

## СПИРАЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ COPELAND™ ZH С ВПРЫСКОМ ПАРА

Спиральные компрессоры Copeland™ ZH с впрыском пара .....	1
1 Введение.....	2
2 Принцип действия.....	2
3 Влияние на производительность.....	3
4 Рабочий диапазон при впрыске пара.....	4
5 Параллельная работа компрессоров. Компрессорные станции. ....	4
6 Выбор и применение экономайзера.....	5
7 Ресивер.....	8
8 Выбор TRV и электромагнитного клапана для линии впрыска.....	9
9 Настройки расширительного клапана.....	11
10 Трубопровод впрыска пара.....	11
11 Длины трубопроводов и изоляция.....	11
12 Дополнительные аспекты применения.....	11
12.1 Работа без впрыска пара.....	11
12.2 Защита по температуре нагнетания.....	12
12.3 Реле тока.....	12
13 Ссылки на Техническую Информацию Copeland.....	12
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	12

## 1 Введение

Эта Техническая Информация описывает принципы работы и систему улучшенного впрыска пара (Enhanced Vapour Injection = EVI) для спиральных компрессоров Copeland Scroll™ предназначенных для эксплуатации в составе тепловых насосов: ZH\*KVE, ZHI\*K1P и ZHW\*K1P при работе в одиночной или тандемной конфигурациях.

Назначение этого документа – обеспечить пользователей первичным подбором компонентов для контура хладагента с использованием впрыска пара. Эти рекомендации являются стартовой точкой для разработки и постройки теплового насоса. Однако характеристики системы и надёжность работы должны быть проверены в ходе создателем системы в ходе испытаний. При работе с компонентами бренда Copeland™ следует быть уверенным в том, что все компоненты, включая хладагент и масло, являются разрешёнными и в любое время работают в соответствии со своей спецификацией.

Спиральные компрессоры с впрыском пара используют в цикле теплового насоса экономайзер с последующим поджатием пара. Такой цикл способен обеспечить прирост холодопроизводительности и COP по сравнению с обычным циклом. Прирост теплопроизводительности и COP пропорционален разнице температур давления и конденсации, то есть технология даёт наибольший эффект при работе с высокой степенью сжатия, когда этот прирост всего нужнее. Охлаждение впрыском пара с промежуточным давлением позволяет компрессору расширить свой рабочий диапазон по сравнению с обычным компрессором, обеспечивая более высокую температуру конденсации при низких температурах кипения. Кроме того, увеличение теплопроизводительности, как правило, позволяет для заданной тепловой нагрузки использовать меньший компрессор.

## 2 Принцип действия

Как показано на **Рис. 1**, жидкость после конденсатора разделяется на две части. Меньшая часть жидкости  $i$  расширяется через ТРВ, и затем попадает в противоточный пластинчатый теплообменник – экономайзер **НХ**. Основная часть жидкости  $m$  охлаждается в экономайзере за счёт испарения и последующего перегрева впрыскиваемого хладагента  $i$ . Пластинчатый теплообменник, чаще называемый экономайзером, работает как переохладитель основного потока хладагента  $m$  и как испаритель впрыскиваемого хладагента  $i$ . Перегретый пар затем впрыскивается в промежуточный порт впрыска спирального компрессора.

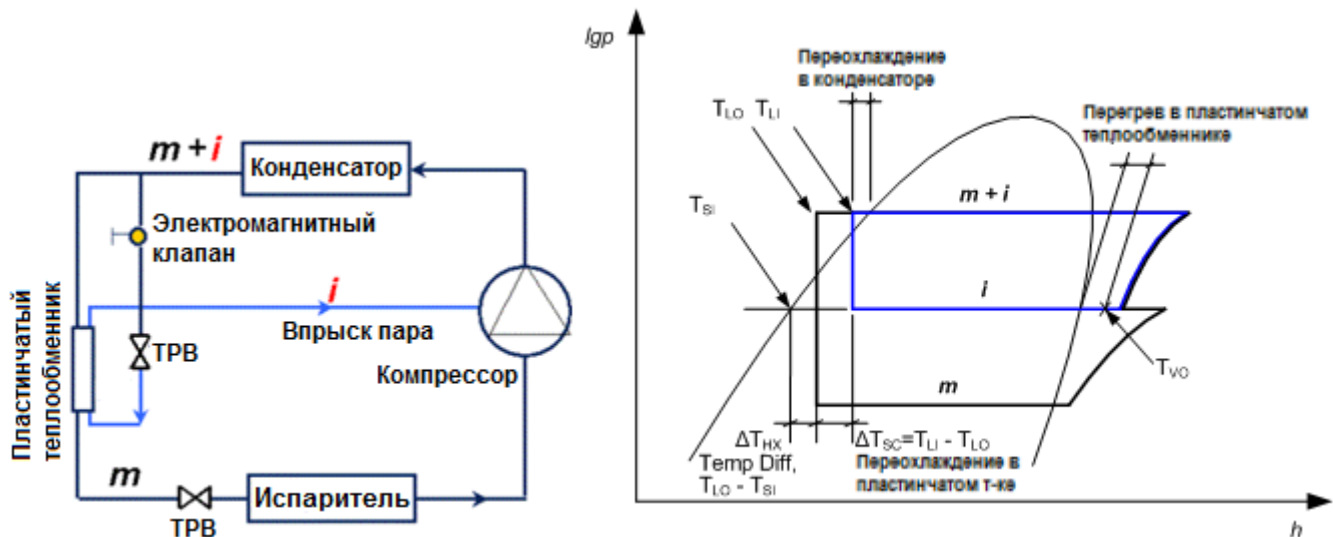


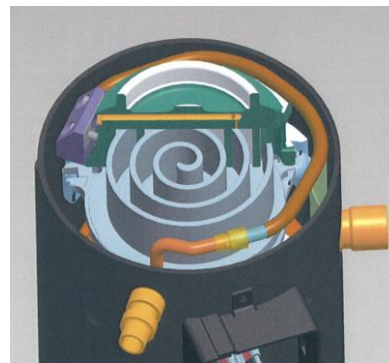
Рис. 1: Диаграмма цикла:  $m$  - основной массовый поток,  $i$  - массовый поток через экономайзер

Дополнительное переохлаждение увеличивает производительность основного испарителя за счёт понижения температуры жидкости от  $T_{LU}$  до  $T_{LO}$ , с одновременным снижением её энтальпии. Дополнительный массовый поток  $i$  также увеличивает сброс тепла через конденсатор.

Эффективность такой системы выше, чем у обычной системы такой же мощности, поскольку при использовании экономайзера часть холодопроизводительности получается с меньшими затратами энергии

за счёт того, что пар сжимается до давления конденсации не с низкого давления кипения, а с более высокого промежуточного давления.

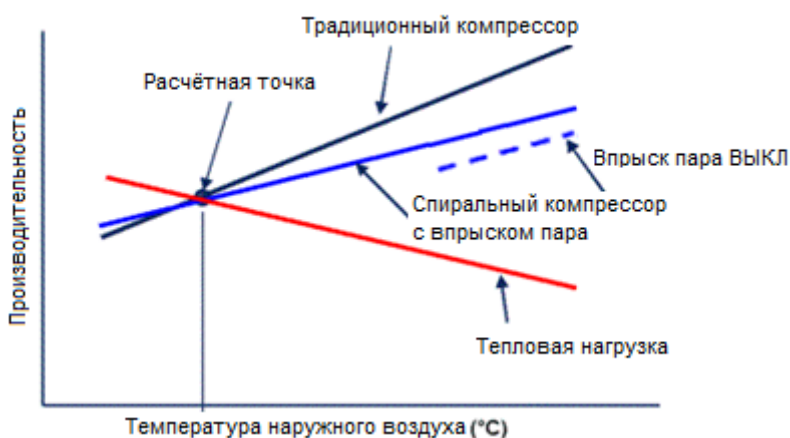
Благодаря дополнительному охлаждению при впрыске пара также расширяется и рабочий диапазон, конкретно в том месте, где работа компрессора ограничивалась высокой температурой нагнетания, то есть в зоне высокой степени сжатия. Охлаждающий эффект достигается за счёт добавления в процесс сжатия пара с промежуточным давлением и температурой  $T_{vo}$ , которая контролируется с помощью TRV экономайзера. Перегретый пар впрыскивается в спиральный блок в точке промежуточного сжатия с помощью двух симметрично расположенных портов, как показано слева на **Рис. 2**. Размер и положение этих портов были оптимизированы, чтобы обеспечить максимальный COP и холодопроизводительность при типичных рабочих условиях. Перегретый пар входит в компрессор через впускной патрубок на корпусе и течёт в порты по гибким трубкам, как показано справа. Гибкость трубок обеспечивает осевое согласование спиралей.



**Рис. 2:** Порты впрыска пара и трубные соединения в спиральном блоке

### 3 Влияние на производительность

Впрыск пара особенно уместен в воздушных тепловых насосах.



**Рис. 3:** Изменения производительности и тепловой нагрузки в зависимости от температуры

Синяя линия на **Рис. 3**, представляющая спиральный компрессор с впрыском пара, имеет меньший наклон, чем у традиционного компрессора, а значит при низких температурах окружающего воздуха нам доступна большая производительность. С другой стороны, когда температура воздуха выше расчетной точки, производительность компрессора с впрыском ниже, что уменьшает количество включений/выключений по сравнению с традиционным компрессором.

Впрыск пара также обеспечивает преимущества в тепловых насосах «воздух-вода», где требуется высокая температура воды для бытового применения.

При определённых условиях производительность можно дополнительно уменьшить отключением впрыска пара (см. Главу 12.1).

## 4 Рабочий диапазон при впрыске пара

Рис. 4 наглядно демонстрирует возможность иметь высокую температуру конденсации при низкой температуре кипения благодаря охлаждающему эффекту впрыска пара.

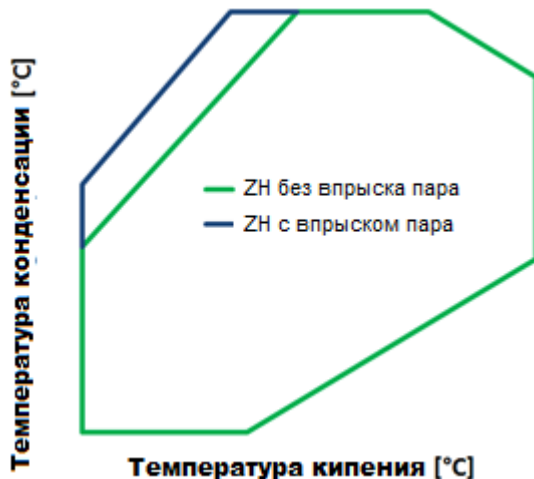


Рис. 4: Расширение рабочего диапазона благодаря охлаждающему эффекту впрыска пара

Рабочие диапазоны для всех компрессоров ZH доступны в соответствующих Руководствах по эксплуатации.

При производстве горячей воды тепловыми насосами «воздух-вода» при низкой температуре наружного воздуха может потребоваться особенно широкий рабочий диапазон. Он может быть достигнут при впрыске «влажного пара». За дополнительной информацией обращайтесь к представителям Emerson в Вашей стране.

## 5 Параллельная работа компрессоров. Компрессорные станции.

Компрессоры, работающие в параллель, в ряде случаев могут использовать общий экономайзер и TRB впрыска (Рис. 5). Для систем с большей производительностью, могут потребоваться 2 TRB впрыска, установленных в параллель. Для систем с ещё большей производительностью предпочтительным решением является электронный расширительный клапан.

На трубопроводах впрыска пара должны размещаться электромагнитные клапаны, которые перекрывают вход в компрессор во время его стоянки. Это предотвращает появление в компрессоре большого количества жидкости.

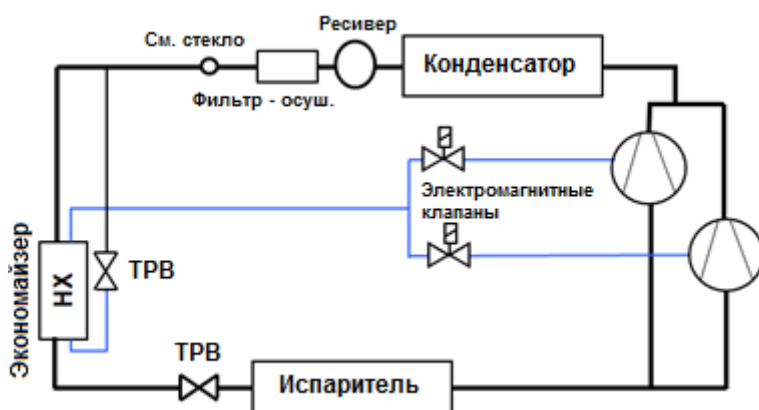


Рис. 5: Компрессорная станция небольшой производительности

**ВНИМАНИЕ:** Дополнительную информацию о параллельной работе компрессоров ZH можно прочитать в Технической Информации C7.17.3 “Параллельная работа компрессоров ZH в тепловых насосах”.

## 6 Выбор и применение экономайзера

Рекомендуемые экономайзеры производства Swep и Alfa Laval, а также их технические детали показаны в Таблицах 1 - 4. Эти рекомендации содержат минимальное число моделей. Если диаметр трубы не соответствует диаметру порта экономайзера, используйте переходники. Также используйте рекомендуемые Emerson размеры труб (см. ниже). Если теплообменники с рекомендуемыми размерами портов недоступны, используйте экономайзер с бóльшим портом и соответствующий переходник.

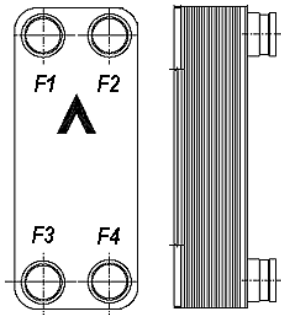


Рис. 6: Номенклатура присоединений экономайзеров Swep

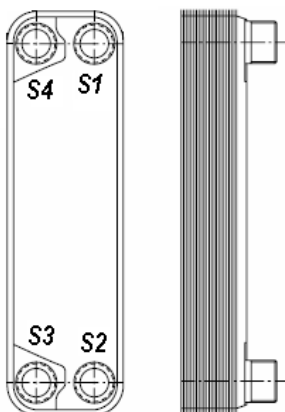


Рис. 7: Номенклатура присоединений экономайзеров Alfa Laval

Компрессор	SWEP						Alfa Laval					
	Модель экономайзера	Число пластин	Паяные соединения, мм				Модель экономайзера	Число пластин	Диаметр соединения			
			Впрыск пара		Жидкость				Жидкость		Впрыск пара	
			Вход F3	Выход F1	Вход F2	Выход F4			Вход S1	Выход S2	Вход S3	Выход S4
ZH06KVE	B8T M-class	6	6,5	12,8	12,8	12,8						
ZH09KVE	B8T M-Class	10	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	8	1/4"	1/4"	1/4"	3/8"
ZH13KVE	B8T M-Class	10	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	8	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
ZH18KVE	B8T M-Class	14	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	10	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
ZH24KVE	B8T M-Class	14	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	10	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"
ZH33KVE	B8T M-Class	20	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	14	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"
ZH40KVE	B8T M-Class	20	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	14	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
ZH48KVE	B16 S-Class	20	12.8 (1/2")	19.2 (3/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	20	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"

Таблица 1: Выбор экономайзера Swep или Alfa Laval для одиночных компрессоров ZH06-48KVE



Тандем	SWEP						Alfa Laval					
	Модель экономайзера	Число пластин	Паяные соединения, мм				Модель экономайзера	Число пластин	Диаметр соединения			
			Впрыск пара		Жидкость				Жидкость		Впрыск пара	
			Вход F3	Выход F1	Вход F2	Выход F4			Вход S1	Выход S2	Вход S3	Выход S4
2 x ZH09KVE	B8T M-Class	10	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	8	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
2 x ZH13KVE	B8T M-Class	14	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	10	1/2"	1/2"	3/8"	3/8"
2 x ZH18KVE	B8T M-Class	20	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	14	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
2 x ZH24KVE	B8T M-Class	20	6.5 (1/4")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	12.8 (1/2")	AC30-EQ	16	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
2 x ZH33KVE	B16 S-Class	20	12.8 (1/2")	22 (7/8")	22 (7/8")	22 (7/8")	AC30-EQ	24	7/8"	7/8"	5/8"	7/8"
2 x ZH40KVE	B16 S-Class	24	12.8 (1/2")	22 (7/8")	22 (7/8")	22 (7/8")	AC30-EQ	28	7/8"	7/8"	5/8"	7/8"
2 x ZH48KVE	B16 S-Class	30	12.8 (1/2")	22 (7/8")	22 (7/8")	22 (7/8")	AC30-EQ	36	7/8"	7/8"	5/8"	7/8"

Таблица 2: Выбор экономайзера Swep или Alfa Laval для тандемов компрессоров ZH09-48KVE

Компрессор	SWEP						Alfa Laval					
	Модель экономайзера	Число пластин	Паяные соединения, мм				Модель экономайзера	Число пластин	Диаметр соединения			
			Впрыск пара		Жидкость				Жидкость		Впрыск пара	
			Вход F3	Выход F1	Вход F2	Выход F4			Вход S1	Выход S2	Вход S3	Выход S4
ZHI08K1P	B8T M-class	10	6.5	12.8	12.8	12.8	ACH16	10	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI11K1P	B8T M-class	10	6.5	12.8	12.8	12.8	ACH16	10	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI14K1P	B8T M-class	10	6.5	12.8	12.8	12.8	ACH16	10	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI18K1P	B8T M-class	14	6.5	12.8	12.8	12.8	ACH18	10	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI27K1P	B8T M-class	14	6.5	12.8	12.8	12.8	ACH18	10	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI32K1P	B8T M-class	20	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	16	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI35K1P	B8T M-class	20	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	16	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI40K1P	B8T M-class	20	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	20	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHW08K1P	B8T M-Class	8	1/2"	1/2"	1/4"	1/2"	ACH16	8	12 MM	12 MM	8 MM	10 MM
ZHW16K1P	B8T M-Class	10	1/2"	1/2"	1/4"	1/2"	ACH16	10	12 MM	12 MM	8 MM	10 MM

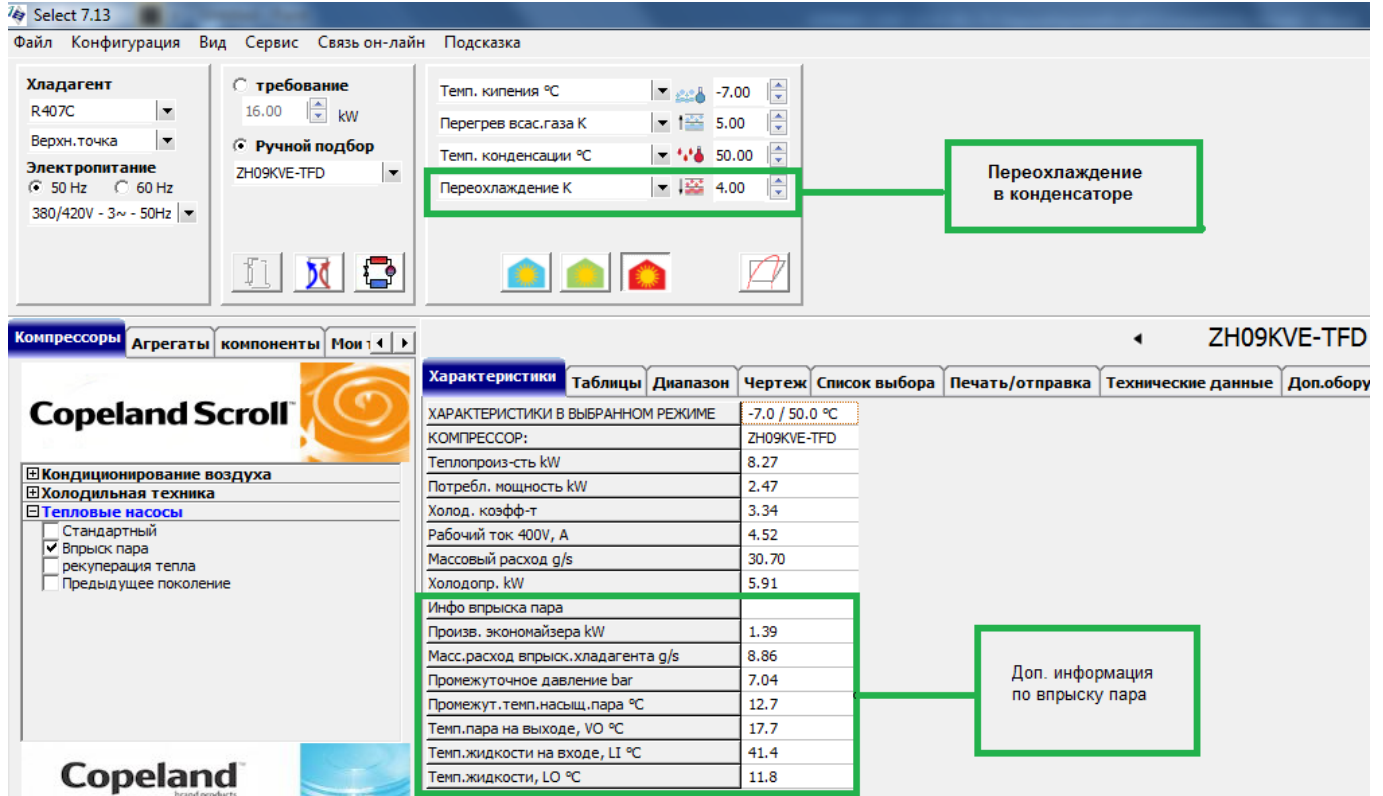
Таблица 3: Выбор экономайзера Swep или Alfa Laval для одиночных компрессоров ZHI08-40K1P и ZHW08-16K1P

Тандем	SWEP						Alfa Laval					
	Модель экономайзера	Число пластин	Паяные соединения, мм				Модель экономайзера	Число пластин	Диаметр соединения			
			Впрыск пара		Жидкость				Жидкость		Впрыск пара	
			Вход F3	Выход F1	Вход F2	Выход F4			Вход S1	Выход S2	Вход S3	Выход S4
2 x ZHI08K1P	B8T M-class	10	6.5	12.8	12.8	12.8	ACH16	10	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
2 x ZHI11K1P	B8T M-class	14	6.5	12.8	12.8	12.8	ACH18	10	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
2 x ZHI14K1P	B8T M-class	14	6.5	12.8	12.8	12.8	ACH18	10	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
2 x ZHI18K1P	B8T M-class	20	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	16	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
2 x ZHI27K1P	B10T H-class	20	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	20	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
2 x ZHI32K1P	B10T H-class	26	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	24	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
2 x ZHI35K1P	B10T H-class	26	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	28	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
2 x ZHI40K1P	B10T H-class	26	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	32	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI27K1P + ZHI32K1P	B10T H-class	20	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	20	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI32K1P + ZHI35K1P	B10T H-class	26	9.65	16	12.8	12.8	ACH18	24	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"
ZHI35K1P + ZHI40K1P	B10T H-class	26	10	16	12.8	12.8	ACH18	32	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"

Таблица 4: Выбор экономайзера Swep или Alfa Laval для тандемов компрессоров ZHI08-40K1P

Детальную информацию по экономайзеру, включая насыщенную температуру впрыска  $T_{Si}$  можно найти в программе подбора компрессоров Select, что позволяет при необходимости самостоятельно подобрать экономайзер по данным изготовителя, как показано на **Рис. 8** ниже.

Входное переохлаждение – это естественное переохлаждение в конденсаторе.



The screenshot shows the 'Select 7.13' software interface. On the left, there are settings for refrigerant (R407C), power requirement (16.00 kW), and manual selection (ZH09KVE-TFD). The 'Переохлаждение K' (Subcooling K) parameter is highlighted with a green box and labeled 'Переохлаждение в конденсаторе'. Below this, the 'Характеристики' (Characteristics) table is shown for the selected compressor model.

ХАРАКТЕРИСТИКИ В ВЫБРАННОМ РЕЖИМЕ	
ХАРАКТЕРИСТИКИ	-7.0 / 50.0 °C
КОМПРЕССОР:	ZH09KVE-TFD
Теплопроиз-сть kW	8.27
Потребл. мощность kW	2.47
Холод. коэфф-т	3.34
Рабочий ток 400V, A	4.52
Массовый расход g/s	30.70
Холодопр. kW	5.91
Инфо впрыска пара	
Произв. экономайзера kW	1.39
Масс.расход впрыск.хладагента g/s	8.86
Промежуточное давление bar	7.04
Промежут.темп.насыщ.пара °C	12.7
Темп.пара на выходе, VO °C	17.7
Темп.жидкости на входе, LI °C	41.4
Темп.жидкости, LO °C	11.8

The 'Инфо впрыска пара' (Steam injection info) section is highlighted with a green box and labeled 'Доп. информация по впрыску пара'.

**Рис. 8: Детали впрыска в программе подбора Select 7.13**

Также доступны температуры  $T_{Lo}$  (жидкость на выходе),  $T_{Li}$  (жидкость на входе) и  $T_{Vo}$  (пар на выходе). Следует отметить, что максимальное переохлаждение, которого можно достигнуть в конденсаторе, составляет приблизительно 5K. Дополнительное переохлаждение приведёт к незначительному снижению температуры жидкости  $T_{Lo}$ . Производительность компрессора, опубликованная в программа подбора Select базируется на разности температур  $\Delta THX = T_{Lo} - T_{Si}$  ( $T_{Si}$  насыщ. газ) = 5K в экономайзере и на перегреве впрыскиваемого пара в 5K.

Отбор жидкости «ниже по течению» (**Рис. 9 b**) приводит к тому, что жидкость в ТРВ экономайзера попадает с выхода самого экономайзера. Этот метод иногда предлагается для обеспечения хорошего переохлаждения на входе в ТРВ. Хотя в этом случае по сравнению с отбором «выше по течению» и не будет дополнительного нагрева или охлаждения жидкости, но массовый поток  $i$  при этом проходит через экономайзер дважды, что означает дополнительные потери давления. В итоге может потребоваться больший теплообменник. Кроме того, отбор жидкости «ниже по течению» требует больше соединений и труб для переохлаждённой жидкости, а значит, и дополнительной изоляции для минимизации нагрева жидкости. Поэтому отбор жидкости для экономайзера «выше по течению» является более предпочтительным – **Рис. 9(a)**.

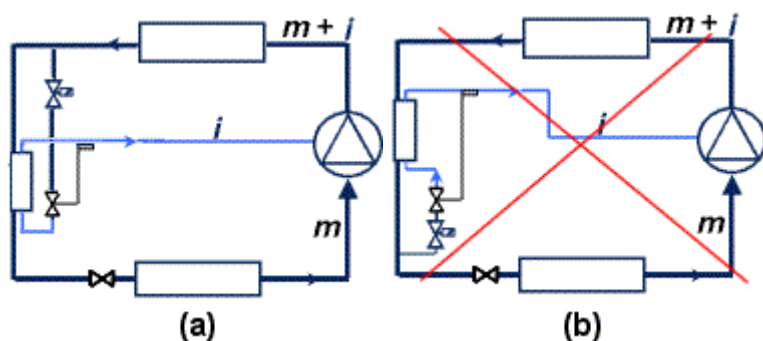


Рис. 9: (а) отбор жидкости выше по течению (рекомендуется) – (b) ниже по течению (не рекомендуется)

Данные по производительности в программе Select действительны для схемы, показанной на **Рис. 9(а)**. При использовании других схем изменится массовый поток, а соответственно и производительность компрессора.

Экономайзер должен быть установлен вертикально. ТРВ необходимо размещать на дистанции 150 – 200 мм от входа парожидкостной смеси в нижней части теплообменника, как это показано на **Рис. 10**. Не следует располагать ТРВ ниже данного входа.

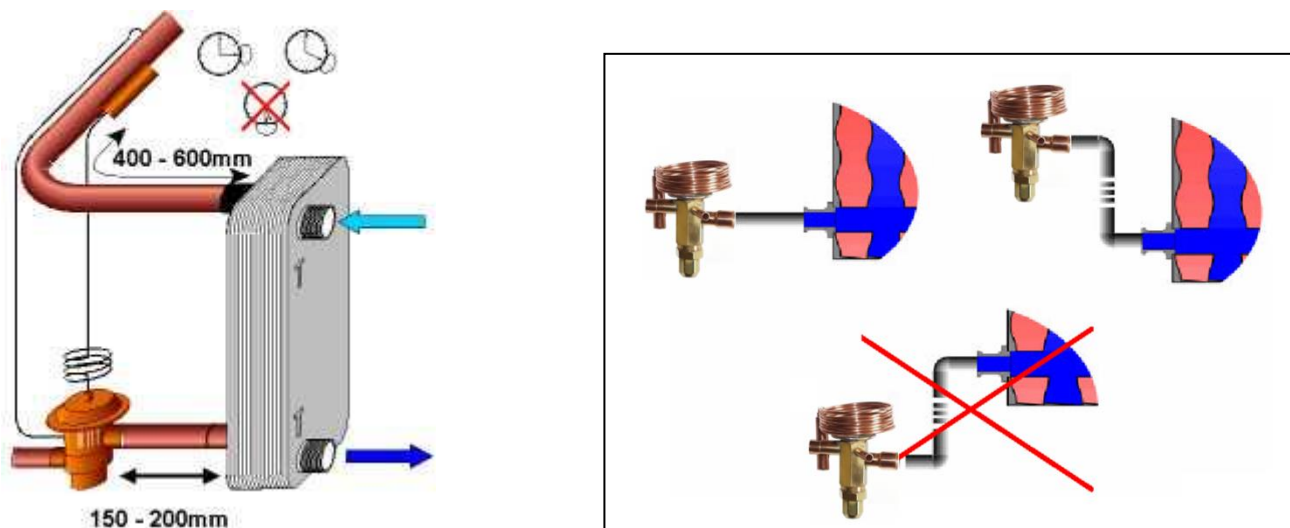


Рис. 10: Расположение ТРВ и его термобаллона на пластинчатом теплообменнике (© AL и SWEP)

Термобаллон ТРВ должен находиться в 400 – 600 мм от выхода пара, предпочтительнее за поворотом трубы и на внутренней стороне, как показано на **Рис. 10**. Там же показано расположение термобаллона относительно сечения трубы и трубопровод внешнего уравнивания. Термобаллон не должен находиться под трубой. Внешнее уравнивание не является обязательным. Как показано на **Рис. 10**, труба, соединяющая ТРВ и экономайзер, может быть прямой или иметь изгиб. Очень важно, чтобы патрубок на входе парожидкостной смеси в экономайзер был достаточно мал для обеспечения турбулентности, необходимой для равномерного распределения и испарения.

## 7 Ресивер

Жидкостной ресивер может потребоваться для компенсации изменения массового расхода и/или заправки, а также для ограничения переохлаждения в конденсаторе. Его следует размещать за выходом из конденсатора. Не следует устанавливать ресивер за выходом из экономайзера, потому что там должна находиться насыщенная жидкость, включая паровую фазу (**Рис.11**).





Рис. 11: Расположение ресивера

## 8 Выбор TPV и электромагнитного клапана для линии впрыска

Вместе с экономайзером лучше использовать электронный расширительный клапан, который может работать в широком диапазоне мощностей.

Если расширительное устройство не закрывается полностью, то для предотвращения миграции жидкости в выключенный компрессор необходимо установить электромагнитный клапан на жидкостном трубопроводе или трубопроводе впрыска пара. Жидкостной трубопровод является более предпочтительным местом установки, поскольку в этом случае электромагнитный клапан будет меньше и дешевле. Но в случае параллельной работы нескольких компрессоров необходимо устанавливать электромагнитные клапаны на каждом трубопроводе впрыска пара, как показано на **Рис. 5**. Это позволит избежать впрыска в неработающий компрессор.

Электромагнитные клапаны надёжно работают в диапазоне перепадов давления от 0,05 до 0,5 бар. Выбор электромагнитного клапана можно провести в соответствии с данными **Таблицы 5**.

Компрессор	Рекомендуемый Kv (м³/час)	Клапан	Kv клапана (м³/час)
ZHI18	0.8 – 1.3	ALCO 200 RH 4	0.9
ZHI23	1 – 1.5	Свяжитесь с представителями ALCO	
ZHI27	1 – 1.5	Свяжитесь с представителями ALCO	
ZHI32	1.3 – 1.8	ALCO 200 RH 6	1.6
ZHI35	1.6 – 2.1	ALCO 200 RH 6	1.6
ZHI40	1.8 – 2.3	Свяжитесь с представителями ALCO	
ZHI46	2.0 – 2.5	Свяжитесь с представителями ALCO	

Таблица 5: Выбор электромагнитного клапана на линию впрыска

Дополнительную информацию по выбору электромагнитного клапана можно получить у представителей ALCO в Вашей стране.

Подбор электронных расширительных клапанов и контроллеров представлен в **Таблицах 6, 7 и 8**. Этот подбор является хорошей стартовой точкой для проектирования системы. Тем не менее характеристики системы и надёжность работы должны быть проверены в ходе создателем системы в ходе испытаний.

Более детальную информацию можно получить у представителей Emerson в Вашей стране.

Компрессор	Расширительный клапан EXV экономайзера	Контроллер для EXV
ZH06KVE	EXM-B0B	EXD-HP1/2
ZH09KVE	EXM-B0B	EXD-HP1/2
ZH13KVE	EXM-B0B	EXD-HP1/2
ZH18KVE	EXM-B0D	EXD-HP1/2
ZH24KVE	EXM-B0D	EXD-HP1/2
ZH33KVE	EXL-B0E	EXD-HP1
ZH40KVE	EXL-B1G	EXD-HP1
ZH48KVE	EXL-B1G	EXD-HP1

Таблица 6: Выбор электронного расширительного клапана и контроллера для компрессоров ZH\*KVE

Компрессор	Расширительный клапан EXV экономайзера	Контроллер для EXV
ZHI05K1P	EXM-B0A	EXD-HP1/2
ZHI08K1P	EXM-B0B	EXD-HP1/2
ZHI11K1P	EXM-B0B	EXD-HP1/2
ZHI14K1P	EXM-B0B	EXD-HP1/2
ZHI18K1P	EXM-B0D	EXD-HP1/2
ZHI23K1P	EXM-B0D	EXD-HP1
ZHI27K1P	EXL-B1F	EXD-TEVI
ZHI32K1P	EXL-B1F	EXD-TEVI
ZHI35K1P	EXL-B1F	EXD-TEVI
ZHI40K1P	EXL-B1F	EXD-TEVI
ZHW08K1P	EXM-B0B	SEC
ZHW16K1P	EXM-B0B	SEC

Таблица 7: Выбор электронного расширительного клапана и контроллера для компрессоров ZHI\*K1P и ZHW\*K1P

Тандем	Расширительный клапан EXV экономайзера	Контроллер для EXV
2 x ZHI08K1P	1 x EXM-B0B	/
2 x ZHI11K1P	1 x EXM-B0D	/
2 x ZHI14K1P	1 x EXM-B0D	/
2 x ZHI18K1P	1 x EXL-B1F	EXD-TEVI
2 x ZHI23K1P	1 x EXL-B1G	EXD-TEVI
2 x ZHI27K1P	1 x EXL-B1G или 2 x EXL-B1F	EXD-TEVI
2 x ZHI32K1P	1 x EXL-B1G или 2 x EXL-B1F	EXD-TEVI
2 x ZHI35K1P	2 x EXL-B1F	EXD-TEVI
2 x ZHI40K1P	2 x EXL-B1F	EXD-TEVI

Таблица 8: Выбор электронного расширительного клапана и контроллера для тандемов ZHI\*K1P

Из-за ограниченного диапазона производительности термостатические TPB адекватно работают только в ограниченном рабочем диапазоне.

Если используются электронные расширительные клапаны, отличные от представленных в **Таблицах 6, 7 и 8**, то с ними необходимо использовать сменные вставки. TPB с широтно-импульсной модуляцией здесь

непригодны, поскольку внутренний объем экономайзера невелик и пульсации приведут к нестабильным условиям работы, в результате чего может произойти недопустимый залив компрессора жидким хладагентом.

Для некоторых конфигураций в **Таблице 8**, два расширительных клапана, установленных в параллель, покрывают весь диапазон производительности. Для других это не обязательно, но 2 клапана, установленных в параллель, обеспечивают лучшую точность управления.

## 9 Настройки расширительного клапана

Расширительный клапан экономайзера должен обеспечить перегрев ~5K во всем рабочем диапазоне. Это хороший компромисс между недопущением попадания жидкости в спиральный блок и достаточным охлаждением впрыскиваемого пара, и, следовательно, ограничением температуры нагнетания.

## 10 Трубопровод впрыска пара

Оптимальным является трубопровод впрыска пара с минимальным падением давления. Его размер должен соответствовать отверстию для впрыска пара – см. **Таблицы 9 и 10**.

Компрессор	Трубопровод впрыска пара
ZH06KVE	3/8"
ZH09KVE	3/8"
ZH13KVE	1/2"
ZH18KVE	1/2"
ZH24KVE	5/8"
ZH33KVE	5/8"
ZH40KVE	5/8"
ZH48KVE	5/8"

Компрессор	Трубопровод впрыска пара
ZHI08K1P	12.8
ZHI11K1P	12.8
ZHI14K1P	12.8
ZHI18K1P	12.8
ZHI27K1P	16.1
ZHI32K1P	16.1
ZHI35K1P	16.1
ZHI40K1P	16.1
ZHW08K1P	9.6
ZHW16K1P	9.6

Таблицы 9 и 10: Трубопроводы впрыска пара для компрессоров ZH\*KVE и ZHI\*K1P / ZHW\*K1P

## 11 Длины трубопроводов и изоляция

Жидкостной трубопровод от экономайзера до ТРВ необходимо хорошо теплоизолировать. Линии впрыска пара между ТРВ и теплообменником (испарителем или экономайзером) должна быть как можно короче и хорошо теплоизолирована. Экономайзер должен быть также хорошо теплоизолирован

## 12 Дополнительные аспекты применения

### 12.1 Работа без впрыска пара

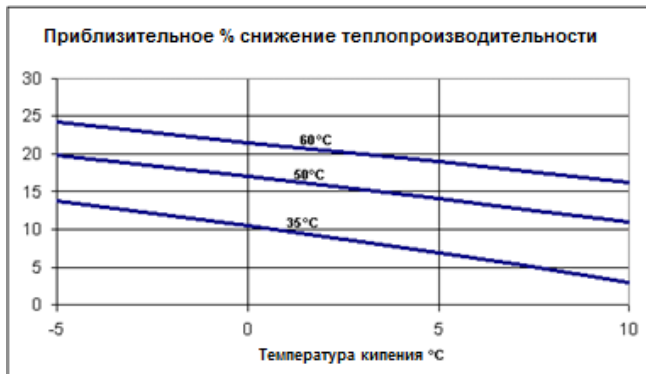
При высоких температурах кипения может показаться интересным ограничивать производительность компрессора отключением впрыска пара. Это возможно при соблюдении условий, изложенных в **Таблице 11**.

Компрессор	Условия, при которых возможно отключение впрыска пара
ZH06KVE - ZH18KVE	Кипение (точка росы) $T > 0^{\circ}\text{C}$
ZHI08K1P - ZHI23K1P	Кипение (точка росы) $T > 0^{\circ}\text{C}$
ZHI27K1P - ZHI40K1P	Кипение (точка росы) $T > 5^{\circ}\text{C}$ и конденсация (точка росы) $T < 65^{\circ}\text{C}$

Таблица 11: Температуры кипения, позволяющие работу без впрыска пара

Для того, чтобы избежать обратного потока хладагента через трубопровод впрыска, рекомендуется, чтобы перекрывать трубопровод с помощью электронного расширительного клапана или электромагнитного клапана, когда степень сжатия ниже 2.

**Рис. 12** иллюстрирует приблизительный процент снижения теплопроизводительности при различных температурах конденсации, когда впрыск пара отключён. Эффект снижения холодопроизводительности является ограниченным, особенно при низких температурах конденсации.



**Рис. 12:** Приблизительное % снижение теплопроизводительности при отключении впрыска пара

## 12.2 Защита по температуре нагнетания

Каждый компрессор должен быть оснащён защитой от повышенной температуры нагнетания. Компрессоры ZHW08-16K1P, ZH118-23K1P в «тандемной» комплектации (ВОМ 476) и ZH127-40K1P имеют встроенную защиту по температуре нагнетания, входящую в стандартный комплект поставки. Остальные компрессоры должны использовать внешнюю защиту (термостат) по температуре нагнетания. Это гарантирует защиту компрессора от перегрева в случае отсутствия впрыска пара.

**ВНИМАНИЕ:** Детальную информацию можно найти в Руководстве по Эксплуатации C6.2.26 «Спиральные компрессоры для тепловых насосов на R410A: ZH04K1P - ZH19K1P, ZH108K1P - ZH140K1P».

## 12.3 Реле тока

Компрессоры с внутренней защитой электродвигателя (ZH09-18KVE, ZH108-40K1P) рекомендуется оснащать токовым реле, которое должно закрыть электромагнитный клапан на жидкостном трубопроводе к в случае остановки электродвигателя.

## 13 Ссылки на Техническую Информацию Copeland

- C6.2.26 «Спиральные компрессоры для тепловых насосов на R410A»
- C6.2.9 «Спиральные компрессоры для тепловых насосов»
- C7.17.3 «Параллельная работа спиральных компрессоров Copeland ZH в тепловых насосах»
- C7.8.6 «Защита спиральных компрессоров ZH по температуре нагнетания»

## ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

1. Содержание этой публикации представлено только для информационных целей и не должно быть истолковано как гарантии, явные или подразумеваемые, относительно продуктов или услуг, описанных здесь, или их использования и применимости.
2. Emerson Climate Technologies GmbH и/или его филиалы (коллективно "Emerson") сохраняют за собой право изменять конструкцию и технические характеристики этих продуктов в любое время без предварительного уведомления.
3. Emerson не принимает на себя ответственность за выбор, использование или обслуживание какого-либо продукта. Ответственными за надлежащий выбор, использование или обслуживание любого продукта Emerson являются исключительно покупатель и конечный пользователь.
4. Emerson не принимает на себя ответственность за возможные типографские ошибки, содержащиеся в этой публикации.