

Отчет
к 64

Автор ер.

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Переучет 19.8.81 г.

КОНРАД Сергей Игоревич

УДК 621.564.2:532.529

ВЯЗКОСТЬ ДВУХ- И МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ ХЛАДОНОВ

Специальность 01.04.14 - теплофизика и молекулярная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Одесса - 1985

CV

Работа выполнена на кафедре теплохладотехники
Одесского технологического института пищевой промышленности
им. М.В. Ломоносова

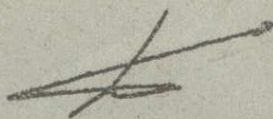
- Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор ГЕЛЛЕР В.З.
- Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор ГРИГОРЬЕВ Б.А.
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
КОЗЛОВ А.Д.
- Ведущая организация - Государственный научно-исследо-
вательский энергетический ин-
ститут им. Г.М.Кржижановского
(Москва).

Защита состоится "29" августа 1985 г. в 10:30 час.
на заседании специализированного совета К 068.35.04 в Одесском
технологическом институте пищевой промышленности имени М.В. Ло-
моносова, 270039, Одесса-39, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
технологического института пищевой промышленности имени
М.В. Ломоносова.

Автореферат разослан "2" июня 1985 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат технических наук,
доцент



ЭЛЬКИН Г.И.

Возвратить книгу по истечении записанного периода

			12	

ОНАХТ

17.09.12

Вязкость двух- и мно



v015081

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В материалах XXVI съезда КПСС отмечается необходимость уделить особое внимание снижению энергозатрат и материалоемкости проектируемого оборудования; было отмечено возрастание роли холодильной техники и намечено увеличение расходов на ее развитие. Выполнение Продовольственной программы, одобренной майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС также связано с расширением базы холодильного оборудования, созданного на основе научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок последних лет.

Одним из эффективных путей развития холодильной техники является создание и использование новых рабочих веществ, в частности, смесей хладонов, обладающих по сравнению с чистыми веществами рядом преимуществ (возможность получения холода на нескольких температурных уровнях, улучшение массогабаритных и энергетических характеристик и т.д.). В настоящее время промышленностью намечен выпуск ряда холодильных машин, использующих многокомпонентные рабочие тела (МРТ) на основе хладонов $R12$ и $R22$, в том числе хладон $R601$, представляющий собой трехкомпонентную смесь $R12-R22-R142$ и хладон $R744/R601$ (четырёхкомпонентная смесь $R12-R22-R142-R744$).

Для расчета холодильных машин, работающих на МРТ, необходимо знать комплекс теплофизических свойств смесей, в частности, их вязкость. Вместе с тем, в настоящее время сведений о коэффициенте вязкости бинарных смесей хладонов явно недостаточно, а данные о вязкости трех- и многокомпонентных смесей хладонов практически отсутствуют.

Работа выполнена в соответствии с координационным планом научно-исследовательских работ по комплексной проблеме "Разработка достоверных данных и создание массива стандартных справочных данных о теплофизических свойствах технически важных газов и жидкостей", выполняемых вузами страны в 1981...1985 гг., и по комплексной программе "Теплофизика" АН СССР и АН УССР.

Цель и задачи работы. Целью диссертационной работы является разработка методики расчета вязкости двух- и многокомпонентных смесей хладагентов. Задачи настоящей работы состояли в следующем:

I. Экспериментальное исследование вязкости хладона $R142$ как компонента сложных хладагентов.

Одесский технологический
институт пищевой промышлен-
ности им. а. Б. Демосова

БИБЛИОТЕКА

NO 15081

2. Экспериментальное исследование вязкости бинарных смесей хладонов $R12$ и $R22$ различного состава, трехкомпонентной смеси $R12-R22-R142$ и четырехкомпонентной смеси $R12-R22-R142-R744$ в широком диапазоне температур и давлений.

3. Изучение концентрационной зависимости вязкости бинарных смесей $R12-R22$ в области разреженного газа; плотности газа; жидкости.

4. Разработка методики расчета вязкости двух- и многокомпонентных смесей хладагентов.

5. Составление таблиц справочных данных о вязкости многокомпонентных хладагентов.

Научная новизна.

1. Впервые получены экспериментальные данные о вязкости хладона $R142$ в диапазоне температур $170...430$ К и давлений $0,1...20$ МПа; бинарных смесей $R12-R22$ в диапазоне температур $220...430$ К, давлений $0,1...20$ МПа и различных концентрациях компонентов; хладона $R60I$ в диапазоне температур $190...430$ К и давлений $0,1...20$ МПа; хладона $R744/R60I$ в интервале температур $220...430$ К и давлений $0,1...20$ МПа.

2. На основе анализа концентрационной зависимости вязкости бинарных смесей $R12-R22$ установлено, что в области разреженного газа вязкость смесей аддитивна вязкости компонентов; в области сжатого газа концентрационная зависимость вязкости имеет максимум, величина которого растет с приближением к линии насыщения одного из компонентов.

3. Получена зависимость для описания вязкости двух- и многокомпонентных жидких смесей.

4. Разработана методика расчета вязкости сложных хладагентов в жидкой и газовой фазах, основанная на методах теории подобия.

5. Составлены таблицы справочных данных о вязкости хладона $R142$ в интервале температур $170...430$ К и давлений $0,1...20$ МПа; бинарных смесей $R12-R22$ в диапазоне температур $220...430$ К и давлений $0,1...20$ МПа и различных концентрациях; хладона $R60I$ в диапазоне температур $190...430$ К и давлений $0,1...20$ МПа; хладона $R744/R60I$ в интервале температур $220...430$ К и давлений $0,1...20$ МПа.

Практическая ценность результатов работы. В результате проведенных экспериментальных и расчетных исследований составлены таблицы вязкости хладона $R142$, бинарных смесей $R12-$

R^{22} , хладонов R^{60I} и R^{744}/R^{60I} , а также разработана методика расчета вязкости многокомпонентных хладагентов. Полученные данные использованы во Всесоюзном научно-исследовательском экспериментально-конструкторском институте электробитовых машин и приборов для расчета и оптимизации холодильных агрегатов, работающих на смесях агентов. Таблицы вязкости переданы во ВНИИ МВ Госстандарта для их аттестации в качестве рекомендуемых справочных данных. Методика расчета вязкости сложных хладагентов может быть использована при создании новых видов холодильных машин, работающих на смесях хладагентов.

Автор защищает:

1. Экспериментальные данные о вязкости хладона R^{142} в диапазоне температур 170...430 К и давлений 0,1...20 МПа; бинарных смесей $R^{12}-R^{22}$ в диапазоне температур 220...430 К и давлений 0,1...20 МПа; хладона R^{60I} в диапазоне температур 190...430 К и давлений 0,1...20 МПа; хладона R^{744}/R^{60I} в диапазоне температур 220...430 К и давлений 0,1...20 МПа.

2. Закономерности концентрационной зависимости бинарных смесей хладонов R^{12} и R^{22} в состоянии разреженного газа; сжатого газа; жидкости.

3. Методику расчета вязкости жидких двух и многокомпонентных смесей хладонов.

4. Вывод о возможности использования методов теории подобия для расчета вязкости двух- и многокомпонентных смесей хладагентов в газовой и жидкой фазах; методы обобщения и расчета вязкости смесей, основанной на однопараметрическом законе соответственных состояний.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались на Втором Всесоюзном совещании по автоматизации теплофизических измерений (Москва, 1983 г.), 44-ой отчетной научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников ОТИИ им.М.В.Ломоносова (Одесса, 1984 г.), 24-ой научно-технической конференции молодых ученых и специалистов ЭНИИ им.Г.М.Кржижановского (Москва, 1984 г.), Всесоюзной конференции "Пути увеличения выпуска и сохранения качества пищевых продуктов; внедрение безотходных и малоотходных технологий на основе использования искусственного холода (Тбилиси, 1984 г.), Всесоюзной научной конференции "Проблемы индустриализации общественного питания страны" (Харьков, 1984 г.).

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 136 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников из 127 названий и приложений. Работа содержит 23 таблиц и 32 рисунка.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность темы исследования, определены цели и задачи работы, показана научная новизна и практическая ценность полученных результатов.

В первой главе приведены краткий обзор опубликованных работ о вязкости двух- и многокомпонентных смесей в газовой и жидкой фазах. Рассмотрен вопрос о вязкости смесей, содержащих хладоны. Проведен обзор и анализ существующих методик расчета вязкости газовых и жидких смесей.

Во второй главе приведено описание экспериментальной установки для исследования вязкости, ее основных узлов и систем.

Для измерений при температурах выше 300 К применен вискозиметр конструкции И.Ф. Голубева (У вариант), а при низких температурах – вискозиметр с вынесенным в криостат капилляром. Криостат представлял собой массивный медный цилиндр, снабженный регулировочным электронагревателем, двумя змеевиками для прокачки жидкого азота и термопарами для контроля градиента температур по длине криостата. Температура опыта измерялась образцовым платиновым термометром сопротивления типа ТСН-1 с помощью потенциометра Р-348 класса 0,002. Система термостатирования позволяла поддерживать температуру опыта с отклонением не более 0,03 К.

Давление создавалось и измерялось грузопоршневыми манометрами МП-60 и МП-600 класса 0,05 при помощи U-образного ртутного разделительного сосуда. Время истечения исследуемого вещества через капилляр определялось с погрешностью не более 10^{-3} с помощью частотомера-хронометра Ф-5049, снабженного автоматической электронной приставкой.

Расчет коэффициента динамической вязкости производился на ЭВМ "Искра-125" по программе, записанной на магнитные карты, при этом с пульта вводились температура и давление опыта и время истечения вещества и через капилляр.

В этой же главе приведены результаты контрольных измерений вязкости нескольких хорошо исследованных хладонов.

В третьей главе представлены характеристики индивидуальных компонентов смесей, методика составления и анализа их состава, экспериментальные данные о вязкости хладона R 142 и смесей R 12-R 22, R 60I и R 744/R 60I (табл. I). Приведены расчет и анализ погрешностей измерений, которые показали, что ошибка опытных данных не превышает 1,5...2 %.

Четвертая глава посвящена обработке и обобщению полученных данных и созданию методики расчета вязкости смесей хладонов. Для решения поставленных в работе задач необходимо иметь надежную информацию о вязкости индивидуальных компонентов смесей - хладонов R 12, R 22, R 142 и R 744. В связи с этим, нами были отобраны и обобщены наиболее достоверные данные о вязкости этих хладонов, составлены аппроксимационные уравнения и таблицы, охватывающие диапазон температур 223...433 К и давлений 0,1...20 МПа. Погрешность этих данных оценивается в 2...3 %.

Проведен подробный анализ концентрационной зависимости вязкости бинарных смесей R 12-R 22. Установлено, что в области жидкости имеет место "прогиб" концентрационной зависимости η , при этом максимальные отклонения от аддитивных значений вязкости находятся в области низких температур.

Для расчета вязкости бинарных жидких смесей предложено уравнение

$$\eta_{см} = \eta_{адд} (1 - \beta x_1 x_2) \quad (1)$$

где $\beta = 0,2$ - коэффициент;
 x_1, x_2 - массовые доли компонентов.

Вязкость трехкомпонентных смесей в жидкой фазе с погрешностью не более 3% описывается уравнением

$$\eta_{см} = \eta_{адд} [1 - \beta x_1 x_2 (1 - x_3)], \quad (2)$$

а для четырехкомпонентной смеси с точностью эксперимента может быть рассчитана по правилу аддитивности.

Концентрационная зависимость вязкости бинарных смесей в газовой фазе подчиняется иным закономерностям. Для разреженного газа (при атмосферном давлении) эта зависимость линейна во всем исследованном диапазоне температур. При больших дав-

лениях концентрационная зависимость вязкости имеет максимумы, возрастающие с увеличением давления, при этом вязкость смеси существенно превосходит η каждого из компонентов (рис.1). Пики концентрационной зависимости особенно велики (достигают 20% и более) при приближении критической области.

Для трехкомпонентной смеси $R12-R22-R142$ и четырехкомпонентной смеси $R12-R22-R142-R744$ все указанные закономерности соблюдаются, однако выражены менее явно.

В диссертации проанализированы методы расчета вязкости смесей в газовой фазе на основе кинетической теории. Показано, что положительные результаты могут быть получены только при расчете η смесей хладонов в состоянии разреженного газа, а для области плотного газа, а также жидкости погрешности расчета оказываются несоизмеримыми с ошибкой эксперимента даже при использовании самых современных расчетных методик. В связи с этим, для разработки методов расчета вязкости двух- и многокомпонентных смесей хладонов нами использованы закономерности теории подобия, в частности, однопараметрического закона соответственных состояний (ОЗСС). Л.Н.Филиповым показана справедливость ОЗСС для термодинамических свойств большого числа нормальных веществ, а в работах В.З.Геллера ОЗСС использован при обобщении данных о коэффициентах переноса индивидуальных веществ и таких сложных смесей, как нефтепродукты. В настоящей работе ОЗСС применен для обобщения данных о вязкости смесей с ограниченным числом компонентов.

В табл.2 приведены основные характеристики хладонов и значения определяющего параметра $A = 100 \eta$ при $\tau = 0,625$ на кривой давления насыщенных паров. Из табл. видно, что диапазон изменения параметра A невелик и таким образом все исследованные нами вещества составляют группу подобных веществ.

В результате обобщения данных о вязкости хладонов и их смесей в состоянии разреженного газа; плотного газа жидкости вдоль кривой насыщения жидкости в однофазной (рис.2) области получена система единых уравнений, позволяющих определять вязкость в широкой области параметров по минимуму исходных данных

$$\eta_0^* = \sum_{i=0}^2 a_i \tau^i, \quad (3)$$

$$\Delta \eta^* = \sum_{i=0}^4 b_i \omega^i, \quad (4)$$

$$\ln \eta^* = \sum_{i=0}^2 c_i \tau^{-i}, \quad (5)$$

$$\eta/\eta_s = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^6 d_{ij} \tau^i \pi^j, \quad (6)$$

где $\eta_0^* = \eta_0/\eta_{0\tau=0.9}$; $\Delta\eta^* = \Delta\eta/\Delta\eta_{\omega=1.5}$; $\eta_s^* = \eta_s/\eta_{s\tau=0.7}$;

τ, π, ω_0 - соответственно, приведенные температура, давление и плотность;

a, b, c, d - коэффициенты.

Коэффициенты уравнений (3)...(6), описывающих опытные данные с погрешностью не более 3...4%, приведены в табл.3 и 4.

Полученные зависимости могут быть использованы для прогнозирования вязкости и других сложных хладагентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате исследования вязкости группы хладонов и их двух- и многокомпонентных смесей показана возможность обобщения полученных данных с помощью теории подобия и разработана методика расчета вязкости смесей хладонов по минимальной исходной информации.

2. Показано, что однопараметрический закон соответственных состояний с успехом может быть применен для обобщения данных о вязкости смесей. На этой основе получены зависимости для расчета вязкости смесей хладонов в области разреженного газа; плотного газа; жидкости вдоль линии насыщения; жидкости в однофазной области.

3. Обобщение базируется на впервые полученных автором данных о вязкости хладона R142, бинарных смесей R12-R22 или различных концентрациях компонентов, трехкомпонентной смеси R12-R22-R142 и четырехкомпонентной смеси R12-R22-R142-R744 в интервале температур 170...430 К и давлений 0,1...20 МПа.

4. Проанализирована концентрационная зависимость вязкости бинарных смесей R12-R22. Показано, что в области разреженного газа вязкость смесей аддитивна вязкости компонентов; в области плотного газа концентрационная зависимость

вязкости имеет максимум, величина которого растет с приближением к линии насыщения одного из компонентов. Получена простая зависимость для описания вязкости двух- и многокомпонентных жидких смесей.

5. Составлены таблицы справочных данных о вязкости хладагента R142, смесей R12-R22, R601, R744/R601 в широком диапазоне параметров состояний.

Основное содержание работы опубликовано в следующих работах:

1. Теплофизические свойства многокомпонентных хладагентов /В.З.Геллер, Г.В.Запорожан, Н.И.Лапардин, С.И.Конрад - В кн.: Тез. докл. Всесоюз. конф. "Пути увеличения выпуска и сохранения качества пищевых продуктов; внедрение безотходных и малоотходных технологий на основе использования искусственного холода". М.: Изд-во ВНИКТИхолодпрома, 1984, с:34.

2. Вязкость сложных хладагентов для многофункциональных холодильников /В.З.Геллер, Н.И.Лапардин, С.И.Конрад, Е.М.Коробов - В кн.: Тез. докл. Всесоюз. научн. конф. "Проблемы индустриализации общественного питания страны". Харьков: Социалистическая Харьковщина, 1984, с.353-354.

3. Запорожан Г.В., Конрад С.И. Концентрационная зависимость вязкости двух- и многокомпонентных смесей хладагентов. Деп. в УкрНИИТИ, № 525 Ук-85 Деп. - 9 с.

С.И.Конрад

Таблица I

Экспериментальные значения вязкости, мПа·с

Р, МПа	η	Р, МПа	η	Р, МПа	η	Р, МПа	η
I	2	3	4	5	6	7	8
<u>Хладон R142</u>							
<u>T = 169,77 K</u>	19,7	375	19,7	194,8	4,02	71,1	
I,06	1854	<u>T = 313,14 K</u>	<u>T = 373,15 K</u>	5,00	78,2		
4,99	1936	0,10	11,08	0,10	13,14	9,90	100,3
9,89	2010	0,50	12,39	0,50	13,81	19,7	125,9
19,7	2253	1,08	191,6	1,09	15,11	<u>T = 433,15 K</u>	
<u>T = 217,22 K</u>	2,06	194,8	2,06	17,93	0,10	15,37	
2,04	658	5,00	204	3,04	106,3	0,50	15,55
4,00	679	9,90	217	5,00	114,8	1,09	16,53
9,89	695	14,8	232	14,8	143,3	2,07	17,92
19,7	780	<u>T = 343,14 K</u>	<u>T = 403,15 K</u>	3,05	19,72		
<u>T = 273,45 K</u>	0,10	12,12	0,10	14,31	4,02	22,9	
1,07	304	0,50	12,90	0,50	14,61	5,00	29,9
3,03	314	1,09	13,50	1,09	15,60	9,90	74,2
4,99	320	2,06	14,39	2,07	17,47	14,8	90,8
9,80	330	5,00	153,9	3,04	20,3	19,7	103,4

<u>Смесь R12-R22 (X_T = 0,255)</u>							
<u>T = 222,96 K</u>	5,01	149,5	<u>T = 373,16 K</u>	2,51	20,5		
1,10	396	9,91	162,0	0,10	15,98	5,03	27,8
5,01	409	14,8	173,5	0,50	16,20	9,93	62,4
9,91	426	19,7	183,7	1,08	17,28	14,8	82,1
19,7	460	<u>T = 343,13 K</u>	1,59	17,85	19,7	95,1	
<u>T = 373,19 K</u>	0,10	14,70	2,04	18,57	<u>T = 433,16 K</u>		
1,10	217	1,08	16,11	2,51	19,54	0,1	18,30
5,01	224	1,58	16,80	5,03	37,0	0,5	18,60
9,91	238	2,04	18,02	9,93	89,9	1,07	19,06
19,7	261	2,50	20,1	14,8	105,1	1,60	19,83
<u>T = 313,15 K</u>	3,06	100,7	19,7	117,5	2,04	20,3	
0,10	13,59	5,02	106,9	<u>T = 403,14 K</u>	2,51	21,1	
0,50	13,93	9,92	123,4	0,10	17,21	5,03	26,7
1,08	14,72	14,8	135,6	0,50	17,45	9,94	46,3
2,07	141,3	19,7	146,2	1,59	18,85	14,8	63,8
2,56	142,5			2,04	19,35	19,7	77,9

I	2	3	4	5	6	7	8
Смесь R12-R22 ($X_I = 0,605$)							
<u>T = 224,40 K</u>		5,0I	I55,7	2,04	I8,79	0,5	I7,22
I,IO	408	9,9I	I68,4	4,52	65,7	I,07	I7,68
2,57	4I3	I4,8	I80,7	5,0I	66,3	I,59	I9,02
5,0I	4I8	I9,7	I94,0	9,9I	94,5	2,04	I9,44
9,9I	429	<u>T = 343,I2 K</u>		I4,8	II2,4	5,0I	26,6
I9,7	458	0,I0	I4,46	I9,7	I24,8	9,9I	68,3
<u>T = 273,32 K</u>		0,50	I4,97	<u>T = 383,I4 K</u>		I4,8	87,6
I,IO	230	I,07	I6,I6	I,IO	I7,86	I9,7	I00,6
2,57	233	I,58	I7,46	2,08	I9,I9	<u>T = 433,I5 K</u>	
5,02	243	3,04	I04,8	3,06	20,9	0,I	I7,94
9,92	260	5,00	II2,I	4,03	23,8	0,5	I8,4I
I9,7	275	9,90	I28,8	5,0I	32,I	I,07	I8,73
<u>T = 3I3,I0 K</u>		I4,8	I40,I	5,99	62,8	I,58	I9,53
0,I0	I3,23	I9,7	I52,7	6,97	73,4	2,05	20,4
0,50	I3,87	<u>T = 373,I5 K</u>		8,44	8I,3	5,02	25,3
I,07	I5,35	0,I0	I5,63	9,9I	8I,9	9,9I	47,9
I,57	I45,9	0,50	I6,09	<u>T = 403,I8 K</u>		I4,8	68,3
2,55	I49,7	I,58	I7,73	0,I	I6,82	I9,7	82,7
Смесь R12-R22 ($X_I = 0,300$)							
<u>T = 223,I2 K</u>		5,00	I66,0	<u>T = 373,II K</u>		2,03	I9,I4
I,IO	442	9,90	I79,8	0,I	I5,43	2,57	20,42
2,57	446	I4,8	I93,I	0,5	I6,0I	5,02	28,2
5,00	453	I9,7	205	I,05	I6,05	9,9I	75,2
9,9I	465	<u>T = 343,08 K</u>		I,57	I7,49	I4,8	93,9
I9,7	496	0,I0	I4,32	2,02	I8,29	I9,7	I07,6
<u>T = 273,I5 K</u>		0,50	I4,89	4,03	66,9	<u>T = 433,60 K</u>	
I,IO	238	I,05	I4,99	5,0I	79,4	0,I	I7,8I
9,9I	266	I,56	I6,84	9,9I	I04,4	0,5	I8,I9
I9,7	296	2,02	I7,85	I4,8	II9,6	I,IO	I9,22
<u>T = 3I3,I0 K</u>		2,55	III,I	I9,7	I3I,5	I,59	I9,76
0,I0	I3,I6	5,00	I2I,6	<u>T = 403,33 K</u>		2,08	20,5
0,50	I3,76	9,9I	I37,8	0,I	I6,65	2,57	2I,I
I,05	I3,97	I4,8	I5I,3	0,5	I7,09	5,02	25,9
I,57	I55,2	I9,7	I63,2	I,IO	I8,I8	9,9I	5I,5
2,55	I58,6			I,59	I9,04	I4,08	73,6
						I0,7	87,8

Окончание таблицы I

1	2	3	4	5	6	7	8
<u>Хладон R 60I</u>							
<u>T = 201,32 K</u>		2,58	176,2	0,50	14,91	5,04	43,3
1,09	734	5,03	183,6	1,11	15,97	9,93	86,7
5,01	763	9,93	197,2	1,53	17,58	19,7	114,8
9,91	780	19,7	223	2,00	19,42	<u>T = 433,17 K</u>	
19,7	885	<u>T = 343,15 K</u>		2,59	21,9	0,10	16,49
<u>T = 272,46 K</u>		0,10	13,28	5,03	94,4	0,50	17,02
1,09	271	0,50	14,07	9,93	115,3	1,11	17,44
2,56	276	1,10	15,49	19,7	141,2	1,53	19,23
5,01	292	1,61	20,3	<u>T = 403,13 K</u>		2,00	19,62
9,91	309	2,09	126,6	0,10	15,44	2,94	21,2
14,7	337	5,03	136,5	0,50	15,90	5,04	27,7
<u>T = 313,15 K</u>		9,93	150,9	1,11	16,76	9,94	62,9
0,10	12,31	19,7	175,5	1,53	17,56	19,7	95,6
0,50	13,03	<u>T = 373,15 K</u>		2,00	19,09		
1,11	171,4	0,1	14,38	2,59	20,6		

<u>Хладон R 744/R 60I</u>							
<u>T = 224,06 K</u>		5,00	177,5	1,61	17,89	9,91	81,2
1,57	504	9,90	192,1	2,10	19,07	19,7	112,3
3,05	515	19,7	217	2,57	21,9	<u>T = 433,16 K</u>	
5,01	521	<u>T = 343,12 K</u>		2,99	24,1	0,12	17,01
9,91	537	0,12	13,60	9,91	111,9	0,50	17,50
19,7	579	0,50	14,57	19,7	138,7	1,05	19,36
<u>T = 275,31 K</u>		1,07	15,93	<u>T = 403,14 K</u>		1,61	19,45
1,58	257	1,61	17,51	0,12	15,87	2,10	19,88
3,05	267	2,09	20,3	0,50	16,48	2,57	22,0
5,07	278	5,00	130,7	1,05	17,74	2,99	23,1
9,91	301	9,91	145,6	1,61	18,55	3,97	25,3
19,7	320	19,7	171,0	2,10	19,43	5,02	29,4
<u>T = 313,15 K</u>		<u>T = 373,15 K</u>		2,57	21,8	9,91	57,5
0,12	12,56	0,12	14,73	2,99	23,3	19,7	93,5
0,50	13,65	0,50	15,55	3,97	26,8		
2,55	170,9	1,06	16,77	5,02	28,2		

Таблица 2

Характеристики объектов исследования

№№ п/п	Вещество	Критические параметры			$A = 100\pi$	
		$T_{кр}$	$\rho_{кр}$	$\rho_{кр}$	$\tau=0,625$	$\tau=0,7$
1.	R12	385,19	4,12	558	2,16	6,59
2.	R22	370,28	4,99	513	1,92	6,16
3.	R142	410,15	4,19	430	1,79	5,85
4.	R744	304,20	7,38	468	1,84	5,96
5.	R12-R22 ($X_I = 0,255$)	373,92	4,84	524	1,98	6,27
6.	R12-R22 ($X_I = 0,605$)	379,11	4,53	540	2,07	6,42
7.	R12-R22 ($X_I = 0,800$)	382,13	4,33	549	2,11	6,50
8.	R60I	396,15	4,46	482	1,92	6,12
9.	R744/R60I	387,80	4,53	481	1,91	6,11

Таблица 3

Коэффициенты уравнений (3)...(5)

Коеф. \ i	0	1	2	3	4
a_i	0,076012	0,996640	0,033348	-	-
b_i	1,596659	-6,370907	9,601757	-5,459543	1,132159
c_i	-9,235299	13,103623	-6,385609	1,220333	-

Таблица 4

Коэффициенты уравнения (6)

$j \setminus i$	0	1	2	3
0	1,072342	-0,821965	2,700386	-2,055416
1	-0,827233	6,489323	-0,123821	28,119177
2	0,672218	-7,293281	0,891230	-46,292904
3	0,902817	0,462912	-12,821923	0,723829
4	-1,691270	3,560201	53,129250	-6,334729
5	0,817810	-1,990412	-5,240671	1,513782
6	-1,137893	0,072018	1,187934	0,195341

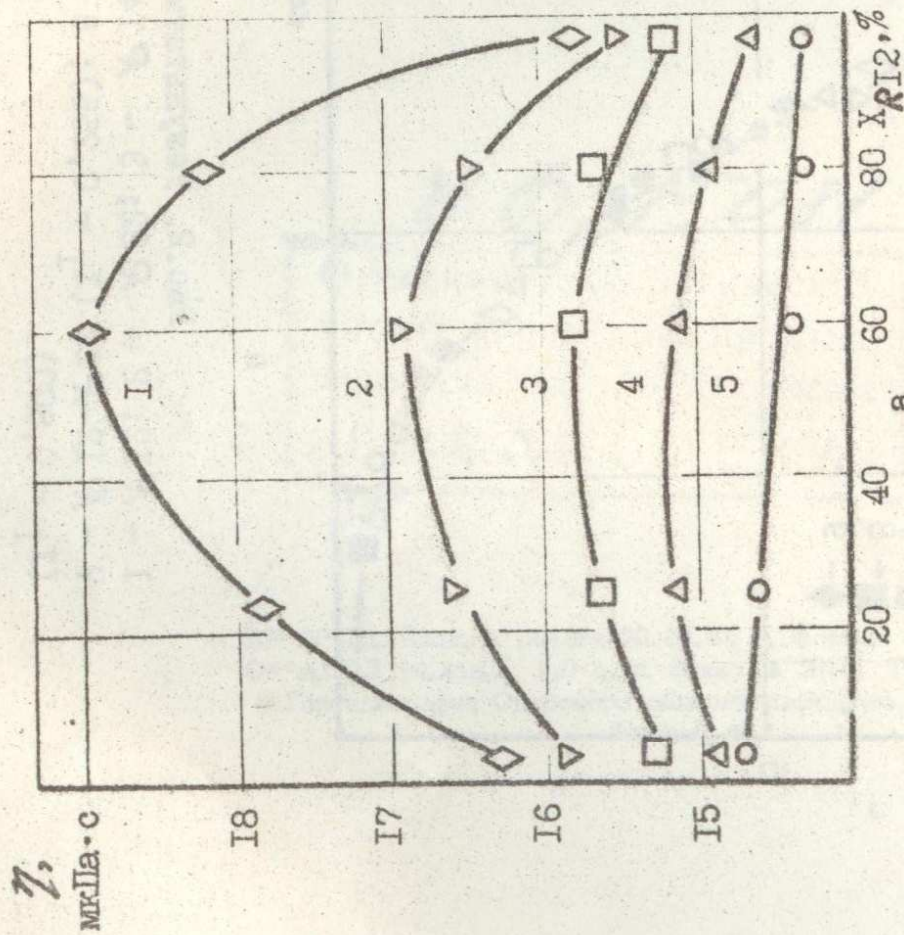
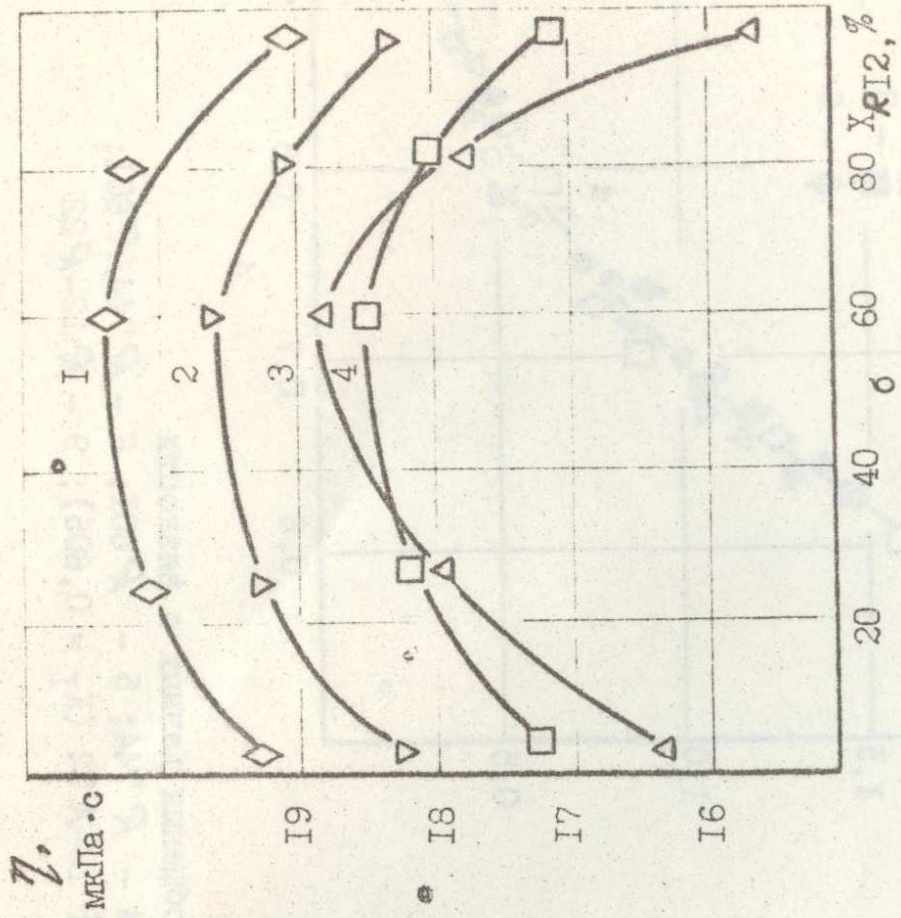


Рис. I. Концентрационная зависимость вязкости смеси $R_{12}-R_{22}$

а - при $T = 343$ К; 1 - при $p = 2,0$; 2 - 1,5; 3 - 1,0; 4 - 0,5; 5 - 0,1 МПа.
 б - при $p = 2$ МПа; 1 - при $T = 433$; 2 - 403; 3 - 373; 4 - 343 К.

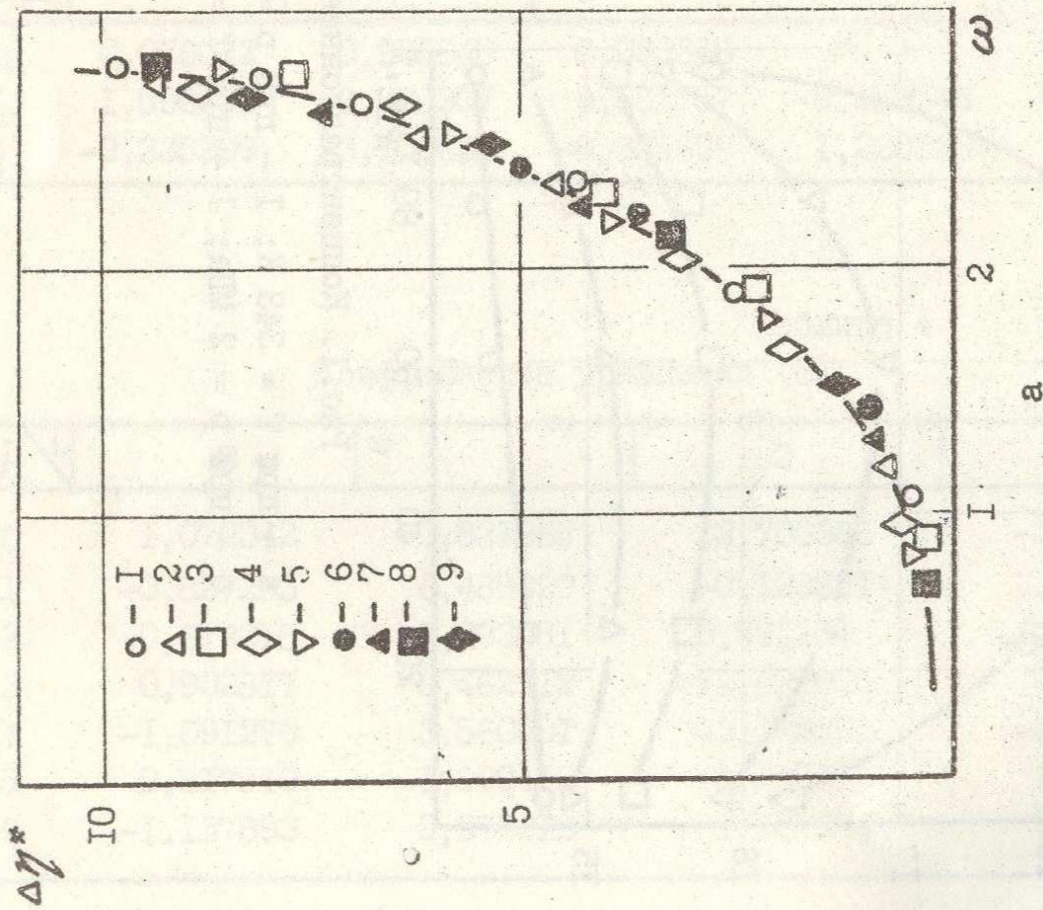
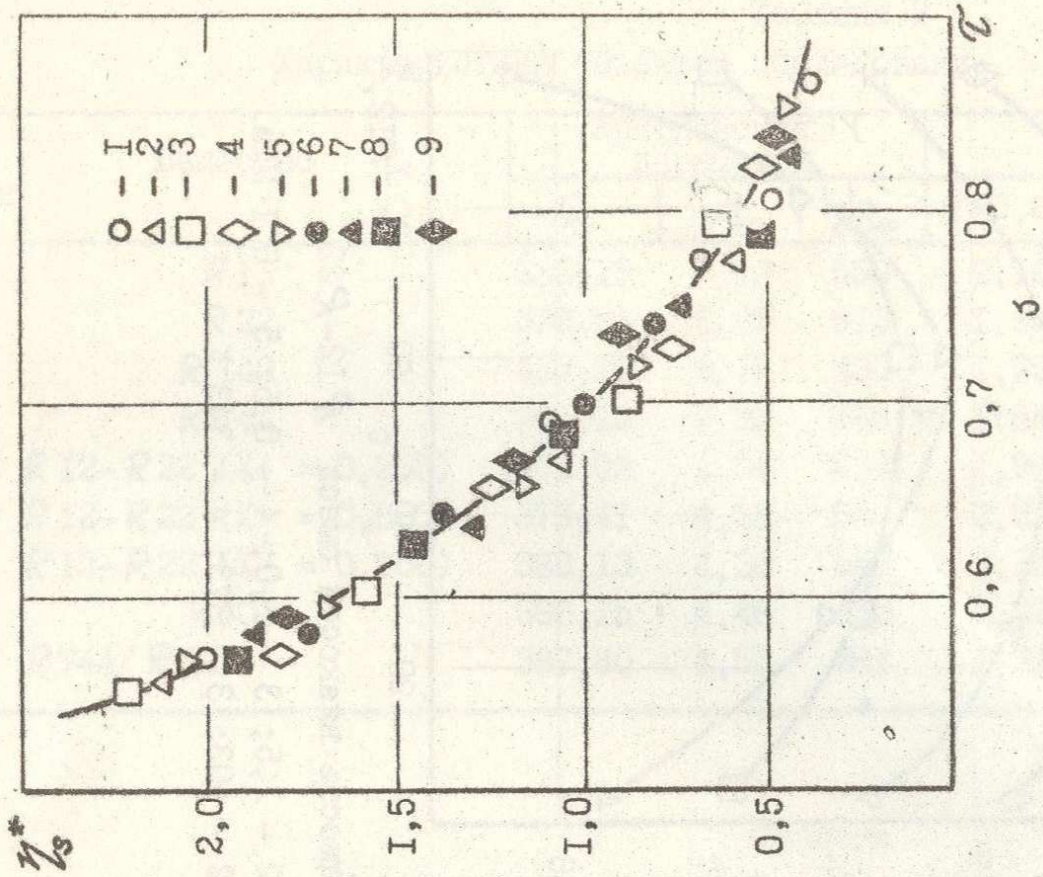


Рис. 2. Результаты сообщения данных о вязкости
 1 - R 12; 2 - R 22; 3 - R 142; 4 - R 744; 5 - R 601; 6 - R 744/R 601;
 7 - R 12-R 22 ($X_I = 0,255$); 8 - R 12-R 22 ($X_I = 0,605$); 9 - R 12-R 22
 ($X_I = 0,800$).