MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Руководство по эксплуатации

Спиральные компрессоры LLZ013 - 033

для низкотемпературных холодильных систем

50 - 60 Гц - R404A - R507

www.danfoss.ru

ОСОБЕННОСТИ 4

ПРИНЦИП РАБОТЫ СПИРАЛЬНОГО КОМПРЕССОРА 5
Процесс сжатия газа в спиральном компрессоре....5
Теория цикла с экономайзером 5

ОБОЗНАЧЕНИЕ МОДЕЛИ КОМПРЕССОРА 6
Условное обозначение компрессора....6
Заводская табличка 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 7
Модель с экономайзером....7
Модель без экономайзера 7

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 8
Модель с экономайзером R404A/R507 8
Модель без экономайзера R404A/R507 9

РАЗМЕРЫ 10
LLZ 013-015-018 10
LLZ 024-033 11
Смотровое стекло для контроля уровня масла 12
Клапан Шредера 12
Всасывающий и нагнетательный патрубки 12

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СОЕДИНЕНИЯ И МОНТАЖНЫЕ СХЕМЫ.... 13
Напряжение питания электродвигателя 13
Электрические соединения.... 13
Степень защиты клеммной коробки 13
Электрические характеристики трехфазных компрессоров 14
LRA (Ток с заторможенным ротором).... 14
MCC (Максимальный непрерывный ток).... 14
Max Oper. A (Максимальный рабочий ток) 14
Электрическое сопротивление обмоток.... 14
Схемы подключения 15
Внутренняя защита электродвигателя 15
Последовательность фаз и защита от обратного вращения 15
Перекос напряжений.... 15

РАЗРЕШЕНИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ.... 16
Разрешения и сертификаты.... 16
Директивы по работе с оборудованием, находящимся под давлением.... 16

ВНУТРЕННИЙ ОБЪЕМ 16
Свободный внутренний объем.... 16

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ 17
Хладагенты и масло.... 17
Электропитание электродвигателей.... 17
Температура воздуха 17
Область эксплуатации 18
Максимальная температура газа на линии нагнетания.... 19
Защита по высокому и низкому давлению 20
Ограничение по частоте рабочих циклов (защита от работы короткими циклами).... 20

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ 21
Введение.... 21
Рекомендации по проектированию трубопроводов системы охлаждения.... 21
Предельная заправка хладагента 23
Натекание хладагента во время останова компрессора 23
Обратное натекание жидкости 25

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ 26
Работа компрессора при низкой температуре окружающего воздуха.... 26
Спиральные и поршневые компрессоры 26
Работа компрессора при низкой тепловой нагрузке 27
Паяные пластинчатые теплообменники.... 27
Системы с использованием воды 27

ШУМ И ВИБРАЦИЯ 28
Уровень шума при пуске 28
Уровень шума при работе 28
Уровень шума при останове 28
Источники шума в системах охлаждения 28
Шум, издаваемый компрессором 28
Механические колебания.... 29
Пульсации давления газа 29

МОНТАЖ 30
Чистота системы 30
Транспортировка и хранение компрессоров 30
Крепление компрессора.... 30
Заправка компрессора азотом.... 30
Вакуумное удаление влаги.... 31
Фильтры-осушители на линии жидкости 31
Заправка системы хладагентом.... 31
Сопротивление электроизоляции 31

ОФОРМЛЕНИЕ ЗАКАЗА И УПАКОВКА 32
Упаковка 32
Особенности упаковки 32
Индивидуальная упаковка.... 33
Промышленная упаковка 33

ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ.... 34
Подогреватель картера 34
Устройство защиты от высокой температуры нагнетания.... 34
Магнитный обратный клапан 34
Масло 34
Монтажный комплект.... 35
Улучшение клеммной коробки до IP54 35
Акустический чехол 35

Спиральные компрессоры нового поколения Danfoss LLZ, изготовленные с помощью передовых технологий, имеют уникальную конструкцию, отличаются высокой эффективностью и могут использоваться в холодильных установках различного назначения.

Новое семейство компрессоров включает в себя 5 типоразмеров низкотемпературных компрессоров, предназначенных для холодильных установок коммерческого типа. Данные компрессоры разработаны для эксплуатации в системах охлаждения и имеют холодопроизводительность от 5 до 12 кВт (от 4 до 10 л.с.) при стандартном напряжении и частоте электропитания с хладагентами типа R404A- R507.

Серия компрессоров LLZ может эксплуатироваться как стандартные и с применением цикла с экономайзером. Возможность применения компрессоров с экономайзером была разработана для получения большей холодопроизводительности и увеличения рабочего диапазона. Системы на основе компрессоров с экономайзером по сравнению с системами на основе стандартных компрессоров имеют следующие преимущества:

- Увеличение мощности: Мощность возрастает не из-за увеличения холодопроизводительности компрессора, а из-за увеличения переохлаждения благодаря использованию теплообменника в качестве экономайзера. В дальнейшем использование малогабаритных компрессоров с экономайзером позволяет добиться такой же мощности, как и при использовании стандартного компрессора, и при этом снижает Ваши инвестиционные затраты.

- Увеличение эффективности: Благодаря правильно подобранному теплообменнику, прирост холодопроизводительности становится больше, чем прирост работы, затрачиваемой компрессором.

- Увеличение рабочего диапазона: Благодаря впрыску пара через экономайзерную линию снижается температура нагнетания, тем самым увеличивается рабочий диапазон при одинаковых параметрах на всасывании.

Процесс сжатия газа в спиральном компрессоре

Процесс сжатия газа в спиральном компрессоре показан на рисунке внизу. Компрессор имеет два спиральных элемента: подвижный и неподвижный. Центр подвижной спирали описывает окружность вокруг центра неподвижной спирали. Это движение создает небольшие камеры сжатия между двумя спиральными элементами.

Всасываемый газ низкого давления захватывается периферийной камерой по мере ее образования. При дальнейшем движении подвижная спираль уплотняет камеру, которая уменьшается в объеме в процессе перемещения к центру спирали. Максимальное сжатие газа происходит, когда камера достигает центра, где располагается выходной канал линии нагнетания.

Процесс сжатия – непрерывный процесс. Когда газ сжимается на втором витке, в спирали входит другая порция газа, в то время как предыдущая уже уходит в линию нагнетания.

Спиральные компрессоры Данфосс изготавливаются с использованием современного станочного парка, передовых технологий сборки и контроля процессов обработки. При разработке компрессора и заводского оборудования основное внимание уделено высоким стандартам надежности и непрерывному контролю технологического процесса. В результате получается высокоэффективный продукт с максимально возможной надежностью и низким уровнем шума.

Теория цикла с экономайзером

Ниже показана принципиальная схема с экономайзером (точки 12345671). Экономайзер используется для того, чтобы увеличить переохлаждение хладагента, выходящего из конденсатора, перед тем как он поступит в испаритель. Это переохлаждение обеспечивает прирост холодопроизводительности системы. Небольшое количество хладагента, выходящего из конденсатора, проходит через расширительное устройство, кипит и перегревается в экономайзере. Далее этот перегретый пар впрыскивается в середину цикла сжатия компрессора и сжимается вместе с оставшейся частью перегретого пара, вышедшего из испарителя. Впрыск этого пара обеспечивает охлаждение уже сжавшейся части пара, что приводит к понижению температуры нагнетания.

Принципиальная схема работы экономайзера

Рабочий цикл экономайзера

Номенклатура

Тип	Размер	Двига-тель	Компо-ненты
L LZ	013	T 4 L	Q 9

Применение
L: Низкотемпературные холодильные системы

Семейство, хладагенты и масло
LZ: Хладагенты R404A-R507/R407A*, Поливинилэфирное масло PVE

Номинальная холодопроизводительность
В тысячах БТЕ/ч при частоте 60 Гц при стандартных условиях ARI, LBP

Модификация электродвигателя
T: Конструкция оптимизирована для работы в холодильных системах

Дополнительные опции

	Смотровое стекло для контроля уровня масла	Штуцер для выравнивания уровня масла	Штуцер для слива масла	Штуцер для подсоединения датчика низкого давления	Штуцер для выравнивания давления газа
9	Резьбовое соединение	Нет	Клапан Шредера	Нет	Нет

Гидравлические и электрические соединения
Q: Соединение типа Rotolock, винтовые клеммы

Защита электродвигателя
L: Внутренняя защита электродвигателя

Код напряжения электродвигателя
2: 200–220 В / 3 ф. / 50 Гц – 208–230 В / 3 ф. / 60 Гц
4: 380–415 В / 3 ф. / 50 Гц – 460 В / 3 ф. / 60 Гц
7*: 500 В / 3 ф. / 50 Гц – 575 В / 3 ф. / 60 Гц
9*: 380 В / 3 ф. / 60 Гц

* для хладагента R407A и кодов 7 и 9 двигателя будут сертифицированы в 2014 г.

Примечание:
В 2014 г. начнётся выпуск модели LLZ033

Заводская табличка

Серийный номер

S 03 09 K 12345

Место изготовления — S
Неделя — 03
Год — 09
Порядковый номер — 12345

Модели с экономайзером

Частота	Хладагент	Модель	Мощность л.с.	Номинальная холодопроизводительность *		Потребляемая мощность *	Эффективность *		Описанный объем	Объемная производительность	Заправка масла	Масса нетто (с маслом)
				Вт	БТЕ/ч	Вт	COP Вт/Вт	EER БТЕ/ч/Вт	см³/об	м³/ч	л	кг
50Гц	R404A**	LLZ013	4	4 151	14163	3 051	1,36	4,64	67,4	11,7	1,62	42
		LLZ015	5	4 954	16903	3 555	1,39	4,74	83,5	14,5	1,62	42
		LLZ018	6	5 901	20134	4 092	1,44	4,91	97,6	17	1,62	43
		LLZ024	8	7 411	25286	5 057	1,47	5,02	120,2	20,9	2,51	46
		LLZ033	10	9 284	31677	7 355	1,26	4,30	168,7	29,4	2,51	45
60Гц	R404A**	LLZ013	4	4 987	17016	3 528	1,41	4,81	67,4	14,2	1,62	42
		LLZ015	5	5 914	20179	4 211	1,4	4,78	83,5	17,5	1,62	42
		LLZ018	6	7 067	24113	4 799	1,47	5,02	97,6	20,5	1,62	43
		LLZ024	8	8 755	29872	5 857	1,49	5,08	120,2	25,3	2,51	46
		LLZ033	10	11 874	40514	8 048	1,48	5,05	168,7	35,4	2,51	45

* Условия: температура кипения To= –35°C, температура конденсации Tc= 40°C, RGT= 20°C, переохлаждение SC= 0 K.
Код напряжения электродвигателя 4: 400 В /3 ф. / 50 Гц – 460 В / 3 ф. / 60 Гц.
** Технические характеристики компрессоров с хладагентом R507 близки к характеристикам компрессоров с хладагентом R404A.
COP – холодильный коэффициент; EER – коэффициент энергетической эффективности; SC – переохлаждение; RGT – температура всасываемого газа.
Примечание: для LLZ033 представлены предварительные данные.

Модель без экономайзера

Частота	Хладагент	Модель	Мощность л.с.	Номинальная холодопроизводительность *		Потребляемая мощность *	Эффективность *		Описанный объем	Объемная производительность	Заправка масла	Масса нетто (с маслом)
				Вт	БТЕ/ч	Вт	COP Вт/Вт	EER БТЕ/ч/Вт	см³/об	м³/ч	л	кг
50Гц	R404A**	LLZ013	4	2 314	7 895	2 366	0,98	3,34	67,4	11,7	1,62	42
		LLZ015	5	2 866	9 779	2 776	1,03	3,51	83,5	14,5	1,62	42
		LLZ018	6	3 371	11 502	3 150	1,07	3,65	97,6	17	1,62	43
		LLZ024	8	4 305	14 689	3 959	1,09	3,72	120,2	20,9	2,51	46
		LLZ033	10	5 731	19 554	5 934	0,97	3,31	168,7	29,4	2,51	45
60Гц	R404A**	LLZ013	4	2 842	9 697	2 774	1,02	3,48	67,4	14,2	1,62	42
		LLZ015	5	3 492	11 915	3 307	1,06	3,62	83,5	17,5	1,62	42
		LLZ018	6	4 157	14 184	3 799	1,09	3,72	97,6	20,5	1,62	43
		LLZ024	8	5 189	17 705	4 611	1,13	3,86	120,2	25,3	2,51	46
		LLZ033	10	7 147	24 386	6 505	1,1	3,75	168,7	35,4	2,51	45

* Условия температура кипения To= –35°C, температура конденсации Tc= 40°C, перегрев SH= 10°C, переохлаждение SC= 0 K.
Код напряжения электродвигателя 4: 400 В /3 ф. / 50 Гц – 460 В / 3 ф. / 60 Гц.
** Технические характеристики компрессоров с хладагентом R507 близки к характеристикам компрессоров с хладагентом R404A.
COP – холодильный коэффициент; EER – коэффициент энергетической эффективности; SC – переохлаждение; RGT – температура всасываемого газа.
Примечание: для LLZ033 представлены предварительные данные.

Модели с экономайзером R404A/R507 (Температура всасываемого газа +20°C)

	Модель	To	-40		-35		-30		-25		-20		-15		-10	
		Tc	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe
50Гц	LLZ013T4	30	3 500	2,38	4 300	2,55	5 300	2,71	6 400	2,86	7 600	3,00	8 800	3,13	10 100	3,25
		40	-	-	4 200	3,05	5 100	3,22	6 100	3,38	7 200	3,53	8 400	3,67	9 600	3,79
		50	-	-	-	-	4 800	3,89	5 800	4,09	6 800	4,29	7 900	4,47	9 000	4,64
	LLZ015T4	30	4 200	2,82	5 100	2,98	6 200	3,16	7 500	3,32	8 900	3,47	10 600	3,58	12 300	3,64
		40	-	-	5 000	3,56	6 000	3,77	7 200	3,98	8 600	4,18	10 100	4,34	11 700	4,46
		50	-	-	-	-	5 800	4,57	6 900	4,85	8 100	5,11	9 500	5,34	11 000	5,53
	LLZ018T4	30	5 000	3,24	6 100	3,43	7 400	3,63	8 900	3,83	10 700	4,00	12 600	4,12	14 700	4,19
		40	-	-	5 900	4,09	7 200	4,34	8 600	4,58	10 200	4,81	12 000	5,00	14 000	5,13
		50	-	-	-	-	6 900	5,27	8 200	5,58	9 700	5,88	11 300	6,15	13 100	6,36
	LLZ024T4	30	6 200	4,01	7 700	4,24	9 300	4,49	11 200	4,73	13 400	4,94	15 800	5,09	18 500	5,17
		40	-	-	7 400	5,06	9 000	5,36	10 800	5,66	12 800	5,94	15 100	6,18	17 500	6,34
		50	-	-	-	-	8 600	6,51	10 300	6,90	12 100	7,27	14 200	7,60	16 400	7,86
	LLZ033T4	30	8 100	5,68	10 000	5,92	12 300	6,20	14 900	6,47	17 700	6,71	20 700	6,89	23 800	6,96
		40	-	-	9 300	7,36	11 500	7,69	13 900	8,03	16 700	8,34	19 500	8,60	22 400	8,77
		50	-	-	-	-	10 800	9,59	13 100	10,09	15 700	10,57	18 300	11,00	21 000	11,36
60Гц	LLZ013T4	30	4 100	2,73	5 200	2,94	6 300	3,12	7 600	3,29	8 900	3,44	10 400	3,57	12 100	3,68
		40	-	-	5 000	3,53	6 100	3,73	7 200	3,92	8 500	4,08	9 900	4,23	11 400	4,36
		50	-	-	-	-	5 800	4,53	6 900	4,78	8 000	5,02	9 300	5,24	10 700	5,44
	LLZ015T4	30	5 100	3,32	6 100	3,56	7 500	3,77	9 000	3,96	10 800	4,12	12 700	4,27	14 900	4,42
		40	-	-	5 900	4,21	7 200	4,47	8 700	4,72	10 300	4,96	12 100	5,19	14 100	5,43
		50	-	-	-	-	6 900	5,40	8 300	5,72	9 800	6,05	11 400	6,38	13 200	6,72
	LLZ018T4	30	6 100	3,78	7 300	4,06	8 900	4,30	10 800	4,51	12 900	4,70	15 200	4,87	17 800	5,04
		40	-	-	7 100	4,80	8 600	5,10	10 400	5,38	12 300	5,65	14 500	5,92	16 900	6,19
		50	-	-	-	-	8 300	6,16	9 900	6,52	11 700	6,89	13 700	7,27	15 700	7,66
	LLZ024T4	30	7 500	4,62	9 100	4,95	11 000	5,25	13 300	5,50	16 000	5,73	18 900	5,95	22 000	6,15
		40	-	-	8 800	5,86	10 700	6,22	12 800	6,56	15 300	6,89	18 000	7,22	20 900	7,55
		50	-	-	-	-	10 300	7,51	12 300	7,96	14 500	8,41	16 900	8,87	19 500	9,35
	LLZ033T4	30	10 100	6,26	12 600	6,66	15 200	7,07	18 100	7,48	21 400	7,89	25 300	8,27	30 000	8,62
		40	-	-	11 900	8,05	14 400	8,55	17 100	9,07	20 200	9,59	23 700	10,11	27 800	10,60
		50	-	-	-	-	13 600	10,63	16 200	11,27	19 000	11,92	22 100	12,59	25 700	13,24

Условные обозначения:
To: Температура кипения, °C
RGT (температура всасываемого газа) = 20°C

Tc: Температура конденсации, °C
Переохлаждение = 0 K

Выпуск модели LLZ033 начнется 2014 году
Холодопроизводительность, Вт
Pe: Потребляемая мощность, кВт

Модели с экономайзером R404A/R507 (Перегрев 10K)

	Модель	To	-40		-35		-30		-25		-20		-15		-10	
		Tc	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe
50Гц	LLZ013T4	30	3 300	2,44	4 200	2,59	5 100	2,74	6 100	2,88	7 300	3,01	8 500	3,13	9 800	3,24
		40	3 200	2,96	4 000	3,13	4 800	3,28	5 800	3,42	6 900	3,55	8 000	3,68	9 200	3,80
		50	-	-	-	-	-	-	5 500	4,18	6 500	4,35	7 500	4,51	8 600	4,66
	LLZ015T4	30	4 000	2,90	5 000	3,05	6 000	3,20	7 200	3,35	8 600	3,49	10 200	3,58	12 000	3,63
		40	3 900	3,48	4 700	3,66	5 800	3,85	6 900	4,04	8 200	4,22	9 700	4,36	11 300	4,46
		50	-	-	-	-	-	-	6 500	4,95	7 700	5,19	9 000	5,40	10 500	5,56
	LLZ018T4	30	4 800	3,34	5 900	3,50	7 200	3,68	8 600	3,86	10 300	4,01	12 200	4,13	14 300	4,18
		40	4 600	4,01	5 600	4,21	6 800	4,43	8 200	4,65	9 800	4,86	11 500	5,02	13 500	5,14
		50	-	-	-	-	-	-	7 700	5,70	9 200	5,97	10 800	6,21	12 500	6,40
	LLZ024T4	30	6 000	4,13	7 400	4,33	9 000	4,55	10 800	4,77	12 900	4,96	15 300	5,10	17 900	5,16
		40	5 800	4,95	7 100	5,20	8 600	5,48	10 300	5,75	12 300	6,00	14 500	6,21	16 900	6,35
		50	-	-	-	-	-	-	9 700	7,04	11 500	7,38	13 500	7,67	15 700	7,91
	LLZ033T4	30	7 900	5,83	9 600	6,04	11 800	6,29	14 400	6,54	17 100	6,76	20 100	6,92	23 200	6,98
		40	7 200	7,31	8 900	7,55	10 900	7,84	13 300	8,14	16 000	8,43	18 800	8,66	21 700	8,80
		50	-	-	-	-	-	-	12 400	10,29	14 800	10,72	17 400	11,11	20 100	11,42
60Гц	LLZ013T4	30	3 900	2,80	5 000	2,99	6 100	3,16	7 300	3,31	8 600	3,45	10 100	3,57	11 800	3,67
		40	3 800	3,42	4 800	3,62	5 800	3,80	6 900	3,97	8 100	4,12	9 500	4,25	11 000	4,36
		50	-	-	-	-	-	-	6 500	4,88	7 600	5,10	8 800	5,29	10 200	5,47
	LLZ015T4	30	4 900	3,42	5 900	3,64	7 200	3,83	8 700	3,99	10 400	4,14	12 300	4,28	14 500	4,41
		40	4 700	4,08	5 700	4,33	6 900	4,57	8 300	4,79	9 900	5,00	11 700	5,22	13 600	5,44
		50	-	-	-	-	-	-	7 800	5,85	9 300	6,14	10 900	6,44	12 600	6,76
	LLZ018T4	30	5 900	3,89	7 100	4,15	8 600	4,36	10 400	4,55	12 400	4,72	14 700	4,88	17 300	5,03
		40	5 600	4,65	6 800	4,94	8 200	5,21	9 900	5,46	11 800	5,70	13 900	5,95	16 300	6,20
		50	-	-	-	-	-	-	9 400	6,66	11 100	6,99	13 000	7,34	15 100	7,70
	LLZ024T4	30	7 300	4,75	8 800	5,06	10 600	5,32	12 800	5,55	15 400	5,76	18 300	5,95	21 400	6,14
		40	6 900	5,67	8 400	6,03	10 200	6,36	12 300	6,66	14 600	6,96	17 300	7,26	20 200	7,57
		50	-	-	-	-	-	-	11 600	8,13	13 800	8,54	16 100	8,96	18 700	9,40
	LLZ033T4	30	9 800	6,44	12 100	6,79	14 600	7,17	17 400	7,56	20 700	7,94	24 600	8,30	29 300	8,64
		40	9 000	7,84	11 300	8,26	13 700	8,72	16 400	9,20	19 300	9,69	22 800	10,17	26 900	10,64
		50	-	-	-	-	-	-	15 300	11,50	18 000	12,10	21 000	12,71	24 600	13,32

Условные обозначения:
To: Температура кипения, °C
Перегрев = 10 K

Tc: Температура конденсации, °C
Переохлаждение = 0 K

Выпуск модели LLZ033 начнется 2014 году
Холодопроизводительность, Вт
Pe: Потребляемая мощность, кВт

Модели без экономайзера R404A/R507 (Температура всасываемого газа +20°C)

	Модель	To	-40		-35		-30		-25		-20		-15		-10	
		Tc	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe
50Гц	LLZ013T4	30	2 200	1,94	3 000	2,10	4 000	2,25	5 000	2,40	6 200	2,53	7 500	2,62	9 000	2,66
		40	-	-	2 700	2,37	3 500	2,55	4 400	2,74	5 500	2,91	6 600	3,06	7 900	3,17
		50	-	-	-	-	-	-	3 800	3,14	4 700	3,35	5 600	3,55	6 600	3,73
	LLZ015T4	30	2 900	2,28	3 800	2,48	4 800	2,69	6 100	2,89	7 600	3,08	9 300	3,25	11 300	3,38
		40	-	-	3 300	2,78	4 300	3,01	5 400	3,26	6 700	3,50	8 200	3,74	9 900	3,96
		50	-	-	-	-	-	-	4 500	3,69	5 600	3,98	6 900	4,28	8 400	4,58
	LLZ018T4	30	3 400	2,59	4 400	2,81	5 700	3,05	7 200	3,28	8 900	3,50	11 000	3,69	13 300	3,83
		40	-	-	3 900	3,15	5 000	3,42	6 300	3,69	7 800	3,98	9 600	4,24	11 700	4,49
		50	-	-	-	-	-	-	5 300	4,18	6 600	4,52	8 100	4,86	9 900	5,19
	LLZ024T4	30	4 300	3,25	5 700	3,54	7 200	3,83	9 100	4,12	11 400	4,40	14 000	4,63	17 000	4,81
		40	-	-	5 000	3,96	6 400	4,29	8 000	4,64	10 000	5,00	12 300	5,33	14 900	5,64
		50	-	-	-	-	-	-	6 800	5,25	8 500	5,68	10 400	6,10	12 600	6,52
	LLZ033T4	30	6 000	4,82	7 700	4,98	9 700	5,32	12 100	5,76	14 900	6,23	18 200	6,66	22 000	6,97
		40	-	-	6 600	5,93	8 500	6,14	10 600	6,55	13 100	7,09	16 000	7,70	19 400	8,30
		50	-	-	-	-	-	-	8 800	7,78	10 900	8,34	13 400	9,06	16 300	9,88
60Гц	LLZ013T4	30	3 000	2,27	3 800	2,46	4 800	2,65	5 900	2,81	7 200	2,94	8 700	3,03	10 500	3,06
		40	-	-	3 300	2,77	4 200	2,99	5 300	3,20	6 500	3,39	7 900	3,56	9 500	3,69
		50	-	-	-	-	-	-	4 400	3,63	5 500	3,88	6 800	4,11	8 200	4,32
	LLZ015T4	30	3 600	2,74	4 600	2,98	5 800	3,22	7 200	3,46	8 900	3,68	10 800	3,85	13 100	3,96
		40	-	-	4 000	3,31	5 100	3,58	6 400	3,86	7 900	4,15	9 600	4,41	11 600	4,63
		50	-	-	-	-	-	-	5 400	4,34	6 700	4,67	8 200	5,00	10 000	5,31
	LLZ018T4	30	4 300	3,15	5 500	3,42	6 900	3,70	8 600	3,98	10 600	4,23	12 900	4,42	15 600	4,55
		40	-	-	4 800	3,80	6 100	4,11	7 600	4,44	9 400	4,77	11 500	5,07	13 800	5,32
		50	-	-	-	-	-	-	6 500	4,99	8 000	5,36	9 800	5,74	11 900	6,10
	LLZ024T4	30	5 300	3,82	6 800	4,15	8 600	4,49	10 700	4,83	13 200	5,13	16 100	5,37	19 400	5,53
		40	-	-	6 000	4,61	7 600	4,99	9 500	5,39	11 700	5,78	14 300	6,15	17 300	6,46
		50	-	-	-	-	-	-	8 100	6,05	10 000	6,51	12 200	6,97	14 800	7,41
	LLZ033T4	30	7 400	5,37	9 400	5,65	11 800	6,08	14 700	6,63	18 000	7,26	21 900	7,96	26 400	8,69
		40	-	-	8 300	6,51	10 400	6,87	13 000	7,43	16 000	8,14	19 500	8,98	23 400	9,92
		50	-	-	-	-	-	-	11 000	8,61	13 500	9,30	16 500	10,18	19 900	11,22

Условные обозначения:
To: Температура кипения, °C
RGT (температура всасываемого газа) = 20°C
Tc: Температура конденсации, °C
Переохлаждение = 0 K
Выпуск модели LLZ033 начнется 2014 году
Холодопроизводительность, Вт
Pe: Потребляемая мощность, кВт

Модели без экономайзера R404A/R507 (Перегрев 10K)

	Модель	To	-40		-35		-30		-25		-20		-15		-10	
		Tc	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe	Qo	Pe
50Гц	LLZ013T4	30	2 000	1,94	2 700	2,10	3 600	2,25	4 600	2,40	5 800	2,53	7 100	2,62	8 600	2,66
		40	1 600	2,19	2 300	2,37	3 100	2,55	4 000	2,74	5 000	2,91	6 100	3,06	7 400	3,17
		50	-	-	-	-	-	-	3 200	3,14	4 100	3,35	5 000	3,55	6 100	3,73
	LLZ015T4	30	2 600	2,28	3 400	2,48	4 400	2,69	5 600	2,89	7 100	3,08	8 900	3,25	10 900	3,38
		40	2 100	2,57	2 900	2,78	3 700	3,01	4 800	3,26	6 100	3,50	7 600	3,74	9 400	3,96
		50	-	-	-	-	-	-	3 900	3,69	4 900	3,98	6 200	4,28	7 700	4,58
	LLZ018T4	30	3 000	2,59	4 000	2,81	5 200	3,05	6 600	3,28	8 400	3,50	10 400	3,69	12 800	3,83
		40	2 500	2,91	3 400	3,15	4 400	3,42	5 700	3,69	7 100	3,98	8 900	4,24	11 000	4,49
		50	-	-	-	-	-	-	4 600	4,18	5 800	4,52	7 300	4,86	9 100	5,19
	LLZ024T4	30	3 900	3,25	5 100	3,54	6 600	3,83	8 500	4,12	10 700	4,40	13 300	4,63	16 400	4,81
		40	3 200	3,66	4 300	3,96	5 600	4,29	7 200	4,64	9 100	5,00	11 400	5,33	14 100	5,64
		50	-	-	-	-	-	-	5 800	5,25	7 400	5,68	9 300	6,10	11 600	6,52
	LLZ033T4	30	5 300	4,82	6 900	4,98	8 900	5,32	11 200	5,76	14 000	6,23	17 300	6,66	21 100	6,97
		40	4 300	6,02	5 700	5,93	7 500	6,14	9 500	6,55	12 000	7,09	14 900	7,70	18 300	8,30
		50	-	-	-	-	-	-	7 500	7,78	9 600	8,34	12 100	9,06	15 000	9,88
60Гц	LLZ013T4	30	2 600	2,27	3 400	2,46	4 400	2,65	5 500	2,81	6 800	2,94	8 300	3,03	10 100	3,06
		40	2 100	2,57	2 800	2,77	3 700	2,99	4 700	3,20	5 900	3,39	7 300	3,56	8 900	3,69
		50	-	-	-	-	-	-	3 800	3,63	4 800	3,88	6 100	4,11	7 500	4,32
	LLZ015T4	30	3 200	2,74	4 100	2,98	5 300	3,22	6 700	3,46	8 400	3,68	10 300	3,85	12 600	3,96
		40	2 600	3,07	3 500	3,31	4 500	3,58	5 800	3,86	7 200	4,15	9 000	4,41	11 000	4,63
		50	-	-	-	-	-	-	4 700	4,34	5 900	4,67	7 400	5,00	9 200	5,31
	LLZ018T4	30	3 800	3,15	4 900	3,42	6 300	3,70	8 000	3,98	9 900	4,23	12 300	4,42	15 000	4,55
		40	3 200	3,53	4 200	3,80	5 400	4,11	6 800	4,44	8 600	4,77	10 700	5,07	13 100	5,32
		50	-	-	-	-	-	-	5 600	4,99	7 000	5,36	8 800	5,74	10 900	6,10
	LLZ024T4	30	4 700	3,82	6 200	4,15	7 900	4,49	10 000	4,83	12 400	5,13	15 300	5,37	18 700	5,53
		40	3 900	4,28	5 200	4,61	6 700	4,99	8 500	5,39	10 700	5,78	13 300	6,15	16 300	6,46
		50	-	-	-	-	-	-	6 900	6,05	8 800	6,51	11 000	6,97	13 600	7,41
	LLZ033T4	30	6 600	5,37	8 500	5,65	10 800	6,08	13 600	6,63	16 900	7,26	20 800	7,96	25 400	8,69
		40	5 500	6,36	7 100	6,51	9 200	6,87	11 700	7,43	14 600	8,14	18 100	8,98	22 100	9,92
		50	-	-	-	-	-	-	9 400	8,61	11 900	9,30	14 800	10,18	18 300	11,22

Условные обозначения:
To: Температура кипения, °C
Перегрев = 10 K
Tc: Температура конденсации, °C
Переохлаждение = 0 K
Выпуск модели LLZ033 начнется 2014 году
Холодопроизводительность, Вт
Pe: Потребляемая мощность, кВт

LLZ013-015-018

Клеммная коробка

Винтовые клеммы клеммной коробки компрессора типа Q

Схема крепежа

Рекомендуемый момент затяжки болтов: 11 Н·м (±1 Н·м)

Всю необходимую информацию о деталях для монтажа Вы можете посмотреть в разделе «Оформление заказа и упаковка».

LLZ024-033

Клеммная коробка

Винтовые клеммы клеммной коробки компрессора типа Q

Схема крепежа

Рекомендуемый момент затяжки болтов: 11 Н·м (±1 Н·м)

Всю необходимую информацию о деталях для монтажа Вы можете посмотреть в разделе «Оформление заказа и упаковка».

Смотровое стекло для контроля уровня масла

Компрессоры LLZ поставляются со смотровым стеклом с резьбой 1 1/8" – 18 UNEF. Оно используется для визуального контроля уровня масла или может быть заменено регулятором уровня масла. Уровень масла должен быть виден в смотровом стекле во время работы компрессора.

Клапан Шредера

Штуцеры для заправки и слива масла, а также для подсоединения манометра, с наружным диаметром 1/4" под бортовку оснащены клапаном Шредера (самозакрывающийся клапан).

Всасывающий и нагнетательный патрубки

Спиральные компрессоры LLZ поставляются с завода только с патрубками для соединения типа Ротолок.

Модель компрессора	Размер патрубка под соединение Ротолок		
	Всасывающий патрубок	Нагнетательный патрубок	Эко порт
LZL013	1"1/4	1"	1"
LLZ015	1"1/4	1"	1"
LLZ018	1"1/4	1"	1"
LLZ024	1"3/4	1"1/4	1"
LLZ033	1"3/4	1"1/4	1"

Напряжение питания электродвигателя

Спиральные компрессоры LLZ выпускаются с электродвигателями, работающими при 4 различных значениях напряжения электропитания.

		Код напряжения 2	Код напряжения 4	Код напряжения 7	Код напряжения 9
Номинальное напряжение	50 Гц	200–220 В / 3 ф.	380–415 В / 3 ф.	-	-
Диапазон напряжений	50 Гц	180–242 В	340–460 В	-	-
Номинальное напряжение	60 Гц	208–230 В / 3 ф.	460 В / 3 ф.	575 В / 3 ф.	380 В / 3 ф.
Диапазон напряжений	60 Гц	187–253 В	414–506 В	517–632 В	342–418 В

Электрические соединения

Спиральные компрессоры LLZ сжимают газ, вращаясь против часовой стрелки (если смотреть на компрессор сверху). Поскольку однофазные электродвигатели могут вращаться только в одном направлении, изменение порядка подключения фаз для них не имеет значения. Трехфазные электродвигатели, однако, могут вращаться в любом направлении, в зависимости от смещения фаз напряжения электропитания. Поэтому при монтаже компрессора убедитесь, что он вращается в правильном направлении (см. раздел «Последовательность фаз и защита от обратного вращения»).

На рисунке показаны маркировки клемм, которые используются при подключении компрессора. В трехфазном электродвигателе клеммы обозначаются как T1, T2 и T3.

Винтовые клеммы клеммной коробки компрессора типа Q.

Крышка и прокладка клеммной коробки

Перед тем как включить компрессор, следует установить на место крышку и прокладку клеммной коробки. Руководствуйтесь маркировкой «up (верх)» на прокладке и крышке коробки. Убедитесь, что обе наружные петли крышки вошли в контакт с клеммной коробкой.

Снятие крышки клеммной коробки

Степень защиты клеммной коробки

Степень защиты клеммных коробок компрессоров всех моделей составляет **IP22** в соответствии со стандартом CEI 529.

- Первая цифра кода указывает степень защиты от контакта с проводами и от попадания внутрь корпуса посторонних предметов
  - **2** Защита от предметов размером более 12.5 мм (например, пальцев или аналогичных предметов)
- Вторая цифра кода указывает степень защиты от воды
  - **2** Защита от капель воды, падающих под углом до 15°

  Класс защиты может быть увеличен до IP54 (см. раздел «Запасные части и дополнительные принадлежности»).

Электрические характеристики трехфазных компрессоров

Модель		LRA	RLA	MCC	Макс. рабочий ток		Сопротивление обмотки, Ом		
		A	A	A	Цикл с эконо-майзером	Стандарт-ный цикл	T1-T3	T1-T2	T2-T3
Код напряжения электродви-гателя 4 380–400 В / 3 ф. / 50Гц, 460 В / 3 ф. / 60 Гц	LLZ013T4	62,0	8,0	12,0	9,8	8,0	0,60	0,60	0,61
	LLZ015T4	88,5	9,6	15,0	12,0	9,8	0,50	0,50	0,50
	LLZ018T4	90,0	10,0	15,0	14,4	11,8	0,43	0,43	0,44
	LLZ024T4	95,0	13,5	21,0	18,3	15,0	0,37	0,37	0,37
	LLZ033T4	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	0,32	0,32	0,33
Код напряжения электродви-гателя 2 200–220 В / 3 ф. / 50 Гц, 208-230 В / 3 ф. / 60Гц	LLZ013T2	123,0	17,9	25,0	20,0	16,4	2,30	2,30	2,40
	LLZ015T2	180,0	18,5	29,0	23,0	18,9	1,69	1,69	1,69
	LLZ018T2	184,0	20,0	31,0	29,4	24,1	1,61	1,70	1,66
	LLZ024T2	190,0	25,6	40,0	34,7	28,4	1,48	1,48	1,48
	LLZ033T2	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	1,30	1,30	1,30

LRA (Ток с заторможенным ротором)

Ток LRA – это среднее значение тока, измеренное на компрессоре с механически заблокированным ротором при номинальном напряжении электропитания. Ток LRA указывается на заводской табличке компрессора.

Ток с заторможенным ротором используется для приблизительной оценки величины пускового тока. Однако, во многих случаях фактический пусковой ток бывает ниже тока LRA. Во многих странах величина пускового тока ограничена. Для уменьшения пускового тока используется устройство плавного пуска.

MCC (Максимальный непрерывный ток)

Ток MCC – это ток, при котором срабатывает внутренняя защита электродвигателя при максимальной нагрузке и низком напряжении.

Ток MCC – это максимальный ток, при котором компрессор может работать в переходных режимах за пределами области эксплуатации. При превышении этого значения реле защиты отключит электродвигатель.

Max Oper. A (Максимальный рабочий ток)

Максимальный рабочий ток – это ток, когда компрессор работает при максимальной нагрузке и напряжении, которое на 10 % ниже номинального напряжения.

Эта величина, которая представляет собой максимальную токовую нагрузку на компрессор, с недавних пор указывается на заводской табличке. Максимальный рабочий ток используется для выбора кабелей и контакторов.

В нормальных условиях эксплуатации потребляемый ток компрессора всегда меньше, чем максимальный рабочий ток.

Электрическое сопротивление обмоток

Сопротивление обмоток представляет собой электрическое сопротивление между указанными клеммами при температуре 25°C. Значение сопротивлений лежит в диапазоне +/-7%). Сопротивление обмоток обычно бывает небольшим и для его измерения требуется точный прибор. Используйте для этого цифровой омметр и 4-х проводную схему измерения при постоянной температуре окружающего воздуха. Сопротивление обмоток сильно изменяется от температуры. Если компрессор имеет температуру, отличную от 25°C, измеренное значение сопротивления должно быть скорректировано по следующей формуле:

$$R_{tamb} = R_{25°C} \frac{a + t_{amb}}{a + t_{25°C}}$$

$t_{25°C}$: эталонная температура = 25°C

t_{amb}: температура воздуха при измерении (°C)

$R_{25°C}$: сопротивление обмотки при 25°C

R_{amb}: сопротивление обмотки при температуре t_{amb}

Коэффициент a = 234,5

Электрическая схема подключения

Рекомендуемая схема подключения с циклом вакуумирования и предохранительным реле.

Электрическая схема с циклом вакуумирования.

Блок управления.....TH
Опциональный таймер для исключения работы компрессора короткими циклами (3 мин).....180 с
Реле управления.....KA
Соленоидный клапан на линии жидкости.....LLSV
Контактор компрессора.....KM
Устройство контроля фаз.....PM
Предохранительное блокировочное реле.....KS
Реле низкого давления для контроля за циклом вакуумирования.....LP
Предохранительное реле высокого давления.....HPs
Выключатель.....Q1
Плавкие предохранители.....F1
Электродвигатель компрессора.....M
Термостат на линии нагнетания...DGT

Внутренняя защита электродвигателя

Спиральные компрессоры LLZ оснащены внутренним устройством защиты, установленном на обмотках электродвигателя. Это устройство с автоматическим сбросом представляет собой биметаллический выключатель.

Внутреннее устройство защиты реагирует на превышение силы тока и высокую температуру обмотки. Оно предназначено для отключения тока при неблагоприятных условиях работы электродвигателя, таких как неудачный пуск, перегрузка и выход из строя вентилятора.

Для того чтобы вернуть внутреннее устройство защиты в исходное состояние (выполнить сброс), его следует охладить до температуры ниже 60°C. В зависимости от температуры воздуха это может занять несколько часов.

Последовательность фаз и защита от обратного вращения

Компрессор может правильно работать, если его вал вращается в одном направлении. Порядок чередования фаз определите фазометром, после чего подсоедините линейные фазы L1, L2 и L3 соответственно к клеммам T1, T2 и T3 компрессора. В трехфазном компрессоре электродвигатель может вращаться одинаково хорошо в обоих направлениях. Обратное вращение проявляется в чрезмерном шуме работающего компрессора, отсутствии разности давления между сторонами всасывания и нагнетания, нагреве трубопровода линии всасывания, который должен быть холодным. Технический персонал должен провести пробный пуск, чтобы убедиться, что электропитание подключено правильно, а компрессор и вентиляторы вращаются в заданном направлении.

Для спиральных компрессоров LLZ наличие монитора напряжения необходимо. Данное устройство должно отключать компрессор при неправильном направлении вращения.

Перекос напряжений

В трехфазных компрессорах напряжения, измеренные на клеммах каждой фазы компрессора, должны находиться в пределах ±2 % от среднего значения напряжения всех фаз.

Разрешения и сертификаты

Спиральные компрессоры LLZ имеют необходимые разрешения и сертификаты. Сертификаты перечислены в сопроводительной документации и на сайте http://www.danfoss.com/odsg

CE 0062 или CE 0038 (Европейский стандарт)	Все модели LLZ
UL (Сертификация в области техники безопасности (США).)	Модели с кодом напряжения электродвигателя 2 и 4
CCC	LLZ013-015-018 для 50Hz
Другие разрешения/ сертификаты	Обращайтесь в компанию Данфосс

Директивы по работе с оборудованием, находящимся под давлением

Директива сосудов под давлением 97/23/EC
Машиностроительная директива 98/35/EC, приложение II b
Директива низковольтные системы, электробезопасность 2006/95 EC
Электромагнитная совместимость 2004/108/CE

Изделия	Компрессоры LLZ 013-033
Хладагенты	Группа 2
Категория PED	I
Блок анализа	Без ограничений
Рабочая температура – Ts	-40°C < Ts < 55°c
LLZ – рабочее давление – Ps	24,73 бар изб.
Декларация о соответствии	Обращайтесь в компанию Данфосс
Знак соответствия	CE

Свободный внутренний объем

Изделия	Свободный внутренний объем на стороне низкого давления без масла, л
LLZ013-015-018	4,74
LLZ024-033	5,95

На работу спиральных компрессоров влияет много параметров, которые необходимо контролировать для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации. В данном разделе обсуждаются некоторые из этих параметров и даются рекомендации по правильному использованию устройств защиты.

- Хладагенты и масла
- Электропитание электродвигателей
- Температура окружающего воздуха
- Параметры эксплуатации (температуры кипения, конденсации и температура всасываемого газа)

Хладагенты и масло

Общие сведения

При выборе хладагента принимайте во внимание следующие обстоятельства:

- Законодательные акты (действующие и рассматриваемые)
- Безопасность
- Границы эксплуатации, связанные с условиями работы оборудования
- Холодопроизводительность и эффективность
- Рекомендации и руководства производителя компрессора

На окончательный выбор хладагента оказывают влияние дополнительные факторы:

- Влияние на окружающую среду
- Стандартизация хладагентов и масел
- Стоимость хладагента
- Наличие хладагента на рынке

R404A

Хладагент R404A – это гидрофторуглеродное соединение (ГФУ), которое имеет нулевой озоноразрушающий потенциал (ODP = 0). R404A работает в установках с низкой температурой кипения, но также может использоваться в системах со средней температурой кипения. Хладагент R404A – это смесь хладагентов, он имеет небольшой температурный глайд, и поэтому должен заправляться в жидкой фазе, но во всех других случаях этим глайдом можно пренебречь.

Благодаря небольшому температурному глайду хладагент R404A часто называют квазиазеотропной смесью.

R507

Хладагент R507 – это гидрофторуглеродное соединение (ГФУ), с термодинамическими свойствами, схожими со свойствами хладагента R404A. Хладагент R507 имеет нулевой озоноразрушающий потенциал (ODP = 0). Как и R404A, хладагент R507 особенно хорошо подходит для работы при низких температурах кипения, но также может использоваться в системах со средней температурой кипения. R507 – это азеотропная смесь без температурного глайда.

Масло PVE

Поливинилэфирное масло (PVE) – это современное холодильное масло для систем с гидрофторуглеродными (ГФУ) хладагентами. Масло PVE также гигроскопично, как и полиэфирное масло POE, но PVE химически не взаимодействует с водой, не образует кислот и легко сливается из компрессоров. Технология изготовления компрессоров типа LLZ в сочетании с использованием масла PVE обеспечивает высокую надежность работы и длительный срок службы компрессора.

Электропитание электродвигателей

Спиральные компрессоры LLZ работают при номинальном напряжении электропитания, указанном в таблице раздела «Напряжение питания электродвигателя». Эксплуатация компрессоров при пониженном или повышенном напряжении разрешается внутри указанного диапазона напряжений.

Температура воздуха

Компрессоры LLZ могут работать при температуре воздуха от –35 до 50°C. Они полностью охлаждаются всасываемым газом и не требуют вентиляторов для обдува. Температура окружающего воздуха оказывает незначительное влияние на производительность компрессора.

Высокая температура окружающего воздуха

В случае замкнутого пространства при высокой температуре окружающего воздуха рекомендуется проверять температуру силовых проводов и ее соответствие техническим характеристикам электроизоляции. В случае срабатывания внутренних устройств защиты от перегрузки, компрессор перед повторным включением должен охладиться до температуры около 60°C. Высокая температура окружающего воздуха может значительно замедлить процесс охлаждения.

Низкая температура окружающего воздуха

Несмотря на то, что компрессор может работать при низкой температуре воздуха, к системе могут быть предъявлены особые требования по обеспечению безопасности и надежности работы (см. раздел «Рекомендации при особых условиях эксплуатации»).

Область эксплуатации

На рисунках внизу приведены границы эксплуатации спиральных компрессоров LLZ. На этих рисунках в координатах температур конденсации и кипения показаны зоны устойчивой работы компрессоров в стационарных условиях. В нестационарных условиях, например, при пуске или оттайке, компрессор может работать за границами указанной зоны только в течение короткого периода времени.

На рисунках внизу показаны области эксплуатации компрессоров LLZ с хладагентами R404A/ R507.

Область эксплуатации, внутри которой гарантируется надежная работа компрессора, определяется границами:

- Максимальная температура нагнетания: +135°C
- Во избежание выброса жидкого хладагента из испарителя работа компрессора при перегреве всасываемого газа ниже 5K не рекомендована
- Минимальные и максимальные температуры кипения и конденсации определяются из рисунка в соответствии с областью эксплуатации компрессора.

С экономайзером

Без экономайзера

Отличиями между рабочими диапазонами системы с экономайзером и без него являются параметры всасывания перегретого пара. Рабочий диапазон цикла с экономайзером рассчитан относительно температуры всасывания, равной 18.3°C, что эквивалентно перегреву в 58.3K при температуре кипения -40°C. В то время как стандартный цикл без экономайзера был рассчитан на перегрев в 20K. Следовательно, у цикла с экономайзером такой же рабочий диапазон, что и у стандартного цикла, но перегрев на всасывании значительно больше. Другими словами, экономайзер помогает увеличить рабочий диапазон, рассчитанный на тот же самый перегрев на всасывании.

Максимальная температура газа на линии нагнетания

Температура нагнетания зависит от температуры кипения, температуры конденсации и перегрева всасываемого газа. Температура газа на линии нагнетания должна контролироваться отдельной термопарой или термодатчиком, закрепленным на трубопроводе линии нагнетания на расстоянии 15 см (6 дюймов) от компрессора. Максимальная температура газа на линии нагнетания при работе компрессора внутри разрешенной области эксплуатации не должна превышать 135°C.

Защита компрессора от высокой температуры газа на линии нагнетания (DGT)

Эта защита необходима, если настройки реле высокого и низкого давления не обеспечивают работу компрессора в пределах разрешенной зоны эксплуатации. На примерах внизу показано, когда защита DGT необходима (№1), а когда ее можно не устанавливать (№2).

Компрессор не должен переходить в циклический режим работы по сигналам реле температуры газа (термостата) на линии нагнетания. Продолжительная работа за границами области эксплуатации компрессора может привести к выходу его из строя!

Дополнительные принадлежности для защиты от высокой температуры газа на линии нагнетания можно посмотреть в разделе «Запасные части и дополнительные принадлежности».

Пример 1 (R22, SH = 11 K)
Настройка реле низкого давления:
LP1 = 2 бар изб. (–15°C)
Настройка реле высокого давления:
HP1 = 23.8 бар изб. (61°C)
① Реле низкого и высокого давления плохо защищают компрессор от работы за пределами области эксплуатации. Во избежание работы в заштрихованной зоне необходима защита DGT.

Пример 2 (R22, SH = 11 K)
Настройка реле низкого давления:
LP2 = 2.5 бар изб. (–10°C)
Настройка реле высокого давления:
HP2 = 18 бар изб. (49°C)
② Реле низкого и высокого давления защищают компрессор от работы за пределами области эксплуатации. В защите DGT нет необходимости.

Защита по высокому и низкому давлению

		R404A/R507
Диапазон рабочих давлений на стороне высокого давления, (манометрическое давление)	бар	5,94~27,74
Диапазон рабочих давлений на стороне низкого давления, (манометрическое давление)	бар	0,33~3,34
Максимальное давление настройки реле высокого давления, (манометрическое давление)	бар	29,7
Минимальное давление настройки реле низкого давления, (манометрическое давление) ①	бар	0,30
Рекомендуемая настройка реле цикла вакуумирования	бар	на 1,5 бар ниже номинального давления кипения
Минимальное давление настройки реле низкого давления для работы в циклах с вакуумированием, (манометрическое давление)	бар	1,0

① - Защитное реле низкого давления не должно иметь задержки времени срабатывания.

Защита по высокому давлению

Спиральные компрессоры LLZ не оборудованы встроенным предохранительным клапаном. Для того чтобы компрессор отключился, как только давление на линии нагнетания превысит значения, указанные в таблице вверху, в систему необходимо установить предохранительное реле высокого давления.

Реле высокого давления следует настроить на наименьшее значение давления, которое зависит от характера работы компрессора и условий окружающей среды. Чтобы предотвратить циклические включения и отключения компрессора вблизи верхнего предела по давлению, реле высокого давления необходимо устанавливать либо в цепи блокировки, либо использовать реле с ручным возвратом в исходное состояние (сбросом). При наличии сервисного вентиля на стороне нагнетания компрессора реле высокого давления следует подсоединять к всегда открытому штуцеру, предназначенному для манометра.

Защита по низкому давлению

В системах со спиральными компрессорами необходимо устанавливать реле защиты от низкого давления (LP). Спиральные компрессоры LLZ имеют высокую объемную производительность и могут создавать глубокий вакуум, который инициирует электрическую дугу внутри компрессора. Минимальные значения настройки реле низкого давления приведены в таблице выше. Для систем без цикла вакуумирования реле низкого давления должно представлять собой или блокировочное устройство с ручным сбросом, или автореле, установленное в цепь блокировки. Допустимые отклонения от точки настройки не должны позволять компрессору работать в условиях вакуума. Настройки реле низкого давления с автоматическим сбросом для цикла вакуумирования также приведены в таблице выше.

Ограничение по частоте рабочих циклов (защита от работы короткими циклами)

В зависимости от типа холодильной установки в течение часа должно быть не более 12 включений компрессора. Большее число включений уменьшает срок службы электродвигателя компрессора. При этом рекомендуется устанавливать 1-минутный перерыв в работе.

Система должна быть спроектирована таким образом, чтобы было обеспечено минимальное рабочее время компрессора (2 минуты), гарантирующее достаточное охлаждение электродвигателя после его включения и надежный возврат масла в компрессор. Помните, что количество возвращаемого масла может меняться, т.к. оно определяется конструкцией системы.

Для ограничения количества циклов включения компания Данфосс рекомендует устанавливать реле задержки времени.

Введение

Успешная работа спирального компрессора зависит от правильного выбора мощности компрессора. Если мощность компрессора не соответствует производительности системы, он будет работать за пределами области эксплуатации, указанной в данном руководстве. Результатом этого будут низкая эффективность, слабая надежность или оба фактора вместе.

Рекомендации по проектированию трубопроводов системы охлаждения

Трубопроводы системы охлаждения должны иметь такой размер и уклон, чтобы масло во время работы установки могло возвращаться в компрессор даже при минимальных тепловых нагрузках на систему. Трубопроводы, выходящие из испарителя, не должны содержать масляных ловушек и не должны способствовать натеканию масла и хладагента обратно в компрессор при его останове.

Если испаритель расположен выше компрессора, рекомендуется использовать режим работы с циклом вакуумирования (pump-down). Если цикл вакуумирования использовать нельзя, на линии всасывания на выходе из испарителя необходимо организовать петлю для исключения натекания хладагента из испарителя в компрессор при отключении холодильной установки.

Если испаритель расположен ниже компрессора, на вертикальных участках линии всасывания необходимо установить ловушки для обеспечения возврата масла в компрессор (рис. 1).

Если конденсатор расположен выше компрессора, для предотвращения обратного натекания масла, ушедшего из компрессора, вблизи него необходимо установить ловушку U-образной формы. С этой задачей может также справиться петля, установленная над компрессором (рис. 2). Максимальная разность высот между внутренним и наружным блоками сплит-системы не должна превышать 8 м. Для обеспечения надежной работы компрессоров в системах охлаждения, которые имеют оклонения от указанных рекомендаций, должны быть приняты дополнительные специальные меры.

Трубки экономайзерного теплообменника должны быть расположены так, чтобы установить противоток жидкости и газа, что обеспечит оптимальный теплообмен и, следовательно, наибольшее переохлаждение.

Трубопроводы должны быть гибкими во всех трех плоскостях (рис. 2). Они не должны касаться элементов конструкции, за исключением элементов крепления. Это требование вызвано необходимостью исключения чрезмерной вибрации, которая неблагоприятно влияет на межтрубные соединения и вызывает повреждения в трубах вследствие их истирания и ухудшения усталостной прочности. Кроме повреждения труб и межтрубных соединений, избыточная вибрация может передаваться на элементы конструкции и создавать недопустимый шум (более подробная информация о шуме и вибрации приведена в разделе «Шум и вибрация»).

Выбор экономайзера

Основным параметром для определения размера экономайзера является температура впрыскиваемого пара (Tsi). Эта температура выбирается при помощи компьютерной программы Danfoss. При разработке программы величина температуры была протестирована множество раз для различных рабочих условий. Для того, чтобы обеспечить оптимальные параметры работы системы и, одновременно обеспечить ее надежное функционирование, экономайзер должен быть рассчитан при следующих условиях: переохлаждение в конденсаторе принять равным 5K, температурный дифференциал экономайзера установить равным 5K, и, наконец, перегрев на выходе из экономайзера принять равным 5K как показано на графике ниже.

После установления всех вышеперечисленных параметров, нагрузку на экономайзер можно будет вычислить по следующей формуле:

Нагрузка на экономайзер = массовый расход охлаждаемой жидкости* (энтальпия жидкости на входе в экономайзер (h2) – энтальпия жидкости на выходе из экономайзера (h1)) = массовый расход впрыскиваемого пара*(энтальпия пара на выходе из экономайзера (h3) – энтальпия пара на входе в экономайзер (h2)).

Предельная заправка хладагента

Спиральные компрессоры LLZ могут работать даже если в картере компрессора находится довольно большое количество хладагента. Однако чрезмерное количество хладагента в компрессоре неблагоприятно влияет на срок его службы. Кроме того, уменьшается холодопроизводительность компрессора из-за того, что в компрессоре и/ или в линии всасывания системы начинается кипение хладагента. Поэтому система охлаждения должна быть спроектирована так, чтобы количество хладагента в системе было ограничено (следуйте указаниям, приведенным в разделе «Рекомендации по проектированию трубопроводов системы охлаждения»). Для оценки защиты компрессора и холодильной установки от избыточного количества хладагента используйте таблицы, приведенные внизу. Более подробную информацию можно найти в следующих разделах данного документа. Для получения информации, не вошедшей в данное руководство, обращайтесь в компанию Данфосс.

Модель	Предельная заправка хладагента, кг
LLZ013-015-018	4.54
LLZ024-033	7.26

В зависимости от результатов испытаний системы могут потребоваться средства защиты от избыточного количества хладагента в компрессоре, такие как: подогреватели картера, соленоидный клапан на линии жидкости (цикл вакуумирования) или аккумулятор жидкости на линии всасывания (см. ниже).

	Количество хладагента ниже предельно допустимого	Количество хладагента выше предельно допустимого
Компрессорно-конденсаторные агрегаты	✓ Никаких испытаний и дополнительных средств защиты компрессора не требуется	REQ Испытания по натеканию хладагента в компрессор при отключении системы REQ Испытания по обратному натеканию жидкости
Система с выносным теплообменником	REC Испытания по натеканию хладагента в компрессор при отключении системы	REQ Испытания по натеканию хладагента в компрессор при отключении системы REQ Испытания по обратному натеканию жидкости

REC Рекомендуются REQ Требуются ✓ Никаких испытаний и дополнительных средств защиты компрессора не требуется

Примечание: Более подробная информация по эксплуатации системы при низких температурах окружающего воздуха, низкой тепловой нагрузке и с паянным пластинчатым теплообменникам приведена в соответствующих разделах.

Натекание хладагента во время останова компрессора

Натекание хладагента при отключении компрессора происходит, если компрессор установлен в самой холодной части системы, если система использует расширительный клапан с возможностью байпасирования или если жидкость может перетекать из испарителя в картер компрессора под действием силы тяжести. Если в картере скапливается слишком много жидкого хладагента, он начнет насыщать масло, что приведет к влажному пуску компрессора: при включении компрессора при резком падении давления в картере хладагент интенсивно кипит, что приводит к вспениванию масла. В результате масло покидает компрессор, что совершенно недопустимо, так как это приводит к повреждению компрессора вследствие недостаточной смазки.

Спиральные компрессоры LLZ достаточно терпимы к нерегулярным влажным пускам.

Испытания для оценки опасности натекания хладагента при останове компрессора заключаются в следующем:

- Дождитесь, когда неработающая система достигнет равновесного состояния при температуре окружающего воздуха 5°C.
- Доведите температуру воздуха до 20°C и продержите ее при такой температуре около 10 минут.
- Включите компрессор и проконтролируйте температуру картера, уровень масла (через смотровое стекло) и уровень шума.

Наличие жидкости в картере легко определяется через смотровое стекло. Пена в поддоне для масла указывает на влажный пуск. Повышенный шум, потеря масла из картера и охлаждение поддона указывают на избыточное натекание жидкого хладагента. В зависимости от количества жидкости в поддоне должны быть приняты следующие меры:

- Установка подогревателя картера
- Установка соленоидного клапана на линии жидкости
- Использование цикла с вакуумированием

Подогреватель картера: Когда компрессор не работает, температура масла в картере компрессора должна быть не менее, чем на 10 K выше температуры насыщения хладагента при давлении на линии всасывания. Соблюдение этого требования гарантирует, что в картере компрессора не будет собираться жидкий хладагент. Подогреватель картера будет эффективен только в том случае, если он способен поддерживать указанную разность температур. Для того, чтобы убедиться, что требуемая температура масла поддерживается при всех внешних условиях (включая температуру и силу ветра), необходимо проводить специальные испытания. При температуре наружного воздуха ниже –5°C и скорости ветра выше 5 м/с рекомендуется теплоизолировать подогреватели картера во избежание потерь тепла в окружающую среду.

Поскольку спиральные компрессоры Данфосс способны работать, когда в картере находится жидкий хладагент, подогреватели картера устанавливать необязательно, если заправка системы не превышает рекомендованного максимума.

Так как общее количество заправленного хладагента в системе трудно определить, подогреватели картера рекомендуется устанавливать на всех компрессорах в системах с выносным теплообменником. Кроме того, применение подогревателя картера рекомендуется на всех компрессорах для систем, заправка хладагента в которых превышает допустимый максимум.

Подогреватели картера ленточного типа можно приобрести в компании Данфосс (см. раздел «Запасные части и дополнительные принадлежности »).

При отключении компрессора подогреватель картера должен быть включен.

⚠ Примечание: Обеспечьте автономное электропитание подогревателя картера, чтобы он был включен все время, даже если система охлаждения не работает (например, при сезонном отключении).

Подогреватели картера включаются за 12 часов до пуска компрессора.

Соленоидный клапан на линии жидкости(LLSV): является очень эффективным средством защиты компрессора от натекания жидкого хладагента.

Клапан LLSV используется для отсечки жидкого хладагента со стороны конденсатора и предотвращения обратного натекания жидкости в нерабочий период. Натекание хладагента в компрессор со стороны линии низкого давления может быть уменьшено путем использования цикла с вакуумированием совместно с закрытием соленоидного клапана на линии жидкости.

Цикл с вакуумированием: Как только система достигла заданной температуры и готова отключиться, закрывается клапан LLSV на линии жидкости. Компрессор продолжает откачивать хладагент на сторону высокого давления до тех пор, пока не сработает реле низкого давления. Этот шаг уменьшает количество хладагента на стороне низкого давления и снижает вероятность натекания жидкости в компрессор при его останове.

Цикл с вакуумированием является одним из наиболее эффективных средств защиты компрессора от натекания жидкого хладагента, однако он, в основном, используется только на установках с термостатом (с регулированием по температуре).

В установках с прессостатом (с регулированием по давлению) для откачки хладагента из испарителя перед отключением системы следует использовать реле задержки времени (таймер). Время задержки следует устанавливать очень аккуратно, чтобы исключить срабатывание предохранительного реле низкого давления.

Настройка реле низкого давления при использовании цикла вакуумирования описана на стр. 20. Рекомендуемая электрическая схема приведена на стр. 15.

В некоторых случаях обратный клапан компрессора может быть не полностью закрыт, в результате чего в цикле вакуумирования компрессор может повторно запуститься. Повторяющиеся короткие циклы приводят к поломке компрессора. В этом случае в систему следует установить обратный клапан, препятствующий натеканию жидкости. Рекомендуется устанавливать магнитный обратный клапан (кодовый номер 120Z5046) близко к нагнетательному патрубку компрессора для минимизации объема нагнетаемого газа.

Магнитный обратный клапан рекомендуется, т.к. обладает минимальными необходимым и величиной потерь давления для всей области эксплуатации компрессоров LLZ. Если применяется обратный клапан Данфосс типа NRV, то необходимо его тщательно подбирать под определенные условия работы.

Испытания, ставящие целью определение необходимости использования цикла с вакуумированием:

- Поскольку настройка реле включения цикла вакуумирования предусматривает работу компрессора внутри разрешенной области эксплуатации, следует провести испытания на проверку нерасчетного отключения компрессора при работе в переходных режимах (например, при оттайке и холодном пуске). Если произойдет нежелательное отключение компрессора, следует предусмотреть срабатывание реле цикла с вакуумированием с временной задержкой. В этом случае предохранительное реле низкого давления не должно иметь таймера.

- При отсутствии термостата количество сбросов реле давления должно быть ограничено во избежание работы компрессора короткими циклами. В этом случае используйте соответствующую электрическую схему и дополнительное реле, которое позволяет совершить один цикл с вакуумированием.

Цикл с вакуумированием позволяет собрать весь хладагент на стороне высокого давления. В системах, где хладагент заправлен в заданном количестве, вся заправка в процессе цикла с вакуумированием может размещаться в конденсаторе, при условии правильно подобранных компонентов системы.

В других системах для сбора хладагента следует устанавливать ресивер жидкости.

Размеру ресивера необходимо уделить особое внимание. Он должен быть достаточно объемным, чтобы удержать часть хладагента, заправленного в систему, но не быть слишком большим. Большой ресивер способствует перезаправке хладагента при техническом обслуживании системы.

Обратное натекание жидкости

При нормальной работе системы хладагент поступает в компрессор в виде перегретого пара. Натекание жидкости происходит тогда, когда часть хладагента поступает в компрессор в виде жидкости.

Непрерывное натекание жидкости приводит к разбавлению масла и, в крайних случаях, ведет к уносу масла из компрессора и ухудшению качества смазки.

Тесты на обратное натекание жидкости : при использовании в системе охлаждения терморегулирующего вентиля (ТРВ) в случае, когда ТРВ работает на границе диапазона регулирования, для определения необходимости установки отделителя жидкости следует провести тест при следующих условиях: высокая степень сжатия, минимальная нагрузка на испаритель, непрерывное измерение перегрева газа на линии всасывания, температуры картера с маслом и температуры газа на линии нагнетания.

В процессе работы установки обратное натекание жидкости может быть определено по измерению либо температуры картера, либо температуры нагнетаемого газа. Если температура картера с маслом упадет на 10 К или менее относительно температуры насыщения на линии всасывания или температура газа на линии нагнетания упадет на 35 К относительно температуры насыщения на линии нагнетания, это указывает, что имеет место обратное натекание жидкости.

Непрерывное натекание жидкости происходит при неправильном выборе, неправильной настройке или повреждении терморегулирующего вентиля, выходе из строя вентилятора испарителя или, например, сильно загрязненных воздушных фильтрах испарителя.

Для исключения постоянного натекания жидкости в компрессор можно использовать отделитель жидкости на линии всасывания.

В качестве защиты от натекания жидкости в компрессор при его включении, работе или в режимах оттаивания путем захвата жидкости перед компрессором предлагается установить отделитель жидкости. Отделитель жидкости на линии всасывания также защищает компрессор от натекания хладагента в период отключения системы, предоставляя дополнительный свободный объем на стороне всасывания системы.

Тщательно выбирайте размер отделителя, принимая во внимание заправку фреоном и скорость жидкого хладагента и газа в линии всасывания. В зависимости от рабочих условий может произойти так, что рекомендованные присоединения отделителя жидкости будут меньше, чем всасывающая линия.

Работа компрессора при низкой температуре окружающего воздуха

Пуск компрессора при низкой температуре окружающего воздуха

При низкой температуре воздуха (<0°C) в момент пуска компрессора давление в конденсаторе может быть настолько низким, что невозможно создать значительный перепад давления на терморегулирующем вентиле, необходимый для поступления в испаритель достаточного количества жидкого хладагента.

В результате этого компрессор может перейти в режим работы с глубоким вакуумом, что может привести к выходу его из строя вследствие возникновения электрической дуги внутри двигателя и нестабильной работы спиральных элементов. Поэтому ни при каких обстоятельствах не позволяйте компрессору работать в условиях глубокого вакуума. Чтобы исключить возможность такой работы, реле низкого давления должно быть настроено в соответствии с рекомендациями, приведенными в таблице на стр. 20.

Недостаточная разность давлений нагнетания и всасывания может привести к тому, что терморегулирующий вентиль будет работать неустойчиво. Данное обстоятельство может вызвать переполнение испарителя с выбросом жидкого хладагента в компрессор. Это чаще всего происходит при работе установки с низкой тепловой нагрузкой и при низкой температуре окружающего воздуха.

Работа компрессора при низкой температуре окружающего воздуха

Рекомендуется провести испытания агрегата при минимальной тепловой нагрузке и низкой температуре окружающего воздуха. Для обеспечения правильных рабочих характеристик необходимо учесть следующие особенности работы системы охлаждения.

Расширительное устройство должно иметь производительность, достаточную для регулирования расхода хладагента, поступающего в испаритель. Терморегулирующий вентиль большой производительности может выполнять неправильное регулирование. Это условие особенно важно соблюдать в объединенных компрессорах, где низкие тепловые нагрузки могут привести к частому включению компрессоров. Если ТРВ не сможет обеспечить устойчивый перегрев хладагента при переменных тепловых нагрузках, то в компрессор будет поступать жидкий хладагент.

Настройка перегрева в терморегулирующих вентилях должна обеспечивать поддержание соответствующего перегрева хладагента при любой низкой тепловой нагрузке. Минимальным устойчивым перегревом считается перегрев в 5 К.

Иеется несколько способов избавить компрессор от перехода в режим работы с глубоким вакуумом с низким перепадом давления между линиями всасывания и нагнетания при низкой температуре воздуха.

В установках с воздушным конденсатором управление работой вентиляторов можно осуществлять при помощи контроллера, регулирующего давление нагнетания. В этом случае вентиляторы не включатся, пока давление конденсации не достигнет нужной величины. Для регулирования давления конденсации могут использоваться вентиляторы с переменной скоростью вращения. В установках с конденсатором, охлаждаемым водой, то же самое можно сделать при помощи регулятора расхода воды, управляемого давлением нагнетания. Эта связь гарантирует, что водяной кран не откроется, пока давление конденсации не достигнет нужной величины. Минимальное давление конденсации следует задавать при минимальной температуре конденсации на линии насыщения, показанной на рисунках, представляющих разрешенную область эксплуатации.

При очень низкой температуре наружного воздуха, когда испытания показывают, что вышеописанные мероприятия не обеспечивают достаточного давления нагнетания и всасывания, можно использовать регулятор давления нагнетания. Примечание: это решение требует дополнительной заправки хладагента, которое может вызвать другие проблемы. В данном случае рекомендуется установить обратный клапан на линии нагнетания и принять специальные меры при проектировании системы.

Более подробную информацию можно получить в компании Данфосс.

Спиральные и поршневые компрессоры

В отличие от поршневых компрессоров спиральные компрессоры не имеют мертвого пространства и всасывающего клапана, который приводит к падению давления. В результате этого спиральные компрессоры имеют высокую объемную производительность даже при низком давлении всасывания. В таких установках как ледогенераторы и молокоохладители высокая производительность при низких температурах способствует сокращению времени охлаждения.

Переходя от поршневых компрессоров к спиральным компрессорам всегда обращайте внимание на холодопроизводительность компрессора при заданной установке температуры. Никогда не выбирайте компрессор по эквивалентному описанному объему.

Работа компрессора при низкой тепловой нагрузке

Компрессор должен включаться на небольшой промежуток времени, достаточный для возврата масла в картер, а двигатель иметь достаточно времени для охлаждения в условиях, когда расход хладагента в системе наименьший.

Паяные пластинчатые теплообменники

Паяные пластинчатые теплообменники имеют небольшой внутренний объем и большую тепловую производительность. Вследствие этого, при работе в качестве испарителя они слабо аккумулируют газ на линии всасывания, и компрессор может быстро войти в режим вакуумной откачки. В этом случае крайне важен правильный выбор терморегулирующего вентиля, чтобы перепад давления на нем был достаточен для подачи нужного количества хладагента в испаритель. При работе системы с низкой тепловой нагрузкой и при низкой температуре окружающего воздуха это условие принимает особое значение. Для получения более подробной информации нужно обратиться к предыдущим разделам.

Ввиду малого внутреннего объема пластинчатых теплообменников работа компрессора с циклом вакуумирования не рекомендуется. В этом случае линия всасывания от теплообменника до компрессора должна иметь ловушки, исключающие натекание жидкого хладагента в компрессор.

При использовании пластинчатого теплообменника в качестве конденсатора нужно предусмотреть свободный объем для сжатого газа, который исключает возможность получения слишком высокого давления на выходе из компрессора. Чтобы обеспечить этот объем, необходим, как минимум, 1 м трубопровода на линии нагнетания. Одним из способов уменьшения объема газа сразу после пуска компрессора является подача охлаждающей воды на теплообменник-конденсатор до запуска компрессора, что помогает быстрее уменьшить перегрев и интенсифицировать процесс конденсации газа на линии нагнетания.

Системы с использованием воды

Кроме воды, оставшейся в системе после ввода установки в эксплуатацию, вода может также поступить внутрь гидравлического контура в процессе эксплуатации установки. Воду всегда необходимо удалять из системы. Не только потому, что она может быстро привести к повреждению электрооборудования, отложению шлаков и коррозии, но и, в основном, потому что она может вызвать проблемы с безопасным функционированием системы.

Основными причинами поступления воды в систему являются коррозия и замерзание системы.

Коррозия: Материалы, используемые в системе, должны быть совместимы с водой и устойчивы к коррозии.

Замерзание: при замерзании и превращении в лед объем воды увеличивается, что может привести к повреждению стенок теплообменника и возникновению течи. В периоды отключения установки вода внутри теплообменника может замерзнуть, если температура окружающего воздуха опустится ниже 0°C. При включении установки при низкой тепловой нагрузке лед может образовываться в компонентах системы и блокировать их. Обе ситуации можно избежать подключением в цепь управления реле давления и температуры.

Уровень шума при пуске

При включении компрессора, естественно, уровень шума будет выше, чем при нормальной устойчивой работе. Для спиральных компрессоров LLZ эта разность будет небольшой. При неправильном подключении фаз трехфазного двигателя компрессор начнет вращаться в обратную сторону. Обратное вращение компрессора сопровождается усилением шума. Для устранения обратного вращения отключите электропитание и поменяйте местами любые два из трех проводов на контакторе агрегата. Никогда не меняйте местами провода в клеммной коробке компрессора.

Уровень шума при работе

Спиральные компрессоры LLZ имеют специальные конструктивные особенности, помогающие уменьшить уровень шума при работе компрессора. Уровень шума определяется при нормальных условиях (при средних температурах).

Модель	50 Гц		60 Гц	
	Звуковая мощность, дБА, без чехла	Звуковая мощность, дБА, с чехлом	Звуковая мощность, дБА, без чехла	Звуковая мощность, дБА, с чехлом
LLZ013	78	70	80	72
LLZ015	80	72	83	75
LLZ018	83	73	84	74
LLZ024	85	75	86	76
LLZ 033	85	75	86	76

Уровень шума при останове

Спиральные компрессоры LLZ имеют уникальную конструкцию порта нагнетания, которая значительно уменьшает уровень шума при останове.

Источники шума в системах охлаждения

Шум и вибрация, с которыми обычно вынужден считаться обслуживающий персонал холодильных установок, имеют три источника.

Звуковые волны: они обычно распространяются по воздуху.

Механические колебания: они обычно распространяются по деталям агрегатов и элементам конструкции.

Пульсации давления газа: они переносятся охлаждаемой средой, т.е. хладагентом.

В следующих разделах будут описаны причины возникновения шума и способы борьбы с ним для каждого из вышеупомянутых источников.

Шум, издаваемый компрессором

Шум, издаваемый компрессором, распространяется по воздуху, причем звуковые волны идут от компрессора во все стороны. Спиральные компрессоры LLZ имеют малошумную конструкцию, а генерируемые ими звуковые колебания имеют высокую частоту. Звуковые колебания высокой частоты имеют не такую большую проникающую способность, как колебания низкой частоты, и их легче подавить.

Эффективно уменьшить шум помогает установка звукоизолирующих кожухов. Убедитесь, что ни одна деталь, которая могла бы передавать этот шум, не находится в прямом контакте со стенками агрегата. Благодаря тому, что электродвигатель компрессора полностью охлаждается всасываемым газом, корпус компрессора можно закрывать звукоизоляцией (акустическим чехлом).

Механические колебания

Подавление вибрации – это основной метод борьбы с высокочастотными механическими колебаниями, возникающими в конструкции машины. Спиральные компрессоры LLZ обычно работают с минимальным уровнем вибрации. Очень эффективной мерой уменьшения вибрации, передаваемой от компрессора на систему, является установка виброизолирующих резиновых прокладок под опорами компрессора или рамы спаренных агрегатов. Резиновые прокладки поставляются со всеми компрессорами LLZ. Если виброизолирующие прокладки установлены правильно, то вибрация, передаваемая от компрессора на систему, будет сведена к минимуму. Важно также, чтобы рама, на которой устанавливаются компрессоры, имела достаточную массу и жесткость, чтобы гасить те колебания, которые могут на нее передаваться. Трубопроводы должны быть протянуты таким образом, чтобы уменьшить возможность передачи вибрации к другим элементам установки, и чтобы они сами могли выдержать воздействие вибрации без повреждений. Трубопроводы должны быть гибкими во всех трех плоскостях. Более подробная информация по конструкции трубопроводов приведена в разделе «Рекомендации по проектированию трубопроводов системы охлаждения »

Пульсации давления в газе

Спиральные компрессоры LLZ спроектированы и испытаны так, чтобы пульсации давления в газе были оптимальными для всех отношений давления нагнетания и всасывания, которые имеют место в системах охлаждения и кондиционирования воздуха. Для установок типа тепловой насос и других установок, где степень сжатия выходит за обычные значения, необходимо проводить испытания при всех ожидаемых рабочих условиях, чтобы убедиться, что пульсации давления в газе сведены к минимуму. При обнаружении недопустимого уровня пульсаций в линии нагнетания необходимо установить резонансные глушители соответствующего объема и массы. Более подробную информацию по этому вопросу можно получить у производителя компонентов.

Все компрессоры LLZ поставляются с инструкциями по монтажу в печатном виде. Эти инструкции можно также загрузить с сайта www.danfoss.com или: http://instructions.cc.danfoss.com

Чистота системы

Системы охлаждения с циклом сжатия, независимо от типа используемого компрессора, имеют высокую эффективность, хорошую надежность и длительный срок службы только в том случае, если система не содержит ничего, кроме хладагента и масла, предназначенных для ее работы. Любые другие вещества, попавшие в систему, не способствуют повышению производительности и в большинстве случаев просто вредны.

Наличие неконденсирующихся газов и загрязняющих примесей, таких как металлические стружки, припои и флюсы, оказывают негативное влияние на срок службы компрессора.

Например, небольшие частицы грязи могут пройти через сетку фильтра и вызвать значительные повреждения в подшипниках, а длительное хранение на открытом воздухе гигроскопичного масла типа PVE, приводит к поглощению из воздуха большого количества влаги.

Загрязнения холодильной установки в процессе ее сборки могут быть вызваны:
- Продуктами окисления при пайке и сварке.
- Стружкой и заусенцами после обработки труб.
- Паяльными флюсами.
- Влагой и воздухом.

Перемещение и хранение компрессоров

Все компрессоры оснащены подъемными проушинами. Подъем компрессоров проводите только с помощью этих проушин. Если компрессор уже установлен в систему, никогда не используйте проушины для подъема всей установки. Компрессор следует перемещать в вертикальном положении с осторожностью, с максимальным отклонением от вертикали около 15°. Храните компрессоры при температуре от –35 до 50°C, не подвергайте его воздействию дождя и агрессивной атмосферы.

Крепление компрессора

Максимальное отклонение работающего компрессора от вертикали не должно превышать 7°. Все компрессоры поставляются с 4 резиновыми прокладками и металлическими втулками. Компрессоры должны устанавливаться только на эти прокладки. Рекомендуемый момент затяжки болтов 11 Н • м (±1 Н • м).

Заправка компрессора азотом

Каждый компрессор приходит с завода заправленным сухим азотом под избыточным давлением 0.4–0.7 бар с транспортными заглушками из эластомера. Во избежание потерь масла при удалении азота осторожно вынимайте заглушки. Сначала снимите заглушку с всасывающего патрубка, а затем с нагнетательного. Для исключения попадания влаги в компрессор заглушки с патрубков удаляйте только перед подключением компрессора к системе. После снятия заглушек компрессор необходимо держать в вертикальном положении во избежание пролива масла.

Вакуумное удаление влаги

Влага влияет на устойчивую работу компрессора и всей системы охлаждения.

Воздух и влага сокращают срок службы компрессора и увеличивают давление конденсации, что приводит к крайне высоким температурам газа на линии нагнетания, ухудшающим смазывающие свойства масла. Воздух и влага также увеличивают опасность образования кислот, вызывающих омеднение поверхности деталей, используемых в системе. Все эти явления могут привести к механическому или электрическому повреждению компрессора.

Гарантированный способ избежать этих проблем заключается в вакуумировании системы при помощи вакуумного насоса после ее сборки. Содержание влаги в компрессорах, поступивших с завода, составляет менее 100 ppm. Содержание влаги в системе с компрессором LLZ после вакуумирования должно быть не более 100 ppm.

- Никогда не используйте для вакуумирования системы компрессор.
- Подсоединяйте вакуумный насос к сторонам высокого и низкого давлений.
- Откачивайте систему до давления 0,67 мбар (абс.)
- Во избежание повреждения не используйте мегаомметр и не подавайте электропитание на компрессор, находящийся под вакуумом.

Фильтры-осушители на линии жидкости

Компания Данфосс рекомендует устанавливать в системы со спиральными компрессорами фильтры-осушители соответствующей производительности. При выборе фильтра-осушителя учитывайте его производительность (по воде), холодопроизводительность системы охлаждения и объем заправки хладагента. Фильтры-осушители должны обеспечивать и поддерживать содержание влаги в системе на уровне 50 ppm.

Для систем с компрессором LLZ (с хладагентом R404a/ R507 и маслом типа PVE) компания Данфосс рекомендует использовать фильтр DML, твердый сердечник которого полностью состоит из поглотителя типа «молекулярное сито».

Для очистки действующих холодильных установок, где возможно образование кислот, рекомендуется устанавливать фильтры DCL с твердым сердечником, включающим активированный алюминий.

После выгорания обмоток электродвигателя снимите фильтр-осушитель на линии жидкости и установите вместо него антикислотный фильтр DAS соответствующей производительности. Для правильного использования антикислотного фильтра обратитесь к инструкции по применению фильтра и соответствующей технической документации.

Заправка системы хладагентом

Заправку системы следует выполнять методом взвешивания хладагента, добавляя его со стороны высокого давления системы. Можно также использовать способ заправки системы хладагентом в газовой фазе со стороны высокого и низкого давления с одновременным контролем нормы заполнения. Не превышайте рекомендованную норму заправки и никогда не заправляйте систему жидким хладагентом со стороны низкого давления. Вакуумирование или заправка с одной стороны системы могут привести к невозможности включения компрессора. При обслуживании установки убедитесь, что давления на сторонах жидкости и газа уравновешены.

Утилизация и хранение хладагента проводится в соответствии с административными положениями.

Сопротивление электроизоляции

При измерении мегаомметром сопротивление электроизоляции должно превышать 1 МОм при напряжении 500 В постоянного тока.

Электродвигатель каждого компрессора проверяется на заводе при высоком напряжении, которое превышает требования стандарта UL по величине и продолжительности испытания. Ток утечки при этом составляет менее 0.5 мА.

Компрессорный блок спиральных компрессоров LLZ расположен в верхней части компрессора, а электродвигатель внизу. Вследствие этого электродвигатель частично погружен в хладагент и масло. Наличие хладагента вблизи обмоток электродвигателя способствует более низкому электрическому сопротивлению по отношению к земле и более высоким токам утечки. Такие показатели не указывают на неисправность компрессора и не могут быть причиной для беспокойства.

Перед измерением сопротивления электроизоляции компания Данфосс рекомендует включить установку на непродолжительное время, чтобы хладагент распределился по системе. После кратковременной работы установки проведите измерения сопротивления электроизоляции компрессора и токов утечки.

Никогда не возвращайте автоматический выключатель в исходное положение и не заменяйте плавкий предохранитель без проверки на короткое замыкание. Дуговой пробой внутри компрессора можно определить по звуку.

Упаковка

Индивидуальная упаковка

Индивидуальная упаковка означает, что компрессоры упакованы каждый по отдельности в картонный ящик. Их можно заказать в любом количестве. Минимальное количество компрессоров в заказе равно 1. Каждый ящик содержит один монтажный комплект. В него входят:

- 4 резиновых амортизатора
- 4 набора болтов, шайб и втулок
- 4 дополнительных втулки
- 1 винт для заземления
- В зависимости от модели и типа компрессора в комплект может быть добавлен рабочий конденсатор (см. таблицу)

Модель	Длина (мм)	Ширина (мм)	Высота (мм)	Вес брутто (кг)
LLZ013	1170	815	730	381
LLZ015	1170	815	730	381
LLZ018	1170	815	730	387
LLZ024	1170	815	775	405
LLZ033	1170	815	775	401

Промышленная упаковка

В данном случае компрессоры поставляются все вместе на одном поддоне. Их можно заказать в количестве, кратном 1 полностью загруженной паллете (12 компрессоров). Каждый компрессор в общей упаковке снабжен одним монтажным комплектом, в который входят:

- 4 прокладки для каждого компрессора
- 4 втулки для каждого компрессора

Модель	Количество компрессоров в упаковке	Длина (мм)	Ширина (мм)	Высота (мм)	Вес брутто (кг)	Количество паллет в штабеле
LLZ013	12	1170	815	665	538	4
LLZ015	12	1170	815	665	538	4
LLZ018	12	1170	815	665	550	4
LLZ024	12	1170	815	720	586	4
LLZ033	12	1170	815	720	579	4

Особенности упаковки

		Паллеты Данфосс	
	Кодовый номер	121L….	
	Тип упаковки	Промышленная упаковка	Индивидуальная упаковка
	Количество компрессоров на паллете	12	6 *
	Количество паллет в штабеле**	4	4
Дополнительные принадлежности, входящие в комплект	Рабочий конденсатор (для однофазных компрессоров)	Отсутствует	Есть
	Винт для заземления	Есть	Есть
	4 прокладки на компрессор	Есть	Есть
	4 комплекта, включающие в себя болт, шайбу и втулку каждый	Отсутствует	Есть
	4 дополнительных втулки на компрессор	Есть	Есть

* Количество компрессоров на полностью загруженной паллете. Компрессоры в индивидуальной упаковке могут быть заказаны по одному.
** Устанавливать друг на друга можно только полностью загруженные паллеты с одинаковыми моделями компрессоров.

Индивидуальная упаковка

	Модель компрессора	Модификация	Тип соединения	Исполнение	Код напряжения 2	Код напряжения 4
Паллеты Данфосс	LLZ013	T	Q	9	121L9519	121L9517
	LLZ015	T	Q	9	121L9515	121L9513
	LLZ018	T	Q	9	121L9511	121L9509
	LLZ024	T	Q	9	121L9507	121L9505
	LLZ033	T	Q	9	121L9503	121L9501

Промышленная упаковка

	Модель компрессора	Модификация	Тип соединения	Исполнение	Код напряжения 2	Код напряжения 4
Паллеты Данфосс	LLZ013	T	Q	9	121L9518	121L9516
	LLZ015	T	Q	9	121L9514	121L9512
	LLZ018	T	Q	9	121L9510	121L9508
	LLZ024	T	Q	9	121L9506	121L9504
	LLZ033	T	Q	9	121L9502	121L9500

Подогреватель картера

Тип	Кодовый номер	Наименование	Применение	Упаковка	Кол-во в упаковке
	120Z5040	Подогреватель картера ленточного типа, 70 Вт, 240В, маркирован знаком CE, сертификация UL (длина: 1270 мм)	Все модели	Общая	4
	120Z5041	Подогреватель картера ленточного типа, 70 Вт, 400/460 В, маркирован знаком CE, сертификация UL (длина: 1270 мм)		Общая	4
	120Z5042	Подогреватель картера ленточного типа, 70 Вт, 575В, маркирован знаком CE, сертификация UL (длина: 1270 мм)		Общая	4
	120Z0059	Подогреватель картера ленточного типа, 65 Вт, 230В, маркирован знаком CE, сертификация UL(длина: 1000 мм)		Общая	6
	120Z0060	Подогреватель картера ленточного типа, 65 Вт, 400В, маркирован знаком CE, сертификация UL (длина: 1000 мм)		Общая	6

Устройство защиты от высокой температуры нагнетания

Тип	Кодовый номер	Наименование	Применение	Упаковка	Кол-во в упаковке
	7750009	Комплект термостата на линию нагнетания	Все модели	Общая	10
	7973008	Комплект термостата на линию нагнетания	Все модели	Промышленная	50

Магнитный обратный клапан

Тип	Кодовый номер	Наименование	Применение	Упаковка	Кол-во в упаковке
	120Z5046	Магнитный обратный клапан	Все модели	Общая	6

Смазочное масло

Тип	Кодовый номер	Наименование	Применение	Упаковка	Кол-во в упаковке
320HV	120Z5034	Масло PVE в контейнере емкостью 0.95 л	LLZ	Общая	12

Монтажный комплект

Тип	Кодовый номер	Наименование	Применение	Упаковка	Кол-во в упаковке
	120Z5067	Монтажный комплект для 1 спирального компрессора: 4 резиновых амортизатора, 4 втулки, 4 болта, 4 шайбы; Монтажный комплект подсоединений типа Ротолок для патрубков всасывания, нагнетания и экономайзера для 1 спирального компрессора: 3 тефлоновых уплотнения, 2 гайки, 3 муфты	LLZ013/015/018	Индивидуальная упаковка	1
	120Z5068	Монтажный комплект для 1 спирального компрессора: 4 резиновых амортизатора, 4 втулки, 4 болта, 4 шайбы; Монтажный комплект подсоединений типа Ротолок для патрубков всасывания, нагнетания и экономайзера для 1 спирального компрессора: 3 тефлоновых уплотнения, 2 гайки, 3 муфты	LLZ024/033	Индивидуальная упаковка	1

Улучшение клеммной коробки до IP54

Тип	Кодовый номер	Наименование	Применение	Упаковка	Кол-во в упаковке
	118U0057	IP54 комплект	Все модели	Общая	6

Акустический чехол

Тип	Кодовый номер	Наименование	Применение	Упаковка	Кол-во в упаковке
	120Z5043	Акустический чехол	LLZ013-015-018	Индивидуальная упаковка	1
	120Z5044	Акустический чехол	LLZ024-033	Индивидуальная упаковка	1

Компания Данфосс является мировым производителем компрессоров и компрессорно-конденсаторных агрегатов для холодильных систем и систем вентиляции и кондиционирования. Благодаря широкой линейке выпускаемых высококачественных и инновационных товаров, мы помогаем Вашей компании найти наиболее энергоэффективные решения, которые удовлетворяют экологическим требованиям и снижают стоимость жизненного цикла холодильных систем.

Наша компания имеет 40 летний опыт в разработке и изготовлении герметичных компрессоров, благодаря чему мы вышли на один уровень с мировыми лидерами в холодильной отрасли и позиционируем себя как специалистов в быстроразвивающихся технологиях, в том числе в области плавного регулирования производительности. На сегодняшний день компания Danfoss имеет производство на трех континентах.

Спиральные компрессоры Danfoss с инвертором

Спиральные компрессоры Danfoss для кондиционирования воздуха

Спиральные компрессоры Danfoss для тепловых насосов

Поршневые компрессоры с инвертором Maneurop®

Спиральные компрессоры Danfoss для холодильных систем

Поршневые компрессоры Maneurop®

Компрессорно-конденсаторные агрегаты Optyma™ и Optyma Plus™

Поршневые компрессоры для легкой коммерческой серии (производятся фирмой Secop)

Наши продукты находят свое применение в различных областях, Вы можете их увидеть в чиллерах, бытовых кондиционерах, тепловых насосах, холодильных камерах, супермаркетах, молокоохладителях и в промышленных установках охлаждения.

member of:

ASERCOM

www.asercom.org

Коммерческие компрессоры Danfoss www.danfoss.ru

Компания Данфосс не несет ответственности за возможные ошибки в каталогах, брошюрах и других печатных материалах. Данфосс сохраняет за собой право вносить изменения в свою продукцию без предупреждения. Это также касается уже заказанной продукции при условии, что такие изменения могут быть сделаны без последующих изменений в уже согласованных спецификациях.
Все торговые марки являются собственностью соответствующих компаний. Danfoss и логотип Danfoss является торговой маркой компании Данфосс. Все права защищены.

Copyright Danfoss Commercial Compressors - 06/2013