

Диаграмма «давление – энтальпия» для реального рабочего тела R134a/Castrol Icematic SW22

Д-р техн. наук, проф. **В.П. ЖЕЛЕЗНЫЙ**
Одесская государственная академия холода

A pressure-enthalpy diagram for the real refrigerant R134a / Castrol Icematic SW22 has been developed.

The influence of the oil impurities on configuration of main isolines in the diagram was considered. The role of use of the offered diagram in theoretical evaluation of the efficiency of refrigerating equipment is highlighted.

Реальное рабочее тело (РРТ) в парокомпрессионных холодильных системах представляет собой смесь хладагента и масла.

Унос масла из компрессора оказывает значительное влияние на работу холодильной установки. Еще Бомбах [2] и Спаушус [6] показали, что энергетические характеристики холодильной машины должны зависеть от концентрации c_g и сорта масла, циркулирующего вместе с хладагентом. Присутствие примесей масла в рабочем теле приводит к понижению холодопроизводительности, увеличению работы сжатия в компрессоре, уменьшению холодильного коэффициента [2, 5, 6], снижению коэффициента теплопередачи в испарителе [9, 10].

Для корректного учета влияния примесей масла на энергетическую эффективность термодинамического цикла холодильной установки необходимо располагать информацией об энтальпии РРТ. Для этого, в свою очередь, надо иметь сведения как о составе рабочего тела перед дроссельным устройством, так и об изменениях концентрации раствора хладагент–масло (РХМ) в испарителе. Следует заметить, что большинство косвенных методов исследования концентрации масла в различных узлах холодильной установки основаны на использова-

нии информации о теплофизических свойствах РХМ.

К сожалению, выбор рабочего тела, как правило, сводится к раздельной оценке целесообразности применения того или иного хладагента и компрессорного масла. При этом свойства РРТ, как правило, не рассматриваются. До сих пор решению основной практической задачи, связанной с расчетом калорических свойств РРТ для холодильного оборудования, уделяется недостаточное внимание. В последние годы опубликованы результаты лишь нескольких работ, в которых исследовали калорические свойства РХМ [3, 4, 7], оценивали влияние примесей масла на эффективность холодильного оборудования [3, 5], а также влияние примесей масла на теплообмен [9, 10].

В настоящее время вряд ли можно получить обширную и достоверную информацию по термическим и калорическим свойствам РХМ лишь на основании сведений о чистых компонентах. Тем более что используемые в практике масла являются многокомпонентными жидкими растворами с неопределенной структурой и молекулярной массой. Однако ограничить объем необходимых экспериментальных исследований до минимального уровня уже представляется возможным. Вывод о термодинамическом подобии РХМ в широком интервале концентраций масла [4, 8] является теоретическим обоснованием при создании методик прогнозирования термических и калорических свойств смеси.

На основании полученных экспериментальных данных по фазовому равновесию РХМ и с использованием методов расчета термодинамических свойств, кото-

рые были предложены в [4, 8], разработаны диаграммы давление–энтальпия для реального рабочего тела R134a / Castrol Icematic SW22 при различных концентрациях масла c_o .

В качестве примера полученных результатов на рис. 1 и 2 представлены диаграммы $\ln p-h$ для рабочего тела R134a / Castrol Icematic SW22 при концентрациях масла 1 и 3 % в циркулирующем потоке PXM.

На приведенных диаграммах изображены изотермы для рассматриваемого рабочего тела R134a / Castrol Icematic SW22, линии удельных объемов, а также пограничная кривая для чистого хладагента R134a. Пограничная кривая жидкости PXM для данных концентраций циркулирующего масла практически совпадает (в пределах погрешности определения плотности жидкого PXM) с пограничной кривой жидкости для чистого хладагента. Изотермы смеси вблизи пограничной кривой пара R134a имеют существенную кривизну и отклоняются от изотерм для чистого хладагента, причем степень отклонения возрастает с понижением температуры кипения рабочего тела и увеличением концентрации масла c_g , циркулирующего по контуру компрессорной системы. Поскольку в жидкой фазе PPT всегда присутствуют примеси масла, пограничная кривая пара для реального рабочего тела отсутствует.

Проведенные исследования показывают, что процесс кипения рабочего тела в испарителе чувствителен к присутствию примесей масла по нескольким причинам [1]. Прежде всего состав жидкой фазы РХМ при кипении в испарителе изменяется в широких пределах (особенно в испари-

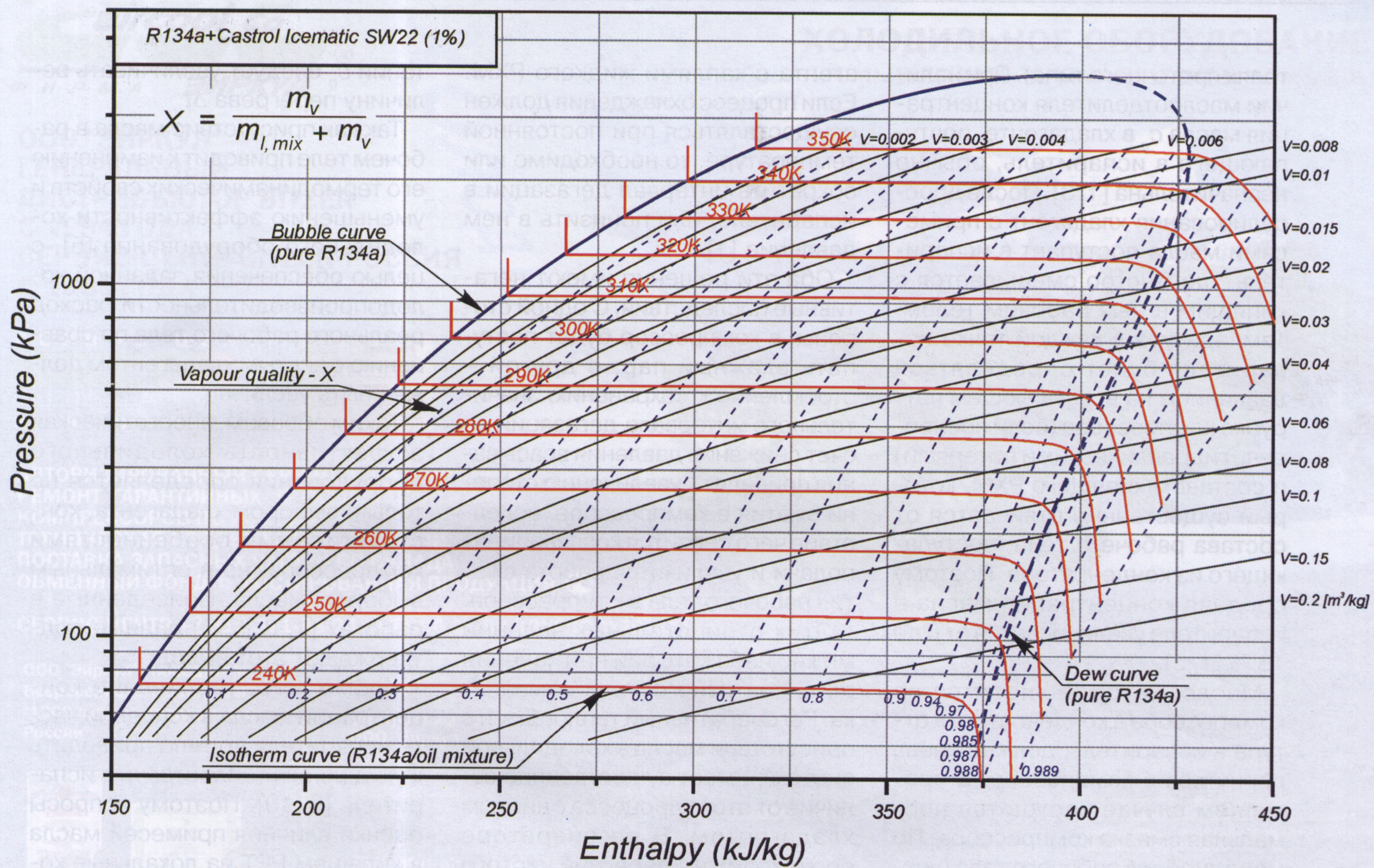


Рис. 1. Диаграмма $\ln p-h$ рабочего тела 134a/ Castrol Icematic SW22 при $c_g = 1\%$

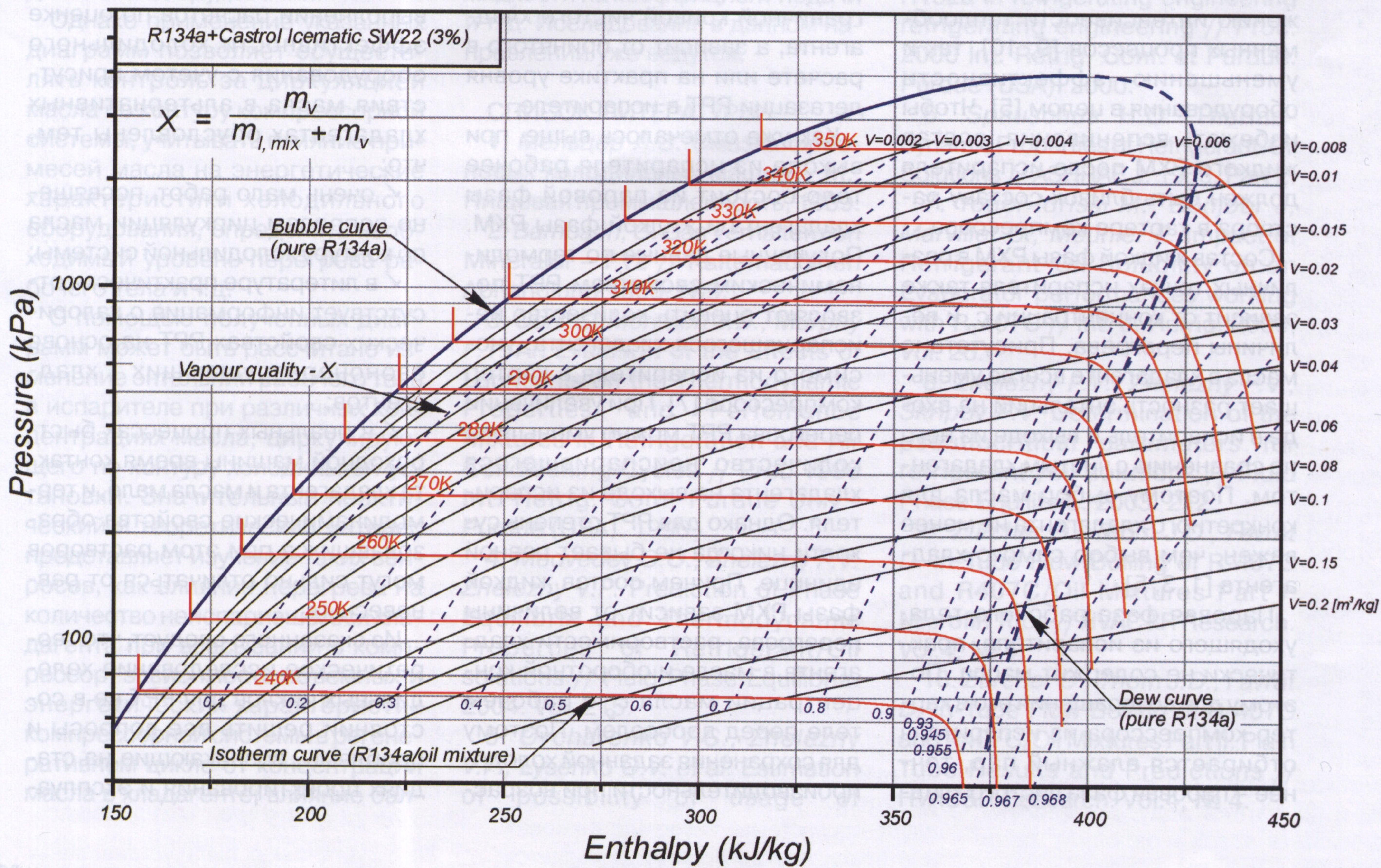


Рис. 2. Диаграмма $\ln p-h$ рабочего тела 134a/ Castrol Icematic SW22 при $c_g = 3\%$

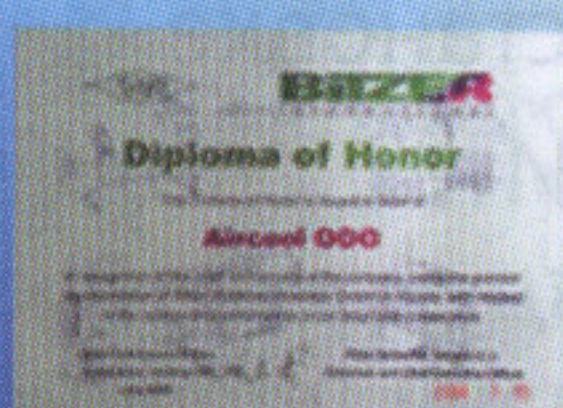
Паровая фаза рабочего тела, уходящего из испарителя, практически не содержит масла. Поэтому для возвращения его в картер компрессора из испарителя отбирается влажный пар, точнее – паровая фаза чистого хлад-

Как уже отмечалось выше, при выходе из испарителя рабочее тело состоит из паровой фазы хладагента и жидкой фазы РХМ. Полученные данные по термодинамическим свойствам РРТ позволяют оценить количество неиспарившегося хладагента, уносимого из испарителя в картер компрессора [7]. При увеличении перегрева РРТ можно уменьшить количество неиспарившегося хладагента на выходе из испарителя. Однако для РРТ степень сухости никогда не бывает равной единице. Причем состав жидкой фазы РХМ зависит от величины перегрева, растворимости хладагента в масле и обратной концентрации масла c_g в рабочем теле перед дросселем. Поэтому для сохранения заданной холодопроизводительности при возрас-

Из сказанного следует, что теоретическое исследование холодильных циклов для РРТ не в состоянии решить все вопросы и проблемы, возникающие на стадиях проектирования и эксплуа-

**ООО "ЭЙРКУЛ" —
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР BITZER
С 1994 ГОДА
СЕРВИС-ЦЕНТР BITZER-РОССИЯ
С 1999 ГОДА**

СЕРВИС-ЦЕНТР
BITZER
INTERNATIONAL
РОССИЯ



АВТОРИЗИРОВАННЫЙ СЕРВИС • ДИАГНОСТИКА •
РЕМОНТ ГАРАНТИЙНЫХ • ПОСЛЕГАРАНТИЙНЫХ
КОМПРЕССОРОВ ПО РОССИИ
ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА • ГАРАНТИИ
ПОСТАВКА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ СО СКЛАДА
ОБМЕННЫЙ ФОНД • ГОСТИРОВАННАЯ ПРОДУКЦИЯ

СЕРВИС-ЦЕНТР +7 812 371-88-24/ +7 996 35 88 КРУГЛОСУТОЧНО

ООО "Эйркул" - победитель
Всероссийского конкурса
"1000 лучших предприятий
России"



10 ЛЕТ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ НА РЫНКЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Центральный офис
ООО "Эйркул"
191123
Санкт-Петербург,
ул.Шпалерная, 32-6Н

тел. +7(812) 327-3821,
факс +7(812) 327-
3345 info@aircool.ru,
www.aircool.ru

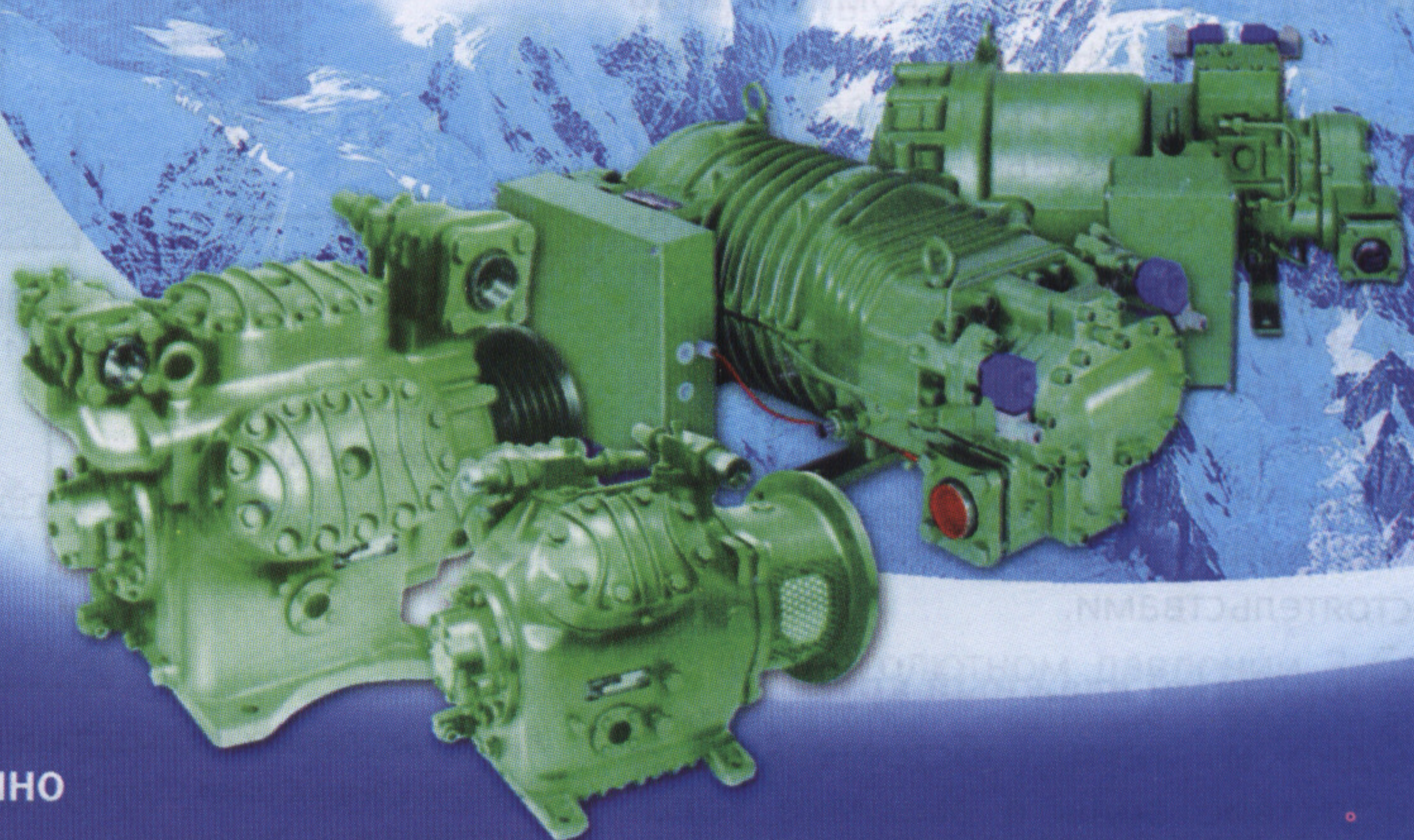
Производственно-
монтажный комплекс
196084 С-Петербург,
ул.Заставская, 14а
тел.+7(812) 371-8821,
371-8822,
факс +7(812) 371-8820
proizvodstvo@aircool.ru

ООО "Эйркул-Сибирь"
г.Омск, ул.Маяковского, 74, офис 211,
тел. (3812) 36-1161, факс (3812) 36-1162
aircoolsib@omskcity.com

ООО "Эйркул-Урал"
г.Ижевск, Якшур-Бодьинский тракт, 1
тел. (3412) 59-2553 факс (3412) 59-2554
aircool@udmnet.ru

ООО "Эйркул-Дон"
г.Ростов-на-Дону, ул.Пушкинская, 54
тел./факс (8632) 40-3597, 99-9797
aircool@rost.ru, www.accdon.da.ru

**ООО "Дальневосточная холодильная
компания"** представитель ООО "Эйркул"
в приморском крае
г.Хабаровск, ул.Шевченко, 16, офис 84
тел. (4212) 32-6699, 69-2278
e-mail: geco 2002-2@mail&ru



тации нового поколения холо-
дильного оборудования.

Однако применение указанных
диаграмм позволяет осуществ-
лять контроль за циркуляцией
масла по контуру компрессорной
системы, учитывать влияние при-
месей масла на энергетические
характеристики холодильного
оборудования, определять необ-
ходимый уровень перегрева ра-
бочего тела и т.д.

С помощью полученных диаг-
грамм может быть рассчитано из-
менение энтальпии рабочего тела
в испарителе при различных кон-
центрациях масла, циркулирую-
щего по контуру холодильной ус-
тановки. Значительный практи-
ческий и теоретический интерес
представляет изучение таких воп-
росов, как влияние перегрева на
количество неиспарившегося хла-
дагента при всасывании в ком-
прессор; зависимость объемных и
энергетических характеристик
компрессорной системы в регене-
ративном цикле от концентрации
масла в хладагенте; влияние бал-

ластного доиспарения остаточной
жидкости на коэффициент подачи
и т. д. Исследования в данном на-
правлении уже ведутся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельцер Л.З. Смазка фрео-
новых холодильных машин – М.:
Пищевая промышленность, 1969.
2. Bambach, G. Gas Verhalten von
Mineralol – F12 // Kaltmaschinen
Abhandlung 1955. №9.
3. Corr. S, Morrison J.D., Murphy
F.T. An Evalution of the Effects of
Lubricants on the Thermodynamic
Properties and Perfomance
Mixtures in Refrigeration and Air
Conditioning Cycles // Proc.1996
Int. Refrig. Conf. Purdue Univ.-
Purdue (USA). 1996.
4. Medvedev O.O., Zhelezny P.V.
Zhelezny V.P. Prediction of Phase
Equilibria and Thermodynamic
Properties of Refrigerant/Oil
solutions // Fluid Phase Equilibria.
2004. Vol. 215.
5. Ovcharenko V.S., Zhelezny
V.P., Lysenko O.V. et al. Estimation
of possibility of usage of

quasiazeotropic mixture R134a/
R152a in refrigerating engineering
refrigerating engineering // Proc.
2000 Int. Refrig. Conf. at Purdue.
Purdue (USA). 2000.

6. Spauschus H.O. Thermo-
dynamic Properties of Refrigerant-Oil
Solutions // ASHRAE J. 1963. Part 2.

7. Youbi-Idrissi M., Bonjour J,
Marvillet C., Meunier F. Impact of
Refrigerant-Oil Solubility on an
Evaporator performances working
with R-407C // Int. J. Refrig. 2003.
Vol. 26.

8. Zhelezny P.V., Zhelezny P.V.,
Scripov P.V. Determination of the
pseudocritical parameters for
refrigerant /oil solutions // Fluid
Phase Equilibria. 2003. 212.

9. Zürcher O., Thom J.D., Favrat
D. In-Tube Flow Boiling of R-407C
and R407C/Oil Mixtures Part I:
Microfin Tube // HVAC&R Research.
Vol.4, № 4.

10. Zürcher O., Thom J.D., Favrat
D. In-Tube Flow Boiling of R-407C
and R407C/Oil Mixtures Part II: Plain
Tube Results and Predictions //
HVAC&R Research. Vol.4, № 4.