

**Эксплуатационные характеристики
компрессоров.**

Анализ аварийных режимов работы

Перевод

Service Check Points compressors

Si-53

*Копия ч. 6. -
проверена 1-11*

DAIKIN

Фирма ДАЙКИН

Акционерное общество
СИТЭС-КОНДИЦИОНЕР

КОНТРОЛЬ Компрессоров
Как предотвратить ошибочный диагноз

Перевел с английского

Кузьмин Ю.А.

Дата выполнения: апрель 1997

ФИРМА "ДАЙКИН ИНДАСТРИ"
КОНТРОЛЬНЫЕ ТОЧКИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ
КОМПРЕССОРОВ

Как предотвратить ошибочный диагноз

5. Подтверждение состояния

5-1. Проверка всей системы кондиционирования воздуха

Хотя затруднения, связанные с работой компрессора, во многих случаях вызываются неприятностями, связанными с самим компрессором, существует множество других причин затруднений, не связанных непосредственно с компрессором (монтажные операции, условия функционирования, неверное обслуживание и т.п.).

Соответственно, после замены компрессора проведите испытания и устраните все замеченные неисправности.

Если вам не удастся устранить неисправности, то могут снова возникнуть неприятности с компрессором.

Проверка работы после замены

Монтажные операции

1) Правильен ли номинал прерывателя утечки на землю и ISOLATING SWITCH? Правильен ли номинал предохранителя?

2) Все ли подключено правильно? Правильен ли размер проводников?

3) Правильно ли напряжение питания?

4) Достаточен ли уровень охлаждающей воды в насосной башне?

5) Правильен ли размер труб в трубопроводах охлаждающей воды и в трубопроводах градирни?

6) Правильен ли уровень нагрузки? Уравновешен ли уровень

нагрузки:

7) Правильен ли размер каналов?

8) Правильно ли организована циркуляция воздуха в наружных и внутренних блоках?

9) Правильна ли циркуляция горячего воздуха в градирне?

10) Правильна ли длина трубопровода хладагента?

11) Правильен ли заряд дополнительного хладагента?

Обслуживание

1) Забит или загрязнен воздушный фильтр?

2) В правильном ли направлении вращаются вентиляторы (в кондиционере и градирне)?

3) В правильном ли направлении вращается насос для охлажденной и охлаждающей воды?

4) Загрязнена ли охлаждающая вода посторонними примесями?

5) Находятся ли высокое, низкое давление и давление масла в заданных пределах?

6) Все ли устройства имеют необходимую электрическую изоляцию?

7) Правильное ли рабочее напряжение всех устройств?

8) Попал ли воздух в систему охлажденной воды?

9) Не загрязнено ли оребрение теплообменников внутренних и наружных блоков?

10) Нет ли утечки газа?

Условия работы

1) Правильные ли значения имеют напряжения, токи и сопротивление изоляции?

2) Находятся ли высокое, низкое давление и давление

масла в заданных пределах:

3) Находится ли температура масла в расчетных пределах?
Правильен ли уровень масла? Подается ли питание на картер,
когда работа приостановлена?

4) Правильна ли температура удаляемого газа?

5) Правильна ли температура всасываемого газа и степень
перегрева?

6) Правильны ли температуры охлаждаемой воды на входе и
выходе? Достаточен ли расход охлаждаемой воды?

7) Правильны ли температуры охлажденной воды на входе и
выходе? Достаточен ли расход охлажденной воды?

8) Нет ли утечки газа?

9) Правильно ли настроен регулирующий вентиль?

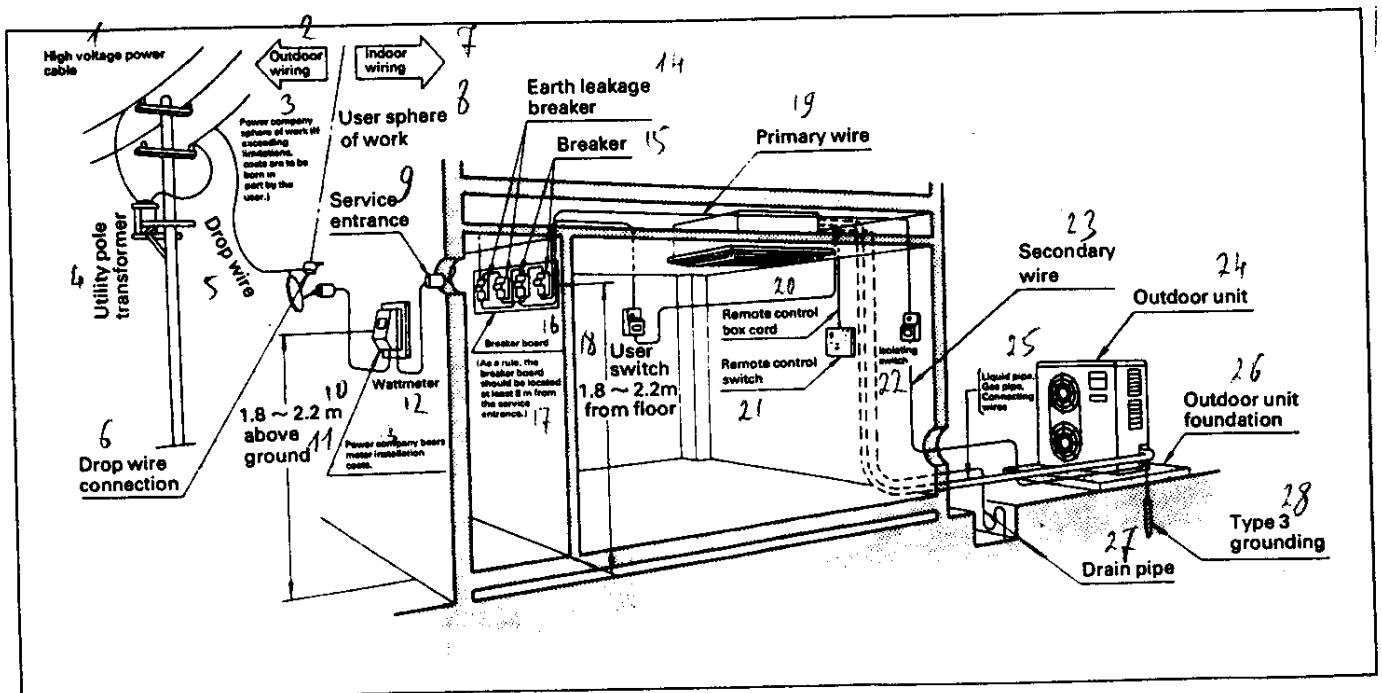


Рис. 1:

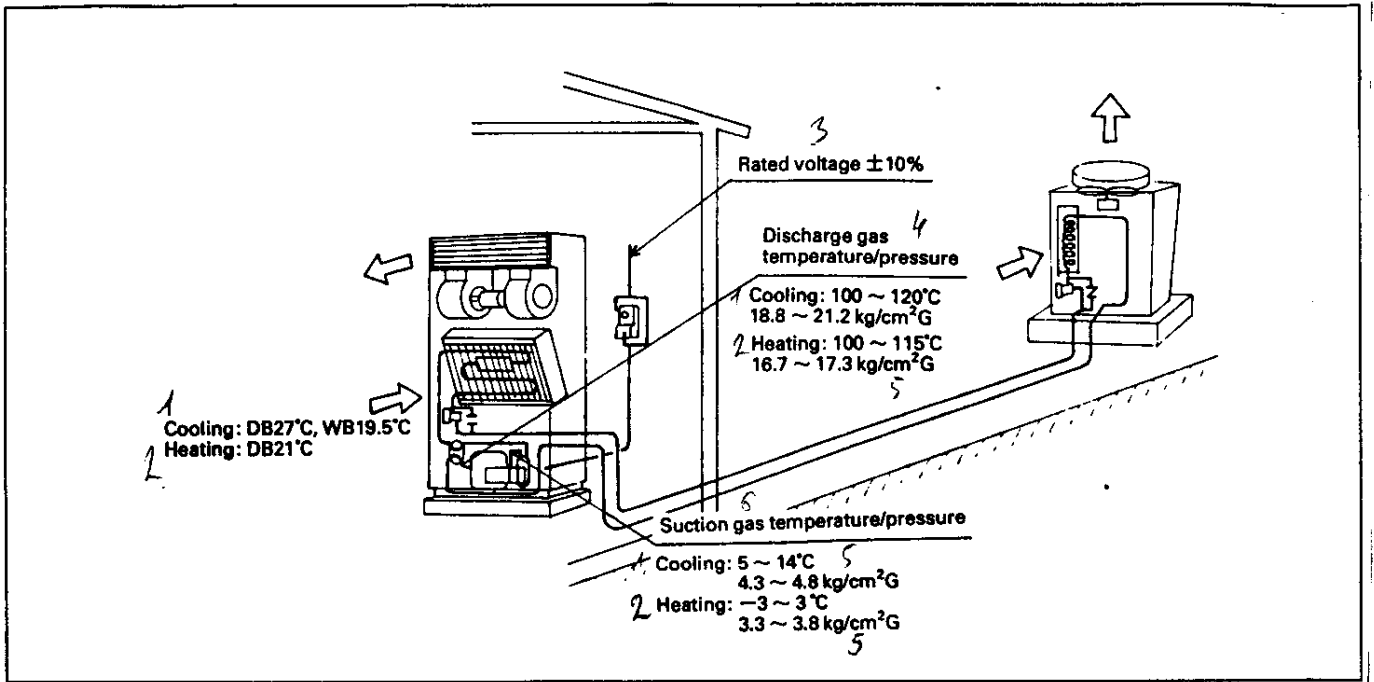
1 - сеть высокого напряжения; 2 - наружная проводка; 3 - об-

ласть деятельности энергетической компании (если превышено пороговое значение, то часть стоимости относится на счет пользователя); 4 - понижающий трансформатор для пользователей, установленный на мачте; 5 - провод, спускающийся с линии; 6 - подключение провода, спускающегося с линии; 7 - внутренняя проводка; 8 - зона ответственности пользователя; 9 - вход в электроустановку; 10 - м; 11 - над землей; 12 - ваттметр; 13 - установка ваттметра оплачивается энергетической компанией; 14 - прерыватель тока утечки в землю; 15 - прерыватель; 16 - плата прерывателей; 17 - как правило, плата прерывателей должна быть расположена не менее, чем в 8 м от входа в электроустановку; 18 - пользовательский выключатель, примерно в 1,8..2,2 м от пола; 19 - основной провод; 20 - шнур блока дистанционного управления; 21 - выключатель дистанционного управления; 22 - разъединитель; 23 - вторичный провод; 24 - наружный блок; 25 - трубы для жидкости, газопровод, соединительный провода; 26 - фундамент наружного блока; 27 - канализационная труба; 28 - заземление типа 3

5-2. Проверка кондиционера воздуха

Храните исходную информацию в легко доступном месте в процессе проверки оборудования. (Значения параметров могут изменяться в зависимости от температуры наружного воздуха и т.п.)

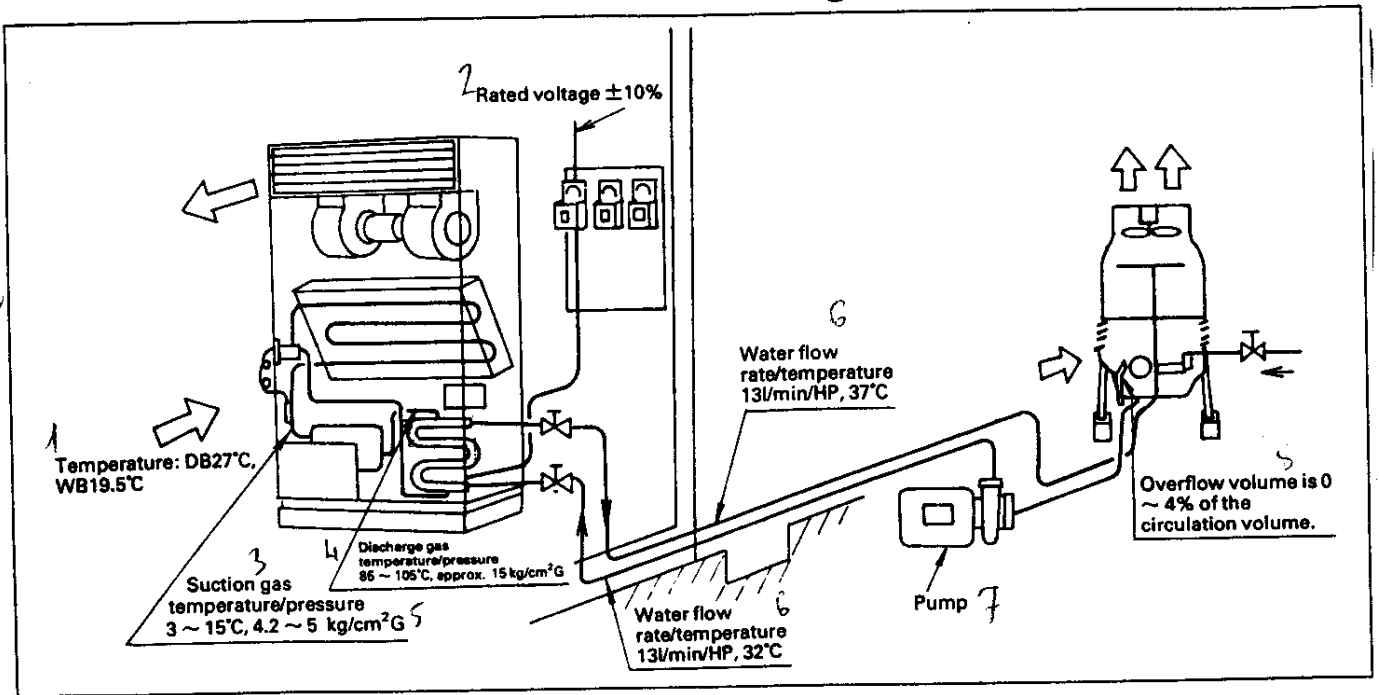
1. КОНДИЦИОНЕРЫ ВОЗДУХА ТИПА ТЕПЛЫХ НАСОСОВ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ:



1 - охлаждение; 2 - нагрев; 3 - номинальное напряжение; 4 - температура и давление нагнетаемого газа; 5 - кгс/кв.см (избыточное давление); 6 - температура и давление всасываемого газа

2) Кондиционеры воздуха с водяным охлаждением + градир-
 ня:

НЯ:



1 - температура; 2 - номинальное напряжение; 3 - температура и давление всасываемого газа; 4 - температура и давление нагнетаемого газа; 5 - кгс/кв.см (избыточное давление); 6 - температура и расход воды 13 л/мин/л.с.; 7 - насос; 8 - избыточный объем составляет от 0 до 4% от циркулирующего объема

ФОРМУЛАР ПРОВЕДЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Обеспечьте заполнение формуляра после замены компрессора!

Формуляр проверок воздушных кондиционеров с водяным воздушным охлаждением (типа тепловых насосов)

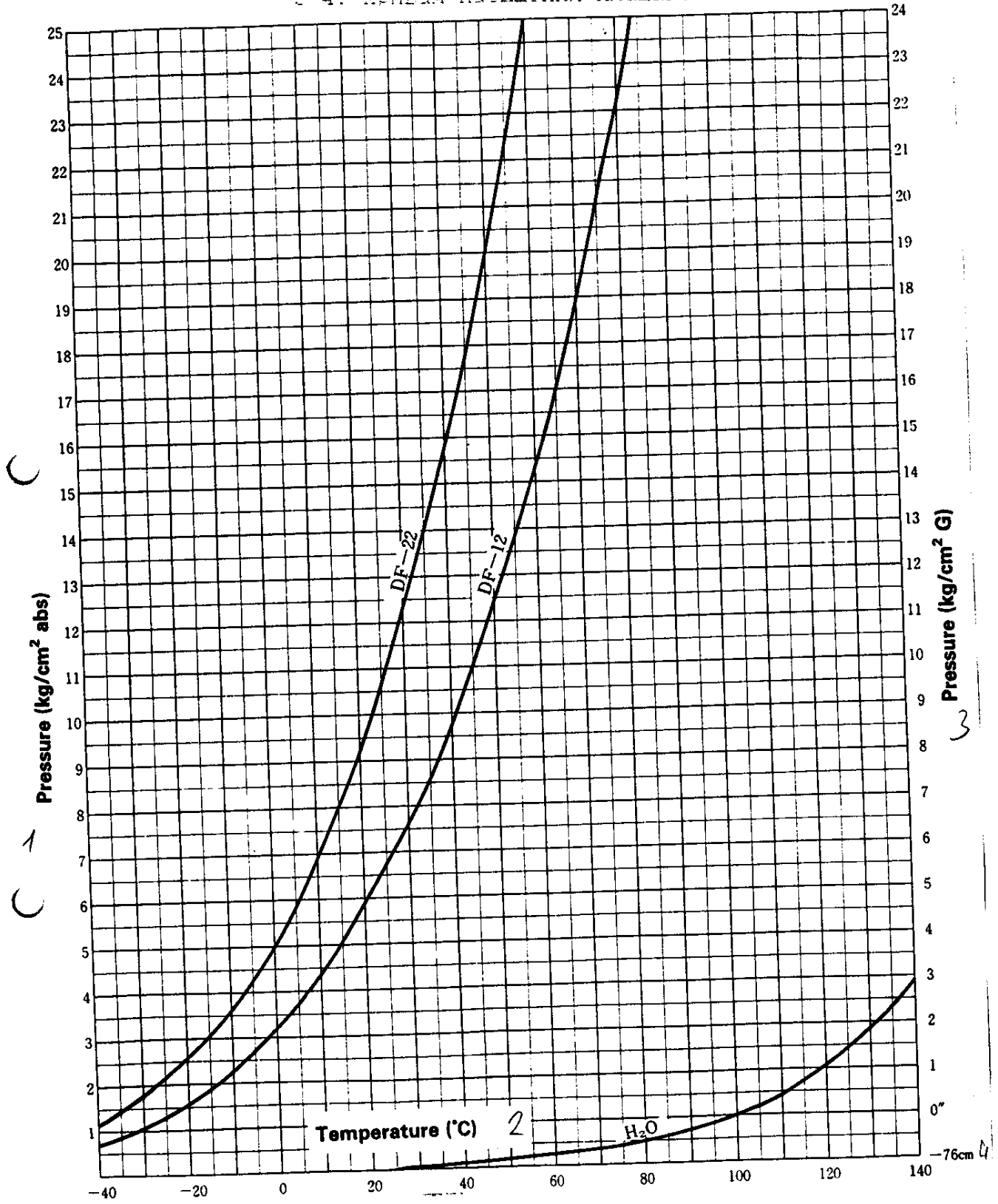
Date 1
Serviceman 2

Delivered to 3		Mr. / Mrs. / Ms.		Sales agent		Mr. / Mrs. / Ms.	
Model 8		Many No. 9		Delivery date 10		11 12 13 13 11 12 Mn. / Day / Yr. Yr. / Mn. / Day	
Dealer's name 14				15 TEL ()		21 21	
Item 16		Inspection method 17		Reference data 18		Observed value/state 19 Evaluation (O or X)	
Compressor	Oil level 23	Inspect visually. 24		Evaporation pressure + 3 ~ 5 kg/cm ² G 27		28 kg/cm ²	
	Oil pressure 25	Measure with pressure gauge 25		Rating + 115% or less 31		R A7S A T A77 72	
	Electric current 29	Measure with clamp-on ammeter. 30		1MΩ or more 34		35 MΩ	
	Motor insulation 32	Measure with 500V insulation resistance meter. 33		Check for frost formation in air cool/heating operation. 43		44 Good / Bad 45	
Condenser	Chilled/cooling water temp. 37	Inlet 38 32°C or below 40 °C	Cool air blow 41 Inlet 38 °C				
		Outlet 39 37°C or below 40 °C	(Air cooled) 42 Outlet 39 °C				
	Condensing pressure 46	Cooling 47 R-22 Water cooled 13 ~ 17 49 / Air cooled 16 ~ 20				kg/cm ² 48	
		Heating 48 R-22 Water cooled 17 ~ 20 49 / Air cooled 17 ~ 21				kg/cm ² 48	
	Condenser cleaning 50	Last cleaned (Mn. / Yr.) 51		52 Necessary / Unnecessary 53			
Evaporator	Air temp. 55	Inlet 56	Measure with thermostat. 56	Cooling 27°C (Standard specification) Heating 7°C			°C
		Outlet 57	Measure with thermostat. 56	16°C (Standard specification) 57 2°C			°C
	Evaporating pressure 58	R-22 3 ~ 5				kg/cm ² 28	
Safety device	High pressure switch 60	Check with chilled water pump and fan motor off. 61		Trips inside rated pressure range. 62		kg/cm ² 28	
	Low pressure switch 63	Perform pump down procedure. 64		Trips inside rated pressure range. 62		kg/cm ² 28	
	Oil pressure protection switch 65	Check trip mechanism with oil pressure pipe valve closed. 66		Trips inside rated pressure range. 62		kg/cm ² 28	
	Temperature controller 67	Turn knob and check compressor turns on/off. 68		Compressor turns on/off. 69		Good / Bad 45	
Electric circuits	Power supply voltage 71	Measure voltage across phase terminals. 72		Rated voltage 73 ±10%		R-S V70 S-T V90 T-R V90	
	Control circuit 74	Measure with 500V insulation resistance meter. 75		1MΩ or more 34		15 MΩ	
	Fuse capacity 75	Inspect visually. 74		Prescribed fuse capacity 76		77 A	
	Crankcase heater 78	Measure resistance with tester. 79		55W=727Ω, 100W=400Ω 80W=500Ω, 150W=267Ω		81 Ω	
	Electric-magnetic switch 82	Inspect visually. Tighten screws with driver. 83		No damage to contact points Screws sufficiently tight 84		44 Good / Bad 45	
Fan system	Fan belt 85	Inspect visually. 24		Taut 87		88 mm	
	Electric current 29	Measure with clamp-on ammeter. 30		Rating + 115% or less 31		R A7S A T A77 72	
	Insulation 89	Measure with 500V insulation resistance meter. 33		1MΩ or more 34		35 MΩ	
	Air filter 91	Inspect visually. 21		No clogging 92		44 Good / Bad 45	
Others	Refrigeration system 94	Measure with halide torch. 95		No leakage 96		Good / Bad	
	Running noise 97	Grease bearings, etc. 98		Noiseless 99		Good / Bad	
	Fluid leakage 100	Inspect visually. 21				Good / Bad	
	Cleanliness 101	Inspect visually. 24				Good / Bad	
Defrosting 102	Check by operating manually. 103		4-way valve operates smoothly. 104		44 Good / Bad 45		
Remarks (Adjusted, replaced parts, etc.) 105							

1 - Дата; 2 - Исполнителя; 3 - поставлено; 4 - господину; 5 - госпоже; 6 - девушке; 7 - агент по продаже; 8 - модель; 9 - номер руководства; 10 - дата поставки; 11 - месяц; 12 - день; 13 - год; 14 - имя дилера; 15 - телефон; 16 - позиция; 17 - метод проверки; 18 - исходные данные; 19 - полученное значение (состояние); 20 - оценка; 21 - или; 22 - компрессор; 23 - уровень масла; 24 - визуальная проверка; 25 - давление масла; 26 - измерить с помощью манометра; 27 - давление испарения + 3..5 кгс/кв.см (избыточное); 28 - кгс/кв.см; 29 - электрический ток; 30 - измеряется с помощью токоизмерительных клещей; 31 - номинал + 115% или менее; 32 - изоляция двигателя; 33 - измеряется измерителем сопротивления изоляции с напряжением 500 В; 34 - 1 МОм или более; 35 - МОм; 36 - конденсатор; 37 - температура охлажденной/охлаждающей воды; 38 - впускное отверстие; 39 - выходное отверстие; 40 - или менее; 41 - поток холодного воздуха; 42 - воздушное охлаждение; 43 - проверка образования наледи при воздушном охлаждении/нагревании; 44 - хороший; 45 - плохой; 46 - давление конденсации; 47 - охлаждение; 48 - нагрев; 49 - водяное охлаждение; 50 - очистка конденсатора; 51 - дата последней очистки; 52 - обязательно; 53 - необязательно; 54 - испаритель; 55 - температура воздуха; 56 - измеряется с термостатом; 57 - стандартная спецификация; 58 - давление испарения; 59 - предохранительное устройство; 60 - реле высокого давления; 61 - проверка при выключенном насосе охлажденной воды и двигателе вентилятора; 62 - показания в пределах номинального диапазона давлений; 63 - реле низкого давления; 64 - выполнить операцию по выключению насоса; 65 - предохранитель-

ное реле давления масла: 66 - проверка работы механизма отпущения реле при закрытом вертиле маслопровода высокого давления: 67 - регулятор температуры: 68 - поверните рукоятку и проверьте включение и выключение компрессора: 69 - компрессор включается и выключается: 70 - электрические схемы: 71 - напряжение питания: 72 - измерить напряжение на выводах фаз: 73 - номинальное напряжение $\pm 10\%$: 74 - управляющая схема: 75 - номинал предохранителя: 76 - заданный номинал предохранителя: 77 - ампер: 78 - нагреватель картера: 79 - измерение сопротивления тестером: 80 - ватт; 81 - Ом; 82 - электромагнитное реле: 83 - Осмотрите. Затяните винты отверткой; 84 - Разрушений в точках контакта нет. Винты затянуты достаточно: 85 - система вентиляторов: 86 - ремень вентилятора: 87 - натянут; 88 - мм; 89 - изоляция: 90 - вольт; 91 - воздушный фильтр: 92 - загрязнений нет; 93 - прочие: 94 - система охлаждения: 95 - измерение с помощью галоидного течеискателя: 96 - утечки отсутствуют; 97 - шум при работе: 98 - смазать подшипники и т.п.; 99 - шума нет; 100 - утечка жидкости: 101 - чистота: 102 - размораживание: 103 - проверка при ручной работе: 104 - 4-ходовой вентиль работает гладко: 105 - замечания (отрегулированные, замененные узлы и т.п.)

С-4. Кривая насыщения диоксида



1 - давление (кг/кв.см. абсолютное значение); 2 - температу-
ра; 3 - давление (кг/кв.см. избыточное значение); 4 - см

8. Неисправности компрессора

Хотя компрессоры присутствуют в кондиционерах и устройствах охлаждения воздуха всех типов, неисправности их не ограничиваются только неисправностями сборки компрессоров, но могут быть вызваны и другими причинами, такими, как условия монтажа компрессора, избыточная и недостаточная нагрузка, а также неправильное обслуживание.

Ниже вашему вниманию представлены некоторые меры предосторожности, которые следует соблюдать в процессе монтажа, чтобы компрессор лучше работал.

8-1. Меры предосторожности при монтаже

и в других условиях

1) Монтаж

Оборудование должно устанавливаться на фундаменте, который должен быть достаточно горизонтальным и способным выдерживать нагрузки от оборудования. В том случае, если оборудование неустойчиво, работа компрессора может привести к вторичной вибрации, что вызовет генерирование шума типа гудения поддоном для стоков, используемым в кондиционерах воздуха, и устройством охлаждения, тогда как корпус будет скрипеть, причем возникнет контакт между трубопроводами и другими элементами оборудования, что может привести к аномальному шуму и разрушению узлов.

Кроме того, это может привести к неприятностям разных видов, вызванных ослаблением затяжки винтов, предназначенных для крепления такого электрооборудования, как реле давления и магнитные реле, а также к разрушению оболочки проводников и к другим явлениям, приводящим к пробоям, вызванному контак-

том проводников и других элементов оборудования.

2) Трубопроводы для хладагента

Неправильный монтаж трубопроводов может привести к проникновению в систему охлаждения влаги, воздуха, пыли и других посторонних примесей. В результате двигатель компрессора может сгореть, может получить повреждения металл подшипников компрессора, может произойти закупоривание, система может засориться, а также могут возникнуть другие отрицательные условия, которые в состоянии вызвать отказ системы воздушно-го охлаждения.

В связи с этим абсолютно необходимо, чтобы трубопроводы для хладагента были исправны и не допускали инфильтрацию влаги или пыли при установке оборудования, а также не было проникновения влаги, пыли и медных опилок в процессе прокладки труб. Кроме этого, в случае пайки медных трубок с использованием азота следует обратить внимание на то, чтобы не образовывалась окисная пленка. Работы следует проводить исключительно аккуратно, поскольку после того, как влага, пыль или другие посторонние вещества попадут в систему, избавиться от них почти невозможно.

3) Трубопроводы охлаждающей воды

Неправильный выбор размеров трубопровода, производительности насоса, градирни и других параметров могут привести к повышению температуры воды и(или) недостаточному расходу воды. В свою очередь, это может привести к давлению напора, которое при условии работы компрессора в режиме, близком к перегрузке, приведет к излишнему напряжению двигателя, что может вызвать сокращение срока его эксплуатации. Кроме того,

если при данных условиях регулирующий вентиль настроен неправильно (слишком большая степень перегрева), то масляная смазка перегреется, что приведет к падению вязкости и последующему разрушению металла подшипников, истиранию цилиндров и аномальному износу деталей соединительного стержня, находящихся на коротком конце.

В кондиционерах воздуха, используемых круглый год, в том случае, если система водопроводов не снабжена регулирующим вентилем водопровода или вентилем другого типа управления потоком воды, то давление напора станет слишком малым в результате падения температуры наружного воздуха, что в свою очередь приведет к ухудшению характеристик регулирующего вентиля и(или) капиллярной трубки. Благодаря этому давление в зоне низкого давления упадет слишком сильно, что приведет к таким неприятностям, как образование наледи в кондиционере воздуха, замерзание охлажденной воды и т.п. При этом появится избыточный влажный ход компрессора и последующее разрушение металла подшипников. В дополнение к этому внутри цилиндра будет спровоцировано жидкостное сжатие, что приведет к разрушению вентиля и уплотнений вентиля.

В кондиционерах воздуха, используемых круглый год, хотя в них и используется пуск и остановка вентиляторов градирни для управления давлением зимой, изменение температуры охлажденной воды оказывается большим, что сильно влияет на уровни низкого и высокого давления. При этом работа становится неустойчивой и появляется необходимость снабдить систему охлаждения воды вентилем регулирования расхода.

4) Система воздушных каналов

Если поток воздуха встречается с большим сопротивлением своему движению, то расход может уменьшиться, в результате чего в испарителе не будет обеспечен достаточный теплообмен. При этом эффективность охлаждения уменьшится, будет спровоцирован влажный ход компрессора, что, в свою очередь, может привести к разрушению металла подшипников. Кроме этого, объекты, расположенные вблизи от выходного отверстия для воздуха, могут препятствовать воздушному потоку, ухудшая циркуляцию воздуха. В таком случае пуск и остановка компрессора будут происходить чаще, что вызовет разрушение металла подшипников компрессора и седел клапанов.

5) Трубопроводы охлажденной воды

Если в блоке охлажденной воды сопротивление трубопроводов слишком велико или производительность насоса недостаточна, то расход уменьшится. При этом теплообмен на испарителе окажется недостаточным, что приведет к влажному ходу компрессора.

Кроме того, когда эксплуатируется несколько устройств и трубопроводы используются совместно с охлаждающими аппаратами, а впускные и выпускные отверстия не снабжены запорными вентилями, охлаждающая вода может свободно входить в неиспользуемые охлаждающие аппараты и выходить из них в то время, когда работает другой аппарат. В результате хладагент, вытекающий из регулирующих вентилях и компрессорных вентилях, будет конденсироваться на испарителе остановленного охлаждающего аппарата. Затем, когда остановленный аппарат будет снова запущен, большое количество хладагента потечет об-

ратно в компрессор что вызовет разрушение металла подшипников и клапанов.

6) Электрическая проводка

Если мощность устанавливаемого на мачте трансформатора недостаточна или если сечение кабельного отвода меньше, чем требуется, то напряжение на проводах обязательно упадет, что приведет к пониженному напряжению питания на выводах двигателя компрессора, следствием чего окажется неправильный запуск. Кроме этого, может подняться температура электропроводки, что увеличивает опасность пожара или другого бедствия.

Если напряжение на фазовых выводах весьма несимметрично, то возрастает выделение тепла в двигателе, в результате чего не только снижается пусковой момент, но и происходит ошибочный пуск.

Если в картер не подается энергия, то провоцируется вспенивание, вследствие чего серьезно разрушается металл подшипников и растрескиваются клапаны.

7) Проверка на наличие утечки газа

Утечки, которые не удается обнаружить из-за недостаточного контроля, могут со временем привести к нехватке охлаждающего газа при условии длительной работы, что может вызвать срабатывание реле низкого давления из-за аномального падения давления в контуре низкого давления, а также разрушение металла подшипников, истирание цилиндра и аномальный износ деталей короткого конца соединительного стержня из-за напряженной работы в условиях перегрева.

Кроме этого, в новейших моделях компрессоров, в которых

применяются высококачественные термостойкие материалы. Несмотря на то, что разрушение металла подшипников отсутствует, при интенсивной работе в условиях перегрева наблюдается обугливание масляной смазки. При этом продукты обугливания, попав в систему охлаждения, могут забить осушитель, фильтр, капиллярную трубку или любой другой элемент, что может привести к ненормальной работе оборудования.

8) Примеси в системе охлаждения

Если в систему охлаждения попадает большое количество влаги, то регулирующий клапан будет проявлять тенденцию к замерзанию, и будет спровоцирована ситуация, сходная с нехваткой газа.

Дополнительно одновременное попадание влаги и воздуха внутрь системы охлаждения приведет к образованию примесей, способных вызвать повреждение обмотки двигателя, причем накопление этих примесей может вызвать выгорание двигателя.

Если внутри системы присутствует большое количество влаги, то в связи с тем, что изоляционный материал двигателя гигроскопичен, влага накопится в двигателе, в результате чего качество изоляции ухудшится и срок эксплуатации двигателя значительно уменьшится. Кроме этого, особенно важно быть внимательным в предотвращении попадания пыли, металлических частиц и других посторонних веществ в систему. Эти вещества могут забить регулирующий клапан, что приведет к разрушению скользящих деталей компрессора.

9) Масло для холодильных машин (смазывающее масло)

Большинство компрессоров герметичного и полугерметичного типа не оборудовано датчиком уровня масла, в результате

чего возможность проверки уровня масла практически отсутствует. Избыток масла может привести к сжатию масла и к разрушению вентиля. С другой стороны, если масла недостаточно, то смазывающие свойства его ухудшатся, в результате чего разрушится металл подшипников.

6-2. Меры предосторожности при работе

Ниже описываются условия, способные вызвать затруднения при работе с компрессорами, на которые обслуживающий персонал должен обратить особое внимание.

1) Не работайте с оборудованием сразу после отключения питания.

Убедитесь, что питание было отключено не позднее, чем за 6 часов до проведения испытаний. Это нужно для включения нагревателя картера, обеспечивающего повышение его температуры.

Если оборудование не работает в течение длительного периода времени, то хладагент фильтруется и смешивается со смазочным маслом в компрессорах. Запуск оборудования в таких условиях приведет к вспениванию масла в охлаждающем агрегате и к последующему разрушению вентиля из-за сжатия масла, к разрушению металла подшипников и т.п. из-за нехватки масла.

2) Наполняйте трубопровод системы охлаждения дополнительным количеством хладагента в соответствии с длиной трубопровода.

В тех случаях, когда трубопровод, соединяющий внутренний блок с наружным, имеет большую длину, следует добавлять дополнительное количество хладагента в зависимости от длины трубопровода. В противном случае оборудование будет работать

и недостаточным количеством газа. Это приводит к перегреву оборудования, что вызовет выгорание металла или обмотки двигателя.

3) Частые многократные пуски и остановки.

Затруднения, связанные с частыми повторными пусками и остановками оборудования, вызваны во многих случаях неправильным выбором оборудования. Это относится к установке компрессора, производительность которого превышает производительность охлаждающей установки или кондиционера воздуха, что может привести к неприятностям.

К примеру, при охлаждении комнаты в летнюю жару, если установлен компрессор мощностью 10 л.с., в то время как для работы с кондиционером воздуха достаточно установки мощностью 5 л.с., частота включения и выключения компрессора резко возрастет из-за избыточной мощности компрессора.

В таблице 2-1 приведен как раз такой пример, когда операции включения и выключения происходят 6-7 раз в час, причем длительность работы за один цикл включения-выключения составляет около 5 минут. В норме для того, чтобы капиллярная трубка вышла на устойчивый режим работы после включения регулирующего вентиля, необходимо, чтобы заданная температура, определяемая термостатом на всасывающем трубопроводе, достигла устойчивого уровня. В связи с этим необходимо, чтобы после пуска прошло по меньшей мере 5 минут. Компрессор работает только в том случае, если либо капиллярная трубка, либо регулирующий вентиль находятся в неустойчивом переходном состоянии. Другими словами, как показано на графике 2-1, он работает только тогда, когда температура картера компрес-

сера или, что то же самое, температура масла стремится уменьшиться.

Когда компрессор работает нормально, тепло, генерируемое подшипниками, передается из камеры в контуре выхлопа, что является главной причиной тенденции к увеличению температуры масла в компрессоре. Если компрессор часто запускается и останавливается, то тенденция к нагреву масла сменяется тенденцией к уменьшению его температуры. В этих условиях в картере происходит сильное вспенивание, результатом накопления которого может быть избыточное напряжение и, возможно, разрушение металла подшипников.

Кроме этого, в условиях, сходных с описанными выше, когда компрессор часто запускается и останавливается, количество примесей в системе охлаждения возрастает, и коленчатый вал не олокируется, а изнашивается сверх меры.

Другие трудности связаны с обратным потоком жидкости при пуске и вызывают растрескивание вентиля и разрушение прокладок из-за сжатия жидкости, равно как и из-за аномально высокого давления внутри цилиндра (150 кгс/кв.см избыточного давления), что было показано в процессе испытаний в наших исследовательских лабораториях.

При использовании компрессоров полугерметичного типа при обратном потоке жидкости жидкий хладагент непосредственно разбрызгивается на обмотку двигателя, что легко может привести к таким неприятностям, как закорачивание слоев обмотки.

В соответствии с другой точкой зрения это разбрызгивание хладагента над обмоткой ухудшает изолирующие свойства

лака. в результате чего обмоточные провода начинают тереться друг о друга, истирая окисную пленку, и именно это явление объясняет механизм разрушения. Можно привести пример, когда большое количество жидкости, попадающее при обратном потоке на выводы и около них вызывало появление росы на выводе, открытом для воздуха, результатом чего было короткое замыкание.

Для того, чтобы исключить неприятности, обусловленные частыми запусками и остановками оборудования, можно попытаться воспользоваться различными средствами для ограничения этой частоты и соответственного избавления от связанных с этим трудностей (разрушение точек контакта в магнитных реле). Как правило, выбранное оборудование имеет большую производительность, чем требуется для охлаждения, тем не менее, затруднения могут быть вызваны и тем, что загромождаются отверстия для выхода воздуха. Наилучшей мерой противодействия является правильный выбор оборудования, мощность которого соответствует тепловой нагрузке, и устранением объектов, мешающих правильной циркуляции воздуха. К сожалению, подобный подход может оказаться дорогостоящим, а часто и недоступным. В связи с этим предлагаются следующие меры. Обслуживающий персонал должен наблюдать за реакцией оборудования на принятые меры.

а) Установите разность температур на термостате большей, чем обычно. Повышение разности вдвое относительно нормы вдвое уменьшает частоту пусков и остановок.

б) Установите нижний предел термостата таким образом, чтобы компрессор не работал в течение промежуточных циклов.

когда нагрузка мала

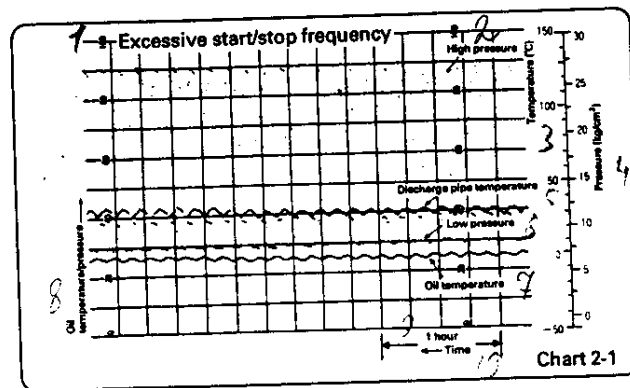
в) В компрессорах, оборудованных устройством разгрузки, измените подключение соединительных проводов таким образом, чтобы операция разгрузки была форсирована.

г) Установите таймер на 10 минут, чтобы уменьшить частоту включения и выключения компрессора.

д) Установите аккумулятор или замените имеющийся аккумулятор на более емкий.

В норме чаще всего используются подходы, описанные в пунктах в) и г), однако, если они окажутся неэффективными, то можно воспользоваться другими описанными выше методами, либо принять и еще пригодные меры. Если, несмотря на все усилия, задача окажется нерешенной, то следует установить компрессор на единицу меньшего номинала, чем требуется, и наблюдать полученные результаты.

График 2-1



1 - избыточная частота пусков и остановов; 2 - высокое давление; 3 - температура; 4 - давление (кгс/кв.см); 5 - температура в напорном трубопроводе; 6 - низкое давление; 7 - температура масла; 8 - температура/давление масла; 9 - час;

10 - вентил

4) Небольшое время функционирования

Практически нет неприятностей, которые могут быть вызваны ограниченным временем функционирования. Причины неприятности и способы их ликвидации практически такие же, как и в случае большой частоты включений и выключений.

5) Выброс жидкости при пуске

Выброс жидкости при пуске является одной из причин неприятностей, которые обслуживающий персонал часто не замечает. Пример такого явления представлен на графике 2-2. Здесь, несмотря на то, что в течение 10..15 минут сразу после пуска наблюдается снижение температуры, через 30 минут начинает работать капиллярная трубка и(или) регулирующий вентиль, причем поднимается температура масла, что не позволяет связать неприятности с эксплуатационными характеристиками.

О величине выброса при пуске судят по разности падения температуры масла по результатам измерений на поверхности картера. Если разность температур составляет 5°C или более по сравнению с предыдущими результатами, то весьма вероятно растрескивание вентиля и разрушение прокладок и металла подшипников. Следует отметить, что в исследованных ранее случаях растрескивание вентиля было наиболее частой причиной неприятностей. Ниже приведены условия, в которых оборудование подвержено растрескиванию вентиля и другим неприятностям за счет выброса жидкости при пуске.

а) В некоторых видах оборудования перед регулирующим вентилем на трубе для потока жидкости не был установлен электромагнитный вентиль. В связи с этим, когда компрессор

останавливается при работе в старт-стопном режиме, жидкий хладагент из конденсатора накапливается на испарителе. В оборудовании других типов, где электромагнитный вентиль устанавливается перед регулирующим вентилем разрушается седло, в результате чего закрытие происходит не полностью.

б) В некоторых видах оборудования если компрессор остановлен, то газ в контуре высокого давления утекает из четырехходового вентиля в контур испарителя за счет работы в режиме теплового насоса. При этом температура контактного датчика регулирующего вентиля поднимается, регулирующий вентиль открывается, в результате чего жидкий хладагент пропускается и накапливается в испарителе.

в) В некоторых видах оборудования испарение в низкотемпературном блоке приводит к избыточному количеству остатков жидкого хладагента внутри испарителя. Это часто происходит в испарителе большой мощности.

г) Выброс жидкости может произойти в случае, когда оборудование было переполнено хладагентом или когда количество хладагента на пропорционально мощности, выраженной в лошадиных силах.

д) В некоторых частных случаях блок не оборудован аккумулятором. В таком случае емкость накопительного бака слишком мала.

В качестве мер борьбы с этими затруднениями предлагаются следующие меры.

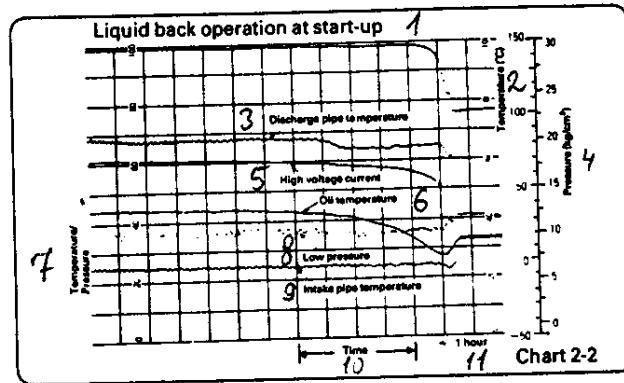
а) Установите на трубопроводе потока жидкости перед регулирующим вентилем электромагнитный вентиль.

б) Отремонтируйте или замените узлы, в которых неисправ-

вен четырехходовой вентиле.

в) В тех случаях, когда компрессор остановлен, выполните процедуру выключения насоса и проведите необходимые изменения для подключения проводов, чтобы остановить компрессор.

График 2-2



1 - выброс жидкости при пуске; 2 - температура; 3 - температура в напорном трубопроводе; 4 - давление (кгс/кв.см); 5 - ток высокого напряжения; 6 - температура масла; 7 - температура/давление; 8 - низкое давление; 9 - температура во всасывающем трубопроводе; 10 - время; 11 - час

б) Непрерывная работа в условиях перегрева

В компрессорах полугерметичного типа в том случае, если оборудование непрерывно работает в условиях перегрева, покрытия нагнетательной полости и крышки головки потеряют цвет. Данное явление позволит судить, работает ли компрессор в условиях перегрева или нет. В компрессорах герметичного типа подобное состояние можно обнаружить по обгару и недревятости покрытия нижней части корпуса.

Основная причина неисправности компрессора, которая мо-

жет быть связана с перегревом. Помимо упомянутого изменения покрытия - появление аномального износа или пригорания в подшипниках. Прочие причины сгорания двигателя, аномального износа цилиндра и растрескивания вентиля также могут вызывать перегрев, но эти случаи остаются изолированными. Неприятности, связанные с износом, выгоранием или другими явлениями в подшипниках и окружающих его узлах, вызваны снижением вязкости масляной смазки, что в свою очередь обусловлено ненормальным ростом температуры масла. Особенность данного случая заключается в том, что неприятности, возникающие между металлом подшипника со стороны длинного конца соединительного стержня и основным подшипником приводят к увеличению температуры нагретаемого газа, что вызывает аномальный износ металла подшипника на коротком конце соединительного стержня. Этот последний весьма восприимчив к росту температуры.

Естественно, существует множество случаев, когда металл подшипников в основном подшипнике и длинный конец стержня испытывают аномальный износ, тогда как выгорание случается редко.

Выгорание двигателя происходит в тех случаях, когда обмотка двигателя недостаточно охлаждается всасываемым газом, в результате чего обмотка работает при высокой температуре. Таким образом, ухудшение свойств изоляционных материалов за счет высокой температуры является непосредственной причиной сгорания двигателя. Если часть обмотки расплавится, то может произойти короткое замыкание в слоистой обмотке. При этом перегреется вся обмотка. Известны два случая, когда об-

метка полностью обуглилась до черноты. Кроме этого, при работе оборудования в условиях перегрева будут изнашиваться седла вентилей, смазываемых пленкой масла, а также внутренняя поверхность цилиндра. Понятно, что при этом будет наблюдаться аномальный износ этих узлов, после чего и их разрушение.

Внешние причины перегрева следующие.

- а) Нехватка газа
- б) Неправильная регулировка регулирующего вентиля
- в) Внутренняя утечка в четырехходовом вентиле
- г) Избыточная нагрузка
- д) Подача излишнего тепла во всасывающий трубопровод
- е) Уровень высокого давления слишком низок. (Система управления высоким давлением в оборудовании не использовалась)

Нехватка газа и неправильная регулировка терморегулирующего вентиля прямого действия представляют собой такие трудности, с которыми обученный оператор хорошо знаком, поэтому мы их здесь обсуждать не будем.

Внутреннюю утечку в четырехходовом вентиле можно обнаружить путем измерения разности температур между всасывающим трубопроводом, ведущим к четырехходовому вентилю, и трубопроводом, отходящим от четырехходового вентиля. Если разность температур составляет 10°C или более, то необходимо заменить четырехходовой вентиль.

Избыточная нагрузка часто сопровождается жалобами на недостаточное охлаждение. В сущности, избавиться от этого недостатка нельзя, однако можно принять меры по избавлению

от затруднения с компрессором. Уменьшение количества воздуха, нагнетаемого кондиционером, а также сокращение расхода воды в охлаждающем устройстве представляют собой приемлемые варианты действия, но по сути своей они не являются мерами прямого противодействия. В этом случае необходимо хорошо объяснить ситуацию пользователю и заменить или доработать оборудование.

В отдельных случаях из-за слишком длинного всасывающего трубопровода возникают трудности, связанные с нагревом газа при прохождении его по трубе. Подобная ситуация легко обнаруживается при установке холодильных установок на торговых судах или морозильных установок на рыболовецких судах. При этом когда температура на борту судна повышается, тепло проникает во всасывающий трубопровод. Если нагрев слишком велик, то эффективным средством снижения температуры является установка устройства для охлаждения масла, причем жидкость впрыскивается во всасываемый газ.

7) Влажный ход компрессора (Непрерывная круглосуточная работа)

Зимой и летом, когда оборудование функционирует как днем, так и ночью, большие изменения нагрузки, температуры охлажденной воды, температуры окружающей среды и других параметров могут неожиданно вызвать влажный ход компрессора, который является главной причиной неприятностей с компрессором.

На графике 2-3 приведен в качестве примера кондиционер воздуха, установленный для управления температурой в комнате центрального пульта управления приборами.

Очевидно, что это устройство работает круглосуточно как летом, так и зимой. Оборудование функционирует нормально в течение дня, но ночью нагрузка внутри помещения уменьшается и в испарителе образуется роса. Это приводит к крайнему случаю влажного хода компрессора, что вызывает деформацию подшипника и, возможно, его сгорание.

Критически важные точки, которые были выявлены при исследовании данного случая, описаны ниже.

а) Температура охлаждающей воды является важным параметром, обуславливающим значительное изменение высокого давления в течение лета, зимы и между более мягкими сезонами.

б) Соединения трубопроводов ограничивают поток воздуха.

в) Установка температуры может изменяться произвольным образом, причем есть возможность оказаться за пределами замораживания.

После того, как указанные проблемы были поняты, были предприняты соответствующие контрмеры: был установлен вентиль управления потоком воды, в результате чего высокое давление стало постоянным независимо от времени работы оборудования, а поток воздуха был увеличен за счет увеличения размера шкива. Дополнительно к этому был задан и зафиксирован нижний предел термостата, чтобы его нельзя было опустить ниже допустимого уровня.

В этом конкретном случае произошла неприятность ночью, когда персонал отсутствовал. Для оборудования, используемого круглый год, необходимо предпринимать меры предосторожности с учетом условий функционирования.

Вообще говоря, причины влажного хода компрессора следу-

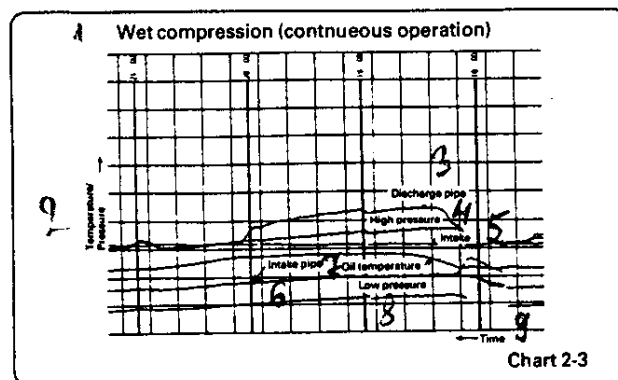
иши:

- а) Недостаточная нагрузка
- б) Неправильная регулировка регулирующего вентиля
- в) Забит фильтр и(или) недостаточен поток воздуха
- г) Недостаточна циркуляция холодного воздуха
- д) Термостат установлен на слишком низкую температуру

Эти и другие факторы могут привести к влажному коду компрессора. Даже в том случае, когда оборудование хорошо работает в разгар лета, когда нагрузка в норме велика, если зимой нагрузка уменьшится, расход воздуха упадет, циркуляция холодного воздуха будет затруднена и из-за забивания фильтра будут наблюдаться другие неприятности. Накапливающиеся проблемы повлияют на регулирующий вентиль, который при падении номинальной производительности до 50% или ниже будет работать с задержкой, что приведет к влажному коду компрессора. Главная неприятность, обусловленная влажным кодом компрессора, - выгорание металла подшипника.

Необходимо принять разумные меры для исключения неприятностей, описанных в разделе 5).

График 2-3



1 - влажный ход компрессора (непрерывная работа); 2 - температура давление; 3 - напорный трубопровод; 4 - высокое давление; 5 - всасывание; 6 - всасывающий трубопровод; 7 - температура масла; 8 - низкое давление; 9 - время

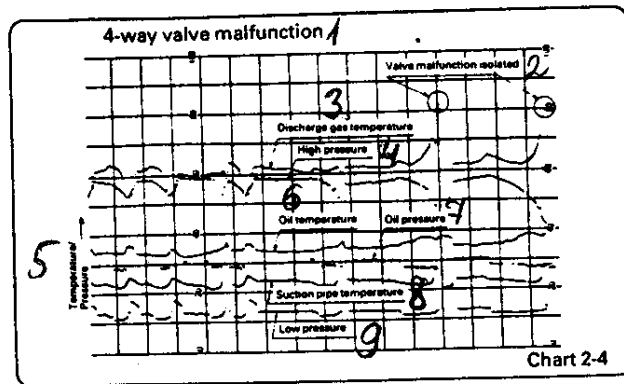
3) Прочее

Проникновение примесей или других посторонних веществ в четырехходовой вентиль может вызвать неисправность вентиля. Если это произойдет, то нагнетаемый газ пройдет во всасывающий контур компрессора, что вызовет исключительно сильный перегрев. Если оборудование непрерывно работает в таком состоянии, то может произойти отказ компрессора.

На графике 2-4, на котором представлена неисправность четырехходового вентиля, видно, что прежде, чем будут установлены выключатели четырехходового вентиля, пройдет значительное время. В течение этого времени нагнетаемый газ поступает в контур всасывания, что приводит к аномальному повышению температуры всасываемого газа и к дестабилизации рабочего состояния.

В этом конкретном варианте оборудования использовано устройство охлаждения с воздушным охлаждением типа теплового насоса мощностью 30 л.с. При некоторых неприятностях, случавшихся в процессе работы, четырехходовой вентиль работал неправильно в течение короткого периода времени, в течение которого температура и давление масла оказывались разбалансированными, что приводило к выгоранию металла подшипников компрессора.

График 2-4



1 - неисправность четырехходового вентиля; 2 - неисправность вентиля изолирована; 3 - температура нагнетаемого газа; 4 - высокое давление; 5 - температура/давление; 6 - температура масла; 7 - давление масла; 8 - температура во всасывающем трубопроводе; 9 - низкое давление

6-3. Стандарты на работу компрессора

Компрессоры разрабатываются и изготавливаются для специальных целей и функций. Не стоит напоминать, что есть пределы режимов, в которых может работать компрессор. Используются следующие типы компрессоров: компрессоры герметичного типа используются главным образом в кондиционировании воздуха, компрессоры открытого типа применяются в кондиционировании воздуха и на стройплощадках, а полугерметичные компрессоры - используются в основном на строительных площадках, где применяются короткие трубы, а также для кондиционирования воздуха на фабриках. Среди факторов, ограничивающих область применения данного компрессора в наилучших условиях эксплуатации - тип хладагента, температура испарения, давление на выходе, давление на входе, температура всасываемого

газа, температура масла, температура окружающей среды, напряжение питания и т.п.

Допустимые пределы эксплуатации для каждого типа компрессоров зависят от каждого из этих факторов и изменяются в соответствии с типом компрессора. В табл. 3-1, 3-2 и 3-3 представлены пределы эксплуатационных параметров для компрессоров герметичного типа, полугерметичного типа и открытого типа, соответственно.

Табл.3-1

Предельные эксплуатационные параметры компрессоров герметичного типа

Тип изделия	С водяным	С воздушным	
Параметр	охлаждением	охлаждением	
Хладагент	R-22	R-12	R-22
Температура испарения (°C)	-15..10	-15..10	-10..10
Давление всасывания			
(кгс/кв.см избыточное)	2,0..6,0	0,9..3,3	2,0..6,0
Давление нагнетания	24 или	14,5 или	24 или
(кгс/кв.см избыточное)	менее	менее	менее
Температура нагнетаемого	120 или	100 или	120 или
газа (°C)	менее	менее	менее
Температура масла (°C)	80 или менее		
Окружающая температура (°C)	43 или менее (исключая оборудование, поставляемое по специальным техническим условиям)		
Напряжение питания (В)	90..110% от номинального		

Табл.3-2

Предельные эксплуатационные параметры компрессоров полугерметичного типа

Тип изделия	С водяным охлаждением		С воздушным охлаждением
Параметр			
Хладагент	R-12	R-22	R-22
Температура испарения (°C)	-30..5	-20..10	-20..10
Давление всасывания			
(кгс/кв.см избыточное)	0,0..2,7	1,5..6,0	1,5..6,0
Давление нагнетания	14,5 или	24 или	24 или
(кгс/кв.см избыточное)	менее	менее	менее
Температура нагнетаемого газа (°C)	100 или	120 или	120 или
	менее	менее	менее
Температура масла (°C)	75 или менее		
Окружающая температура (°C)	43 или менее (исключая оборудование, поставляемое по специальным техническим условиям)		
Напряжение питания (В)	90..110% от номинального		

Табл.3-3

Предельные эксплуатационные параметры компрессоров открытого типа

Тип изделия	С водяным охлаждением		С воздушным охлаждением	
Параметр		Искусственный холод	Охлаждение	
Хладагент	R-22	R-22	R-22	R-12
Температура испарения (°C)	-30..5	-35..-15		
Давление всасывания				
(кгс/кв.см избыточное)	0,0..2,7	0..2,0		

Давление нагнетания	10,5 или	17,5		
(кгс/кв.см избыточное)				
Температура нагнетаемого газа (°C)	100 или менее	120 или менее	120 или менее	100 или менее
Температура масла (°C)	60..70			
Окружающая температура (°C)	43 или менее (исключая оборудование, поставляемое по специальным техническим условиям)			
Скорость вращения (об/мин)	Минимальная скорость < x < Максимальная скорость			

Табл.3-4

Условия эксплуатации	Температура масла (сочетание R-12 и R-22)	
	Рекомендуемый нижний предел	Рекомендуемый верхний предел
Окружающая температура 15°C или ниже	Окружающая температура +15°C или выше	60°C
Окружающая температура 15..20°C или ниже	Окружающая температура +10°C или выше	60°C
Окружающая температура 25°C или ниже	Окружающая температура +5°C или выше	60°C

Наиболее необходимые меры предосторожности, которые должны быть предприняты при эксплуатации компрессоров в соответствии с пределами эксплуатационных параметров, показанных в соответствующих таблицах, заключаются в том, чтобы компрессор не работал в течение длительного времени вблизи одного из допустимых эксплуатационных пределов.

Например, в исключительно жаркие дни в разгар лета, когда компрессор используется для кондиционирования воздуха,

давление нагнетаемого газа, температура масла и температура нагнетаемого газа повышаются до значений, близких к соответствующим пределам. Тем не менее, в другие дни несомненно пределы будут преодолены.

При цитировании примера, в котором используется охлаждение, можно отметить случай, когда компрессор работает вблизи предела в течение короткого времени только на начальном этапе (пониженное напряжение) снижения высокой температуры внутри склада. В таком режиме работы подвижные узлы компрессора испытывают излишние усилия и деформации, что заметно снизит срок эксплуатации компрессора, если компрессор работает длительное время. Если по какой-либо причине компрессор нормально работает в этом режиме, необходимо найти причину этого режима и отремонтировать оборудование.

В табл.3-1..3-3 показан только верхний предел температуры, чтобы легче было охватить ситуацию. Во всяком случае, как показано в предыдущем разделе, температура масла является жизненно важным параметром для визуального определения, устойчиво или нет работает компрессор. Тем не менее, один верхний предел температуры масла недостаточен, чтобы можно было сделать достоверные выводы.

При влажном ходе компрессора происходит не только расплавление и смешивание больших количеств хладагента со смазочным маслом, когда хладагент испаряется, температура масла падает, но и наблюдается тенденция к расплавлению большого количества хладагента. В связи с этим, что касается температуры масла, то важен и нижний предел температур. Для того, чтобы определить, являются ли условия работы компрессора ус-

тончайшими, лучше всего воспользоваться рекомендованными значениями в табл. 3-4, а не предельными температурами масла, показанными в разделе "пределы эксплуатации". В этой таблице показан также нижний предел температуры, что позволяет получить более надежную информацию.

В тех случаях, когда окружающая температура особенно низка, как зимой и в несколько более мягкие сезоны, лучше проложить электропроводку оборудования таким образом, чтобы нагреватель картера мог работать при остановленном оборудовании или в других случаях. Если оборудование запускается без включения нагревателя картера, то будет спровоцировано вспенивание, что не позволит подняться температуре масла и отключает защитное реле давления масла. При этом нормальная работа может оказаться невозможной.

Если защитное реле давления масла часто отключается, то это приводит к ухудшению смазочных свойств масла. При этом влияние будет оказано не только на работу компрессора, но может выгореть и металл подшипников.

Рекомендованный диапазон давлений масла (разность давлений между контуром всасывания и нагнетания) для всех устройств, оборудованных датчиком давления масла, составляет 3..5 кгс/кв.см (избыточное значение). В тех случаях, когда давление падает до 3 кгс/кв.см (избыточное значение) или ниже, необходимо проверить, не перегревается ли оборудование или не имеет ли место влажный ход компрессора. Если подтвердится перегрев или влажный ход компрессора, то регулирующий вентиль следует отрегулировать, чтобы гарантировать нормальную работу оборудования. Если, несмотря на регулировку, дав-

ление остается на уровне 3 кгс/кв.см или ниже, то необходимо отрегулировать дросселирующий масляный вентиль.

Если настройка дросселирующего масляного вентиля не позволяет поднять давление до уровня 3 кгс/кв.см, то начнется износ скользящих узлов. При этом необходима немедленная переборка.

Ниже рассмотрены вопросы, связанные с температурой масла. Наибольшее влияние на температуру масла оказывает температура всасываемого газа. Температура всасываемого газа изменяется в соответствии с изменениями давления на входе, что не позволяет определить ее в одной точке. В связи с этим рекомендованные значения температуры всасываемого газа не приводятся независимо в таблицах предельных эксплуатационных параметров, но совмещаются с давлением поступающего газа. Эти значения приведены в табл.3-5.

Табл.3-5

Охлаждение	Давление всасывания					
R-22	кгс/кв.см (избыточное)	3.5	4.0	4.5	5.0	5.0
	Температура всасываемого газа (°C)	-2..10	1..13	4..16	8..18	10..21
Искусственный холод	Давление всасывания					
	кгс/кв.см (избыточное)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
	Температура всасываемого газа (°C)		-30..-18		-18..-6	
R-22	Температура всасываемого газа (°C)	-38..-26		-23..-11		-13..0
Искусственный холод	Давление всасывания					
	кгс/кв.см (избыточное)	0.0	0.3	0.6	1.0	1.5
	Температура всасываемого газа (°C)		-23..-11		-11..-1	
R-22	Температура всасываемого газа (°C)	-28..-16		-17..-5		-5..7

Если температуру всасываемого газа трудно измерить по таким причинам, как наличие тепловой защиты во всасывающем трубопроводе, как в охлаждающем оборудовании, либо из-за того, что трубопровод расположен в труднодоступном месте, как кондиционирующее оборудование, то вместо температуры всасываемого газа можно измерять температуру нагнетаемого газа. Рекомендованные значения температуры нагнетаемого газа приведены в табл.3-6.

Табл.3-6

Рекомендуемые температуры нагнетаемого газа

Позиция	Рекомендуемый нижний предел	Рекомендуемый верхний предел
Хладагент		
R-12	Точка насыщения, эквивалентная давлению нагнетания, +20°C	85°C
R-22	То же, что выше	95°C

В таблицах предельных эксплуатационных параметров предполагается, что напряжение источника питания находится в пределах от 90 до 110% от номинального. В табл.3-7 приведены дополнительные детали, относящиеся к рекомендованным значениям электрического тока и к свойствам изоляции.

Табл.3-7

Рекомендуемые параметры напряжения, электрического тока и изоляции

Напряжение	Напряжение на выводах компрессора	90..110% от номинального напряжения
	Напряжение на выводах при пуске	85% или более от номинального напряжения

Электричес- В соответствии с коэффици- 3% или менее
кий ток ентом несимметрии между
выводами каждой фазы

Изоляция С помощью 500 Мом 1 Мом или более

Замените осушитель, если сопротивление изоляции состав-
ляет 10 Мом или менее