

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Руководство по подбору пластинчатых теплообменников

100%

уверенность в результате –
компания «Данфосс»
предоставляет все
необходимые компоненты
для достижения
поставленных целей



www.danfoss.ru

Оглавление

1. Введение	3
2. Установка программы расчета Danfoss Hexact	4
3. Расчет теплообменных аппаратов	5
3.1. Общая информация	5
3.2. Расчёт испарителя	6
3.3. Расчет конденсатора	7
3.4. Расчет испарителя-конденсатора (для каскадных установок).....	8
3.5. Расчет однофазных теплообменников (без изменения фазового состояния среды по обеим сторонам теплообменного аппарата).....	9
3.6. Расчет рекуператора (предконденсатор)	10
3.7. Расчет термосифонного маслоохладителя	11
3.8. Расчет экономайзера	12

1. Введение

Пластинчатые паяные теплообменные аппараты предназначены для передачи тепловой энергии от одного теплоносителя к другому. Теплообменные аппараты могут применяться в холодильных установках и тепловых насосах.

В качестве рабочих сред могут использоваться негорючие хладагенты (фторуглеводороды, хлорфторуглеводороды, аммиак, CO_2), технические и холодильные масла, вода для технических нужд и систем ГВС, спиртосодержащие растворы.

Пластины теплообменников выполнены из нержавеющей стали, типы теплообменных пластин представлены ниже:

Теплообменные пластины типа Н

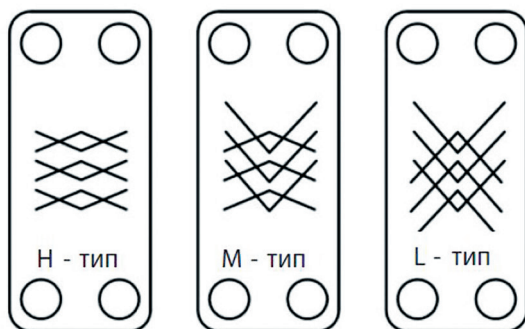
Каналы в пластинах этого типа расположены под тупым углом, что позволяет получить большую эффективность теплообмена и увеличить турбулентность потока жидкости.

Теплообменные пластины типа L

Каналы в пластинах этого типа расположены под острым углом, что позволяет уменьшить падение давления, однако при этом понижается турбулентность потока и эффективность теплообмена.

Теплообменные пластины типа М

В теплообменнике комбинируются пластины типа L и Н – типов. Такое решение применяется в системах, где температура в одном контуре изменяется гораздо больше, чем в другом.



Изображение теплообменных пластин типов H, L, M

2. Установка программы расчета Danfoss Hexact

Расчет теплообменников осуществляется при помощи программы **Danfoss Hexact**.

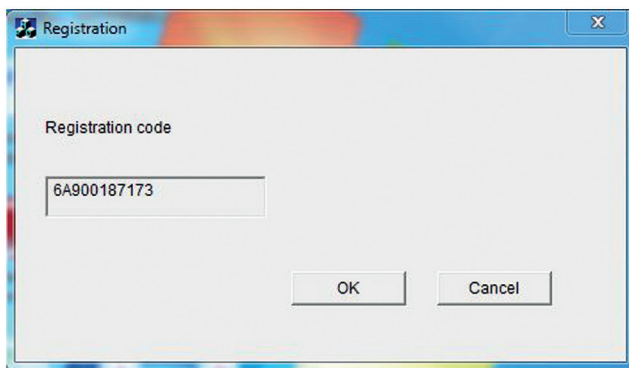
Перед тем как установить новую версию программы Hexact необходимо удалить все предыдущие версии данной программы.

Для установки программы необходимо:

1. Скачать программу с сайта danfoss.ru

2. **Зарегистрироваться** и указать полученный регистрационный код.

Важно! При регистрации необходимо заполнять поля латинскими буквами.



После этого Вам будет отправлен файл с регистрацией

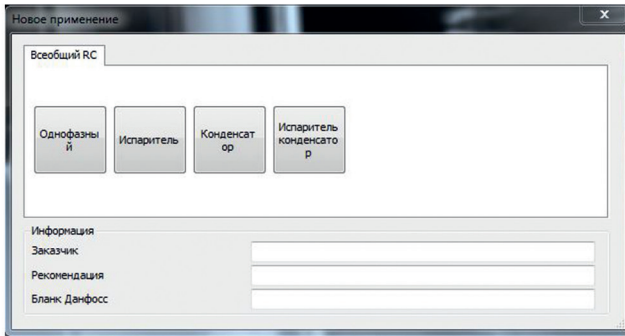
3. Скопировать полученный файл в папку **Danfoss Hexact**, которая была создана при установке

4. Запустить программу **Danfoss Hexact**.

3. Расчет теплообменных аппаратов

3.1. Общая информация

1. Запустите программу **Danfoss Hexact** и выберите назначение теплообменника (Испаритель, Конденсатор, Однофазный, Испаритель-конденсатор)



2. Выберите тип расчета «**Конструкторский (Design)**», заполните технические характеристики по обеим средам и нажмите «**Расчёт**»
3. После выполнения расчета программа покажет список подходящих моделей:

Тип теплообменника	Кол-во единиц	Темп(%)	Запас темп(%)	Кол-во пластин	Каналы	Общая площадь (m2)	Расчетный HTC (W/m2K)	Потери давления сторона 1 (kPa)
D118-E-22	1	146	61,85	22	(28R)(1/180) 2	5902/291	66,16	279,07
D62-E-64	1	158	42,1	64	(18R)(1/320) 3,41	1313/294	3,41	383,07

Теплообменник		D55-EU-38	Количество единиц	1 (Параллельно)
Расчетные параметры				
Высокая температура	Единицы измерения	°C	5,75	Сторона с хладоносителем
Температура начала испарения	°C	2,00	12,00	Сторона с теплоносителем
Перегрев	K	5,00		
Высокая температура	°C	7,00	7,00	
Массовый расход	kg/s	0,19	0,96	
Нагрузка	MW		20,00	
Средний логарифмический температурный напор	K	6,12		
Тепловой поток	MW/m ²		35,893	
Давление при критическом состоянии испарения	bar	6,40		
Свойства теплоносителя				
Общая потеря давления	kPa	86,39	22,37	
Потери давления в каналах	kPa	161,33	21,83	
Потери давления в портах	kPa	-3,54	1,24	
Потери давления в дистрибуторе	kPa	0,00		
Скорость в портах	m/s	3,69(Вход)/9,75(Выход)	1,55	
Скорость в каналах	m/s	1,45	0,32	
Число Рейнольдса			680	
Технические данные Расчетный диаметр				

4. Проверьте значение теплового потока, скорость в каналах по фреону, а также потери давления по обеим сторонам.
5. Складские модели Вы можете посмотреть в [прайс-листе](#) на теплообменники (обозначены белым кружком справа):

PL 24, прайс-лист ВРНЕ 2014 г., теплообменники пластинчатые паяные									
	Код	Тип	Название	Примечание: присоединительные размеры патрубков, дюйм (L-резьба, H-сварка/пайка)				Склад	
				Сторона 1		Сторона 2 (кхладогент)			
	021B8722	V3-027-14-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	●	
	021B8723	V3-027-18-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	○	
	021B8724	V3-027-20-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	●	
	021B8725	V3-027-22-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	●	
	021B8726	V3-027-24-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	●	
	021B8727	V3-027-26-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	○	
	021B8728	V3-027-30-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	○	
	021B8729	V3-027-32-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	●	
	021B8730	V3-027-34-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	○	
	021B8731	V3-027-40-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	○	
	021B8732	V3-027-50-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	○	
	021B8733	V3-027-60-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	○	
	021B8734	V3-027-70-3,0-H	Теплообменник пластинчатый паяный	L1	L1	H1*1/8	H1*1/8	●	

6. Для расчета уже выбранной модели выберете в качестве типа расчета «**Поверочный расчет (Rating)**», модель, укажите количество пластин, режим работы и нажмите «**Расчёт**»
7. Возможные размеры присоединительных патрубков можно посмотреть в таблице на стр.20 каталога «**Теплообменники пластинчатые паяные Danfoss EnFusion, тип В**»
8. Если кодовый номер теплообменника не известен, то нужно отправить запрос в службу технической поддержки холодильного отдела Danfoss (ts@danfoss.ru), указав модель и присоединительные патрубки

3.2. Расчёт испарителя

Рекомендации для расчета

1. Выберите направление потока – противоток
2. Запас поверхности укажите равным 5%
3. Температуру жидкости на входе в ТРВ укажите равной температуре конденсации (если нет данных о величине переохлаждения жидкости)
4. В случае охлаждения воды температура кипения должна быть не ниже +2 °С
5. Если нет температурных данных по стороне хладоносителя, то рекомендуется принять:

$$t_{\text{вых. хладоносителя}} = t_{\text{кип}} + 5 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$t_{\text{вх. хладоносителя}} = t_{\text{вых. теплоносителя}} + 5 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

Важно!

Тепловой поток должен быть менее 15 кВт/м²

Запас поверхности должен быть от 5 до 30%

Потери давления по стороне фреона не должны превышать 300кПа,

по стороне хладоносителя – не более 50кПа

В случае расчета испарителей и экономайзеров, у которых более 30 пластин, необходимо для равномерного распределения хладагента по каналам теплообменника поставить дистрибьютор жидкости. Для этого можно в выпадающем списке выбрать «**Оптимальный выбор ВРНЕ-Q**» (для подбора двухконтурного теплообменника выберете «**Оптимальный выбор ВРНЕ-DQ**»), либо выбрать модель МРНЕ-Е, модель D22 используется без дистрибьютора жидкости.

The screenshot shows the 'Расчет потерь давления' (Pressure loss calculation) window in the Danfoss software. It displays a table of heat exchanger models and their characteristics, along with detailed calculation parameters and results for a selected model (B3-012-32-RQ).

Тип теплообменника	Кол. в дачке	Площ. (м²)	Знач. ледяк (°C)	Кол. в пластин	Качество	Общая площадь (м²)	Расчетный КПД (0,9x-0,9)	Потери давления сторона 1 (кПа)	Пот.
B3-008-24-Q	1	305	31,34	72	0,9x(0,9)x	1,61	24,962018	205,12	32,1
B3-008-24-Q	1	171	31,88	24	0,9x(0,9)x	0,19	19,951402	261,52	11,1
B3-008-24-Q	1	387	26,73	38	0,9x(0,9)x	0,47	13,621332	381,64	0,45
B3-110-34-Q	1	219	15,87	36	0,9x(0,9)x	0,208	17,061472	365,87	14,8
B3-210-12-Q	1	296	38,96	12	0,9x(0,9)	2,1	1889,1388	208,29	12,2

Теплообменник		B3-012-32-RQ	Количество единиц	1 (Параллельно)
Расчетные параметры				
Входная температура	°C	2,61	Сторона с хладоносителем	Сторона с теплоносителем
Температура на выходе испарителя	°C	2,00		
Плотность	кг/м³	5,80		
Выходная температура	°C	7,00		7,00
Насыщенный фреон	кг/м³	6,19		6,96
Испаритель	м/с			20,00
Средний температурно-динамический коэффициент	кг/м³	5,84		
Температурный коэффициент	м/с²	13,072		
Давление при испарении	бар	6,40		
Свойства теплоносителя				
Общие потери давления	МПа	233,09	Сторона с хладоносителем	Сторона с теплоносителем
Потери давления в трубах	МПа	22,40		20,00
Потери давления в порте	МПа	0,84		0,18
Потери давления в дистрибьюторе	МПа	198,85		
Скорость в трубах	м/с	2,878x(0,9)x(0,9)		0,89
Скорость в скважине	м/с	1,41		0,30
Число Рейнольдса				833
Техническое задание (Расчетные данные)				

3.3. Расчет конденсатора

Рекомендации для расчета

1. Выберите направление потока – противоток
2. Запас поверхности укажите равным 5%
3. Температуру фреона на входе укажите равной температуре нагнетания (обычно 80 °С)
4. Стандартный режим работы для конденсатора:

$$T_{\text{фреона на входе в конденсатор}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{конденсации}} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$SC_{\text{переохлаждение}} = 5 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$T_{\text{теплоносителя на входе}} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{теплоносителя на выходе}} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Важно!

Тепловой поток должен быть менее 15 кВт/м²

Запас поверхности должен быть от 5 до 30%

Потери давления по обеим сторонам не должны превышать 50кПа

3.4. Расчет испарителя-конденсатора (для каскадных установок)

Рекомендации для расчета

1. Выберите направление потока – противоток
2. Запас поверхности укажите равным 5%

Важно!

Тепловой поток должен быть менее 15 кВт/м²

Запас поверхности должен быть от 5 до 30%

Потери давления по стороне фреона верхней ветви каскада не должны превышать 300кПа, по стороне фреона нижней ветви каскада должны быть не более 50кПа

3.5. Расчет однофазных теплообменников (без изменения фазового состояния среды по обеим сторонам теплообменного аппарата)

Рекомендации для расчета

1. Выберите направление потока – противоток
2. Запас поверхности укажите равным 10%
3. Максимальные потери давления по обеим сторонам укажите равными 50кПа
4. Если необходимо посчитать теплообменник вода – гликоль, то по стороне 1 вводятся данные по воде, по стороне 2 – по гликолю

Важно!

Запас поверхности должен быть от 10 до 30%

Потери давления по обеим сторонам не должны превышать 50кПа

*Расчетный коэффициент НТС должен быть менее 6000 Вт/м²*К*

Скорость в каналах должна быть менее 0,7м/с

Скорость в портах не должна превышать 3 м/с

3.6. Расчет рекуператора (предконденсатор)

Рекомендации для расчета

1. Выберите направление потока – противоток
2. Запас поверхности укажите в диапазоне 15-30%
3. Максимальные потери давления по обеим сторонам укажите равными 50кПа
4. По стороне 1 вводятся данные по фреону, по стороне 2 по теплоносителю
5. По стороне 1 выберите тип среды (например, фреон R404A), фазовое состояние – газ, температуру насыщения укажите равной температуре конденсации
6. Нагрузка будет автоматически определена программой после задания массового расхода по фреону (сторона 1), поэтому окно для ввода данных по нагрузке на теплообменник необходимо оставить пустым.
7. Температуру фреона на входе (сторона 1) укажите равной температуре нагнетания (обычно около 80 °С).
8. Температура фреона на выходе:

$$t_{\text{фреона на выходе}} = t_{\text{конденсации}} + 5 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

По второй стороне:

- Выберите тип среды
- Температуру на входе укажите равной 35 °С, на выходе – 65 °С (если нет других данных в техническом задании). Вода должна быть заранее подготовленной, водопроводную воду с температурой 10-20 °С применять не рекомендуется. При нагреве воды с 10-20 °С до 50-65 °С в теплообменнике образуется накипь, которая значительно сокращает срок службы теплообменника.
- Если необходимо нагреть воду с 10 °С до 60 °С, то нужно поставить разборный теплообменник (запрос на разборный теплообменник Вы можете отправить на почту **to@danfoss.ru**)

Важно!

Запас поверхности должен быть от 15 до 30%

Потери давления по обеим сторонам не должны превышать 50кПа

Можно подобрать полностью систему рекуперации, которая будет в себя включать:

1. Разборный пластинчатый теплообменник (вода – вода)
2. Неразборный пластинчатый теплообменник (фреон – вода)
3. Водонагревательный бак из нержавеющей стали

3.7. Расчет термосифонного маслоохладителя

Рекомендации для расчета

1. Выберите испаритель
2. Выберите направление потока – прямоток
3. Запас поверхности укажите равным 5%
4. По стороне с хладоносителем вводятся данные по фреону, а по стороне с теплоносителем данные по маслу
5. По стороне с хладоносителем выберите тип среды (например, фреон R404A)
6. Вместо температуры жидкости выберите «Состояние на входе» и укажите его равным 0,0 (степень паросодержания после конденсатора равна нулю)
7. Вместо перегрева выберите «Состояние на выходе» и укажите его равным 0,7 (из теплообменника будет выходить парожидкостная смесь) (или же другое значение, если в ТЗ указаны данные о состоянии фреона на выходе из теплообменника)
8. Температуру испарения укажите равной температуре конденсации
9. Нагрузка будет автоматически определена программой после задания массового расхода по маслу (сторона с теплоносителем) или же согласно ТЗ
10. По стороне с теплоносителем выберите тип среды (например, масло SAE 40)
11. Температуру масла на входе укажите равной температуре нагнетания
12. Температуру масла на выходе поставьте согласно данным ТЗ

Важно!

Тепловой поток должен быть менее 15 кВт/м²

Запас поверхности должен быть от 5 до 30%

Потери давления по обеим сторонам не должны превышать 50кПа.

3.8. Расчет экономайзера

Рекомендации для расчета

1. Выберите направление потока – противоток
2. Запас поверхности укажите равным 5%
3. По стороне с хладоносителем (по фреону, который после дросселирования кипит в данном теплообменнике):
 - Температуру жидкости укажите равной температуре конденсации (если нет данных о величине переохлаждения жидкости)
 - Температуру испарения укажите равной температуре кипения хладагента в теплообменнике
 - Если в ТЗ не прописаны данные по нагрузке на теплообменник, то нагрузка будет автоматически определена программой после задания массового расхода хладагента.

По стороне с теплоносителем (по фреону, который будет переохлаждаться в теплообменнике):

- Температура на входе равна температуре конденсации
- Температура на выходе равна температуре переохлажденного хладагента

Важно!

Тепловой поток должен быть меньше 15 кВт/м²

Запас поверхности должен быть от 5 до 30%

Потери давления по стороне фреона не должны превышать 300кПа, по стороне теплоносителя не более 50кПа