,275 \cdot \exp \pi \right], \quad (7)$$

где K - индивидуальная константа; $f(\pi)$ - универсальная зависимость от приведенного давления насыщенных паров; $\pi = P_s / P_{кр}$; $C_0 = -0,15195$; $C_1 = -0,15592175 \cdot 10^{-1}$; $C_2 = -0,26677305 \cdot 10^{-1}$; $C_3 = -0,56953905 \cdot 10^{-2}$; $C_4 = -0,523552225 \cdot 10^{-3}$; $C_5 = -0,2189406 \cdot 10^{-4}$; $C_6 = -0,30563 \cdot 10^{-6}$.

При анализе константы K было установлено, что она является структурно-аддитивной величиной, которую можно представить в виде суммы по связям с учетом видов атомов

$$K = \sum_{i=1}^n K_{стр_i}, \quad \text{кДж/(кг} \cdot \text{К)}, \quad (8)$$

где $K_{стр_i}$ - структурно-аддитивная составляющая, значение которой приведено в табл.3; n - число связей в молекуле.

Таблица 3

Структурно-аддитивные составляющие константы K

Связь в молекуле	$K_{стр_i}$	Связь в молекуле	$K_{стр_i}$
C-C	9,4	C-Br	42,0
C-H	13,3	C-F (в молекуле с H)	19,2
C-Cl	34,0	C-F (в молекуле без H)	23,7

Предлагаемая методика апробирована нами более чем на трех десятках фторхлорбром-производных метана, этана, пропана и бутана. Отклонения литературных значений C_p^l от рассчитанных по уравнению (7) не превышают $\pm 3\%$ (рис.4а, 4б). Исходными данными для расчета изобарной теплоемкости кипящей жидкости служат: структурная формула вещества, давление насыщенных паров и критическое давление.

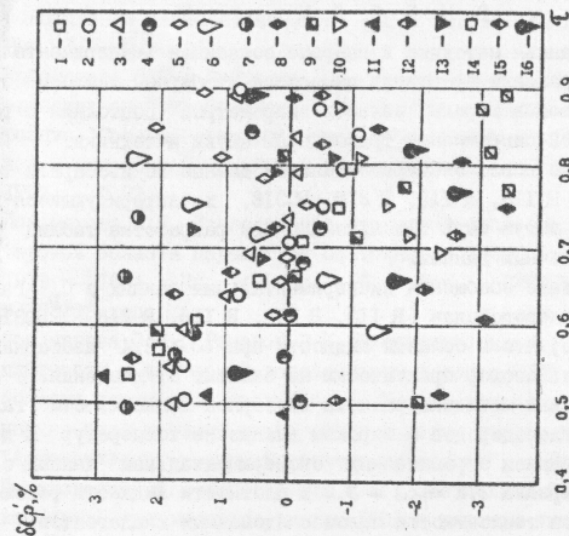


Рис. 4. Отклонения литературных значений C_p^l от рассчитанных по уравнению (7):
 1 - RI10; 2 - RI11; 3 - RI2; 4 - RI3; 5 - RI4; 6 - RI5; 7 - RI6; 8 - RI7; 9 - RI8; 10 - RI9; 11 - RI12; 12 - RI13; 13 - RI14; 14 - RI15; 15 - RI16; 16 - RI17; 17 - RI18; 18 - RI19; 19 - RI20; 20 - RI21; 21 - RI22; 22 - RI23; 23 - RI24; 24 - RI25; 25 - RI26; 26 - RI27; 27 - RI28; 28 - RI29; 29 - RI30; 30 - RI31; 31 - RI32; 32 - RI33; 33 - RI34; 34 - RI35; 35 - RI36; 36 - RI37; 37 - RI38; 38 - RI39; 39 - RI40; 40 - RI41; 41 - RI42; 42 - RI43; 43 - RI44; 44 - RI45; 45 - RI46; 46 - RI47; 47 - RI48; 48 - RI49; 49 - RI50; 50 - RI51; 51 - RI52; 52 - RI53; 53 - RI54; 54 - RI55; 55 - RI56; 56 - RI57; 57 - RI58; 58 - RI59; 59 - RI60; 60 - RI61; 61 - RI62; 62 - RI63; 63 - RI64; 64 - RI65; 65 - RI66; 66 - RI67; 67 - RI68; 68 - RI69; 69 - RI70; 70 - RI71; 71 - RI72; 72 - RI73; 73 - RI74; 74 - RI75; 75 - RI76; 76 - RI77; 77 - RI78; 78 - RI79; 79 - RI80; 80 - RI81; 81 - RI82; 82 - RI83; 83 - RI84; 84 - RI85; 85 - RI86; 86 - RI87; 87 - RI88; 88 - RI89; 89 - RI90; 90 - RI91; 91 - RI92; 92 - RI93; 93 - RI94; 94 - RI95; 95 - RI96; 96 - RI97; 97 - RI98; 98 - RI99; 99 - RI100; 100 - RI101; 101 - RI102; 102 - RI103; 103 - RI104; 104 - RI105; 105 - RI106; 106 - RI107; 107 - RI108; 108 - RI109; 109 - RI110; 110 - RI111; 111 - RI112; 112 - RI113; 113 - RI114; 114 - RI115; 115 - RI116; 116 - RI117; 117 - RI118; 118 - RI119; 119 - RI120; 120 - RI121; 121 - RI122; 122 - RI123; 123 - RI124; 124 - RI125; 125 - RI126; 126 - RI127; 127 - RI128; 128 - RI129; 129 - RI130; 130 - RI131; 131 - RI132; 132 - RI133; 133 - RI134; 134 - RI135; 135 - RI136; 136 - RI137; 137 - RI138; 138 - RI139; 139 - RI140; 140 - RI141; 141 - RI142; 142 - RI143; 143 - RI144; 144 - RI145; 145 - RI146; 146 - RI147; 147 - RI148; 148 - RI149; 149 - RI150; 150 - RI151; 151 - RI152; 152 - RI153; 153 - RI154; 154 - RI155; 155 - RI156; 156 - RI157; 157 - RI158; 158 - RI159; 159 - RI160; 160 - RI161; 161 - RI162; 162 - RI163; 163 - RI164; 164 - RI165; 165 - RI166; 166 - RI167; 167 - RI168; 168 - RI169; 169 - RI170; 170 - RI171; 171 - RI172; 172 - RI173; 173 - RI174; 174 - RI175; 175 - RI176; 176 - RI177; 177 - RI178; 178 - RI179; 179 - RI180; 180 - RI181; 181 - RI182; 182 - RI183; 183 - RI184; 184 - RI185; 185 - RI186; 186 - RI187; 187 - RI188; 188 - RI189; 189 - RI190; 190 - RI191; 191 - RI192; 192 - RI193; 193 - RI194; 194 - RI195; 195 - RI196; 196 - RI197; 197 - RI198; 198 - RI199; 199 - RI200; 200 - RI201; 201 - RI202; 202 - RI203; 203 - RI204; 204 - RI205; 205 - RI206; 206 - RI207; 207 - RI208; 208 - RI209; 209 - RI210; 210 - RI211; 211 - RI212; 212 - RI213; 213 - RI214; 214 - RI215; 215 - RI216; 216 - RI217; 217 - RI218; 218 - RI219; 219 - RI220; 220 - RI221; 221 - RI222; 222 - RI223; 223 - RI224; 224 - RI225; 225 - RI226; 226 - RI227; 227 - RI228; 228 - RI229; 229 - RI230; 230 - RI231; 231 - RI232; 232 - RI233; 233 - RI234; 234 - RI235; 235 - RI236; 236 - RI237; 237 - RI238; 238 - RI239; 239 - RI240; 240 - RI241; 241 - RI242; 242 - RI243; 243 - RI244; 244 - RI245; 245 - RI246; 246 - RI247; 247 - RI248; 248 - RI249; 249 - RI250; 250 - RI251; 251 - RI252; 252 - RI253; 253 - RI254; 254 - RI255; 255 - RI256; 256 - RI257; 257 - RI258; 258 - RI259; 259 - RI260; 260 - RI261; 261 - RI262; 262 - RI263; 263 - RI264; 264 - RI265; 265 - RI266; 266 - RI267; 267 - RI268; 268 - RI269; 269 - RI270; 270 - RI271; 271 - RI272; 272 - RI273; 273 - RI274; 274 - RI275; 275 - RI276; 276 - RI277; 277 - RI278; 278 - RI279; 279 - RI280; 280 - RI281; 281 - RI282; 282 - RI283; 283 - RI284; 284 - RI285; 285 - RI286; 286 - RI287; 287 - RI288; 288 - RI289; 289 - RI290; 290 - RI291; 291 - RI292; 292 - RI293; 293 - RI294; 294 - RI295; 295 - RI296; 296 - RI297; 297 - RI298; 298 - RI299; 299 - RI300; 300 - RI301; 301 - RI302; 302 - RI303; 303 - RI304; 304 - RI305; 305 - RI306; 306 - RI307; 307 - RI308; 308 - RI309; 309 - RI310; 310 - RI311; 311 - RI312; 312 - RI313; 313 - RI314; 314 - RI315; 315 - RI316; 316 - RI317; 317 - RI318; 318 - RI319; 319 - RI320; 320 - RI321; 321 - RI322; 322 - RI323; 323 - RI324; 324 - RI325; 325 - RI326; 326 - RI327; 327 - RI328; 328 - RI329; 329 - RI330; 330 - RI331; 331 - RI332; 332 - RI333; 333 - RI334; 334 - RI335; 335 - RI336; 336 - RI337; 337 - RI338; 338 - RI339; 339 - RI340; 340 - RI341; 341 - RI342; 342 - RI343; 343 - RI344; 344 - RI345; 345 - RI346; 346 - RI347; 347 - RI348; 348 - RI349; 349 - RI350; 350 - RI351; 351 - RI352; 352 - RI353; 353 - RI354; 354 - RI355; 355 - RI356; 356 - RI357; 357 - RI358; 358 - RI359; 359 - RI360; 360 - RI361; 361 - RI362; 362 - RI363; 363 - RI364; 364 - RI365; 365 - RI366; 366 - RI367; 367 - RI368; 368 - RI369; 369 - RI370; 370 - RI371; 371 - RI372; 372 - RI373; 373 - RI374; 374 - RI375; 375 - RI376; 376 - RI377; 377 - RI378; 378 - RI379; 379 - RI380; 380 - RI381; 381 - RI382; 382 - RI383; 383 - RI384; 384 - RI385; 385 - RI386; 386 - RI387; 387 - RI388; 388 - RI389; 389 - RI390; 390 - RI391; 391 - RI392; 392 - RI393; 393 - RI394; 394 - RI395; 395 - RI396; 396 - RI397; 397 - RI398; 398 - RI399; 399 - RI400; 400 - RI401; 401 - RI402; 402 - RI403; 403 - RI404; 404 - RI405; 405 - RI406; 406 - RI407; 407 - RI408; 408 - RI409; 409 - RI410; 410 - RI411; 411 - RI412; 412 - RI413; 413 - RI414; 414 - RI415; 415 - RI416; 416 - RI417; 417 - RI418; 418 - RI419; 419 - RI420; 420 - RI421; 421 - RI422; 422 - RI423; 423 - RI424; 424 - RI425; 425 - RI426; 426 - RI427; 427 - RI428; 428 - RI429; 429 - RI430; 430 - RI431; 431 - RI432; 432 - RI433; 433 - RI434; 434 - RI435; 435 - RI436; 436 - RI437; 437 - RI438; 438 - RI439; 439 - RI440; 440 - RI441; 441 - RI442; 442 - RI443; 443 - RI444; 444 - RI445; 445 - RI446; 446 - RI447; 447 - RI448; 448 - RI449; 449 - RI450; 450 - RI451; 451 - RI452; 452 - RI453; 453 - RI454; 454 - RI455; 455 - RI456; 456 - RI457; 457 - RI458; 458 - RI459; 459 - RI460; 460 - RI461; 461 - RI462; 462 - RI463; 463 - RI464; 464 - RI465; 465 - RI466; 466 - RI467; 467 - RI468; 468 - RI469; 469 - RI470; 470 - RI471; 471 - RI472; 472 - RI473; 473 - RI474; 474 - RI475; 475 - RI476; 476 - RI477; 477 - RI478; 478 - RI479; 479 - RI480; 480 - RI481; 481 - RI482; 482 - RI483; 483 - RI484; 484 - RI485; 485 - RI486; 486 - RI487; 487 - RI488; 488 - RI489; 489 - RI490; 490 - RI491; 491 - RI492; 492 - RI493; 493 - RI494; 494 - RI495; 495 - RI496; 496 - RI497; 497 - RI498; 498 - RI499; 499 - RI500; 500 - RI501; 501 - RI502; 502 - RI503; 503 - RI504; 504 - RI505; 505 - RI506; 506 - RI507; 507 - RI508; 508 - RI509; 509 - RI510; 510 - RI511; 511 - RI512; 512 - RI513; 513 - RI514; 514 - RI515; 515 - RI516; 516 - RI517; 517 - RI518; 518 - RI519; 519 - RI520; 520 - RI521; 521 - RI522; 522 - RI523; 523 - RI524; 524 - RI525; 525 - RI526; 526 - RI527; 527 - RI528; 528 - RI529; 529 - RI530; 530 - RI531; 531 - RI532; 532 - RI533; 533 - RI534; 534 - RI535; 535 - RI536; 536 - RI537; 537 - RI538; 538 - RI539; 539 - RI540; 540 - RI541; 541 - RI542; 542 - RI543; 543 - RI544; 544 - RI545; 545 - RI546; 546 - RI547; 547 - RI548; 548 - RI549; 549 - RI550; 550 - RI551; 551 - RI552; 552 - RI553; 553 - RI554; 554 - RI555; 555 - RI556; 556 - RI557; 557 - RI558; 558 - RI559; 559 - RI560; 560 - RI561; 561 - RI562; 562 - RI563; 563 - RI564; 564 - RI565; 565 - RI566; 566 - RI567; 567 - RI568; 568 - RI569; 569 - RI570; 570 - RI571; 571 - RI572; 572 - RI573; 573 - RI574; 574 - RI575; 575 - RI576; 576 - RI577; 577 - RI578; 578 - RI579; 579 - RI580; 580 - RI581; 581 - RI582; 582 - RI583; 583 - RI584; 584 - RI585; 585 - RI586; 586 - RI587; 587 - RI588; 588 - RI589; 589 - RI590; 590 - RI591; 591 - RI592; 592 - RI593; 593 - RI594; 594 - RI595; 595 - RI596; 596 - RI597; 597 - RI598; 598 - RI599; 599 - RI600; 600 - RI601; 601 - RI602; 602 - RI603; 603 - RI604; 604 - RI605; 605 - RI606; 606 - RI607; 607 - RI608; 608 - RI609; 609 - RI610; 610 - RI611; 611 - RI612; 612 - RI613; 613 - RI614; 614 - RI615; 615 - RI616; 616 - RI617; 617 - RI618; 618 - RI619; 619 - RI620; 620 - RI621; 621 - RI622; 622 - RI623; 623 - RI624; 624 - RI625; 625 - RI626; 626 - RI627; 627 - RI628; 628 - RI629; 629 - RI630; 630 - RI631; 631 - RI632; 632 - RI633; 633 - RI634; 634 - RI635; 635 - RI636; 636 - RI637; 637 - RI638; 638 - RI639; 639 - RI640; 640 - RI641; 641 - RI642; 642 - RI643; 643 - RI644; 644 - RI645; 645 - RI646; 646 - RI647; 647 - RI648; 648 - RI649; 649 - RI650; 650 - RI651; 651 - RI652; 652 - RI653; 653 - RI654; 654 - RI655; 655 - RI656; 656 - RI657; 657 - RI658; 658 - RI659; 659 - RI660; 660 - RI661; 661 - RI662; 662 - RI663; 663 - RI664; 664 - RI665; 665 - RI666; 666 - RI667; 667 - RI668; 668 - RI669; 669 - RI670; 670 - RI671; 671 - RI672; 672 - RI673; 673 - RI674; 674 - RI675; 675 - RI676; 676 - RI677; 677 - RI678; 678 - RI679; 679 - RI680; 680 - RI681; 681 - RI682; 682 - RI683; 683 - RI684; 684 - RI685; 685 - RI686; 686 - RI687; 687 - RI688; 688 - RI689; 689 - RI690; 690 - RI691; 691 - RI692; 692 - RI693; 693 - RI694; 694 - RI695; 695 - RI696; 696 - RI697; 697 - RI698; 698 - RI699; 699 - RI700; 700 - RI701; 701 - RI702; 702 - RI703; 703 - RI704; 704 - RI705; 705 - RI706; 706 - RI707; 707 - RI708; 708 - RI709; 709 - RI710; 710 - RI711; 711 - RI712; 712 - RI713; 713 - RI714; 714 - RI715; 715 - RI716; 716 - RI717; 717 - RI718; 718 - RI719; 719 - RI720; 720 - RI721; 721 - RI722; 722 - RI723; 723 - RI724; 724 - RI725; 725 - RI726; 726 - RI727; 727 - RI728; 728 - RI729; 729 - RI730; 730 - RI731; 731 - RI732; 732 - RI733; 733 - RI734; 734 - RI735; 735 - RI736; 736 - RI737; 737 - RI738; 738 - RI739; 739 - RI740; 740 - RI741; 741 - RI742; 742 - RI743; 743 - RI744; 744 - RI745; 745 - RI746; 746 - RI747; 747 - RI748; 748 - RI749; 749 - RI750; 750 - RI751; 751 - RI752; 752 - RI753; 753 - RI754; 754 - RI755; 755 - RI756; 756 - RI757; 757 - RI758; 758 - RI759; 759 - RI760; 760 - RI761; 761 - RI762; 762 - RI763; 763 - RI764; 764 - RI765; 765 - RI766; 766 - RI767; 767 - RI768; 768 - RI769; 769 - RI770; 770 - RI771; 771 - RI772; 772 - RI773; 773 - RI774; 774 - RI775; 775 - RI776; 776 - RI777; 777 - RI778; 778 - RI779; 779 - RI780; 780 - RI781; 781 - RI782; 782 - RI783; 783 - RI784; 784 - RI785; 785 - RI786; 786 - RI787; 787 - RI788; 788 - RI789; 789 - RI790; 790 - RI791; 791 - RI792; 792 - RI793; 793 - RI794; 794 - RI795; 795 - RI796; 796 - RI797; 797 - RI798; 798 - RI799; 799 - RI800; 800 - RI801; 801 - RI802; 802 - RI803; 803 - RI804; 804 - RI805; 805 - RI806; 806 - RI807; 807 - RI808; 808 - RI809; 809 - RI810; 810 - RI811; 811 - RI812; 812 - RI813; 813 - RI814; 814 - RI815; 815 - RI816; 816 - RI817; 817 - RI818; 818 - RI819; 819 - RI820; 820 - RI821; 821 - RI822; 822 - RI823; 823 - RI824; 824 - RI825; 825 - RI826; 826 - RI827; 827 - RI828; 828 - RI829; 829 - RI830; 830 - RI831; 831 - RI832; 832 - RI833; 833 - RI834; 834 - RI835; 835 - RI836; 836 - RI837; 837 - RI838; 838 - RI839; 839 - RI840; 840 - RI841; 841 - RI842; 842 - RI843; 843 - RI844; 844 - RI845; 845 - RI846; 846 - RI847; 847 - RI848; 848 - RI849; 849 - RI850; 850 - RI851; 851 - RI852; 852 - RI853; 853 - RI854; 854 - RI855; 855 - RI856; 856 - RI857; 857 - RI858; 858 - RI859; 859 - RI860; 860 - RI861; 861 - RI862; 862 - RI863; 863 - RI864; 864 - RI865; 865 - RI866; 866 - RI867; 867 - RI868; 868 - RI869; 869 - RI870; 870 - RI871; 871 - RI872; 872 - RI873; 873 - RI874; 874 - RI875; 875 - RI876; 876 - RI877; 877 - RI878; 878 - RI879; 879 - RI880; 880 - RI881; 881 - RI882; 882 - RI883; 883 - RI884; 884 - RI885; 885 - RI886; 886 - RI887; 887 - RI888; 888 - RI889; 889 - RI890; 890 - RI891; 891 - RI892; 892 - RI893; 893 - RI894; 894 - RI895; 895 - RI896; 896 - RI897; 897 - RI898; 898 - RI899; 899 - RI900; 900 - RI901; 901 - RI902; 902 - RI903; 903 - RI904; 904 - RI905; 905 - RI906; 906 - RI907; 907 - RI908; 908 - RI909; 909 - RI910; 910 - RI911; 911 - RI912; 912 - RI913; 913 - RI914; 914 - RI915; 915 - RI916; 916 - RI917; 917 - RI918; 918 - RI919; 919 - RI920; 920 - RI921; 921 - RI922; 922 - RI923; 923 - RI924; 924 - RI925; 925 - RI926; 926 - RI927; 927 - RI928; 928 - RI929; 929 - RI930; 930 - RI931; 931 - RI932; 932 - RI933; 933 - RI934; 934 - RI935; 935 - RI936; 936 - RI937; 937 - RI938; 938 - RI939; 939 - RI940; 940 - RI941; 941 - RI942; 942 - RI943; 943 - RI944; 944 - RI945; 945 - RI946; 946 - RI947; 947 - RI948; 948 - RI949; 949 - RI950; 950 - RI951; 951 - RI952; 952 - RI953; 953 - RI954; 954 - RI955; 955 - RI956; 956 - RI957; 957 - RI958; 958 - RI959; 959 - RI960; 960 - RI961; 961 - RI962; 962 - RI963; 963 - RI964; 964 - RI965; 965 - RI966; 966 - RI967; 967 - RI968; 968 - RI969; 969 - RI970; 970 - RI971; 971 - RI972; 972 - RI973; 973 - RI974; 974 - RI975; 975 - RI976; 976 - RI977; 977 - RI978; 978 - RI979; 979 - RI980; 980 - RI981; 981 - RI982; 982 - RI983; 983 - RI984; 984 - RI985; 985 - RI986; 986 - RI987; 987 - RI988; 988 - RI989; 989 - RI990; 990 - RI991; 991 - RI992; 992 - RI993; 993 - RI994; 994 - RI995; 995 - RI996; 996 - RI997; 997 - RI998; 998 - RI999; 999 - RI1000; 1000 - RI1001; 1001 - RI1002; 1002 - RI1003; 1003 - RI1004; 1004 - RI1005; 1005 - RI1006; 1006 - RI1007; 1007 - RI1008; 1008 - RI1009; 1009 - RI1010; 1010 - RI1011; 1011 - RI1012; 1012 - RI1013; 1013 - RI1014; 1014 - RI1015; 1015 - RI1016; 1016 - RI1017; 1017 - RI1018; 1018 - RI1019; 1019 - RI1020; 1020 - RI1021; 1021 - RI1022; 1022 - RI1023; 1023 - RI1024; 1024 - RI1025; 1025 - RI1026; 1026 - RI1027; 1027 - RI1028; 1028 - RI1029; 1029 - RI1030; 1030 - RI1031; 1031 - RI1032; 1032 - RI1033; 1033 - RI1034; 1034 - RI1035; 1035 - RI1036; 1036 - RI1037; 1037 - RI1038; 1038 - RI1039; 1039 - RI1040; 1040 - RI1041; 1041 - RI1042; 1042 - RI1043; 1043 - RI1044; 1044 - RI1045; 1045 - RI1046; 1046 - RI1047; 1047 - RI1048; 1048 - RI1049; 1049 - RI1050; 1050 - RI1051; 1051 - RI1052; 1052 - RI1053; 1053 - RI1054; 1054 - RI1055; 1055 - RI1056; 1056 - RI1057; 1057 - RI1058; 1058 - RI1059; 1059 - RI1060; 1060 - RI1061; 1061 - RI1062; 1062 - RI1063; 1063 - RI1064; 1064 - RI1065; 1065 - RI1066; 1066 - RI1067; 1067 - RI1068; 1068 - RI1069; 1069 - RI1070; 1070 - RI1071; 1071 - RI1072; 1072 - RI1073; 1073 - RI1074; 1074 - RI1075; 1075 - RI1076; 1076 - RI1077; 1077 - RI1078; 1078 - RI1079; 1079 - RI1080; 1080 - RI1081; 1081 - RI1082; 1082 - RI1083; 1083 - RI1084; 1084 - RI1085; 1085 - RI1086; 1086 - RI1087; 1087 - RI1088; 1088 - RI1089; 1089 - RI109

В Н В О Д Н

1. Разработанная методика и впервые созданная экспериментальная установка позволили проводить измерения изобарной теплоемкости холодильных агентов в широкой области параметров состояния с точностью, отвечающей современным требованиям науки и техники.

2. Полученные новые экспериментальные данные по изобарной теплоемкости R II3, R II4, R II5, R 2I8, RC3I8, характеризующиеся высокой точностью, могут быть использованы при разработке таблиц рекомендуемых справочных данных.

3. В результате обобщения экспериментальных данных о C_p галоидопроизводных углеводородов (R II3, R II4, R II5, R 2I8, RC3I8, R II) установлено, что в области жидкости при $\omega \geq 2,4$ изобарная теплоемкость вдоль изохор практически не зависит от давления.

4. Предложенная методика расчета изобарной теплоемкости галоидопроизводных углеводородов в широком диапазоне температур и давлений с использованием ограниченных экспериментальных данных о C_p (I точка) из интервала $2,4 \leq \omega \leq 3,2$ и плотности жидкости рекомендуется для расчета теплоемкости малоисследованных хладагентов.

5. Разработанная методика расчета изобарной теплоемкости кипящей жидкости позволяет прогнозировать C_p галоидопроизводных углеводородов по структурной формуле вещества с использованием в качестве переменной приведенного давления насыщенных паров.

Основные положения и результаты работы отражены в следующих публикациях:

1. Геллер З.И., Пономарева О.П., Поричанский Е.Г. Адиабатный калориметр с монотонным нагревом // Изв.вузов. Приборостроение, 1972. - Т.XV. - №6. - С.113-116.
2. Комплексное исследование теплофизических свойств фреонов-II5 и C3I8/Поричанский Е.Г., Пономарева О.П., Романов В.К. и др. - Тезисы докладов У Всесоюзной конференции по теплофизическим свойствам веществ. Киев, 1974. - С.98-99.
3. Пономарева О.П., Светличный П.И. Экспериментальное исследование теплоемкости фреона-II5//Бюллетень "Теплофизические свойства фреонов", 1976. - Вып.1. - С.52-60.
4. Комплексное исследование теплофизических свойств фреона-C3I8 /Кессельман П.М., Поричанский Е.Г., Пономарева О.П. и др.//Теплофизические свойства веществ и материалов (Физические константы и свойства веществ). - М.: Изд-во стандартов, 1977. - Вып.II. - С.4-10.

5. Пономарева О.П. Исследование изобарной теплоемкости фреона-II4 // Теплофизические свойства веществ и материалов (Физические константы и свойства веществ). - М.: Изд-во стандартов, 1977. - Вып.II. - С.20-26.
6. Пономарева О.П., Войтенко А.К. Комплексное исследование теплофизических свойств фреона-II5 // Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Совершенствование процессов, машин и аппаратов холодильной и криогенной техники и кондиционирования воздуха". - Ташкент, 1977. - С.23.
7. Пономарева О.П. Исследование изобарной теплоемкости фреона-II5 в широкой области параметров состояния / ОНИИТЭХим. - Черкассы, 1979. - 16 с.: Ил. I: Библ. - 5. - Деп. в ВНИИТИ I февраля 1979, №2338/79 деп.
8. Пономарева О.П., Романов В.К. Экспериментальное исследование плотности и изобарной теплоемкости фреонов-C3I8 и II5 в широкой области параметров состояния // Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов "Автоматизация производственных процессов". - Грозный, 1979.
9. Пономарева О.П., Поричанский Е.Г., Светличный П.И. Исследование изобарной теплоемкости фреона-I52A в широком диапазоне параметров состояния // Изв.вузов. Энергетика. - Минск: Изд-во политехнического института, 1982. - №3. - С.122-125.
10. Пономарева О.П. Исследование изобарной теплоемкости фреонов-II3 и C3I8 в широкой области параметров состояния // Теплофизические свойства веществ и материалов (Физические константы и свойства веществ). - М.: Изд-во стандартов, 1982. - Вып.I6. - С.59-64.
11. Пономарева О.П. Обобщение экспериментальных данных о теплоемкости холодильных агентов // Теплофизические свойства веществ и материалов (Физические константы и свойства веществ). - М.: Изд-во стандартов, 1985. - Вып.20. - С.26-33.
12. Таблицы рекомендуемых справочных данных. Октафторпропан (R 2I8). Изобарная теплоемкость на линии равновесия жидкость-пар и в однофазной области в интервале температур 200-310 K при давлениях до 10 МПа / Кессельман П.М., Пономарева О.П., Романов В.К.: Всес. н.-и. центр по матер. и веществам. - М.: 1987. - 15 с.:Ил. Библиогр. - 7 назв. - Рус. - Деп. от 28.08.87, №396-кк 87.

xv 1125

ИНСТИТУТ ХОЛОДА
ОНАХТ
Библиотека

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

C - теплоемкость; P - давление; T - температура; ρ - плотность;
 π - давление, приведенное к критическому; τ - температура, приведенная к критической; ω - плотность, приведенная к критической.

Индексы

l - принадлежность к кипящей жидкости; s - принадлежность к линии насыщения; p - принадлежность к изобарному процессу; o - принадлежность к идеальному газу; tr и cr - принадлежность к тройной и критической точкам.

Исслед.