

Применение теплонасосных установок. Использование морской воды в качестве низкопотенциального источника тепла

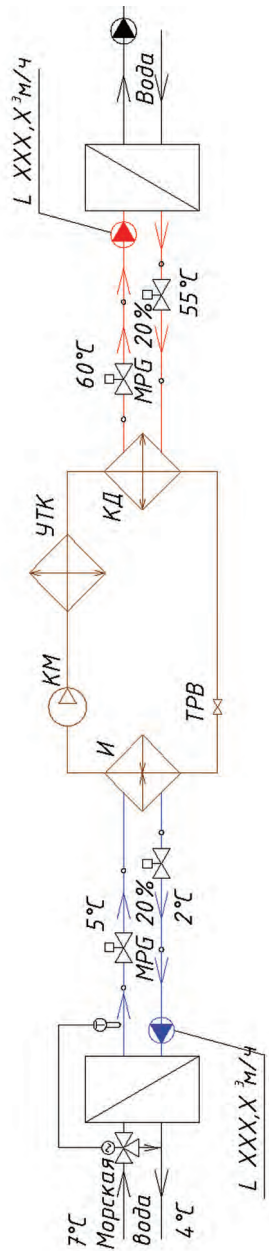
Калугин П. В.

Технический директор
ООО «САН-АЙС»

Исходные данные для расчёта и подбора ТНУ
с использованием морской воды в качестве
низкопотенциального источника теплоты

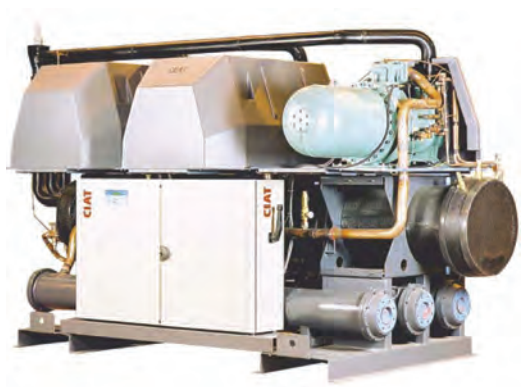
Режим работы	:	Тепло / Холод
Теплопроизводительность с учётом ГВС	:	890 кВт
Температурные параметры теплоносителя потребителю	:	Макс. воз- можные
Тип теплоносителя для потребителя	:	Вода
Температура морской воды в холодный период года	:	7°C
Холодопроизводительность	:	не ниже 700 кВт
Температурные параметры холодоносителя потребителю	:	7°C / из расчёта
Тип холодоносителя для потре- бителя	:	Вода
Температура морской воды в теплый период года	:	20°C

Принципиальная схема работы теплового насоса в режиме НАГРЕВА



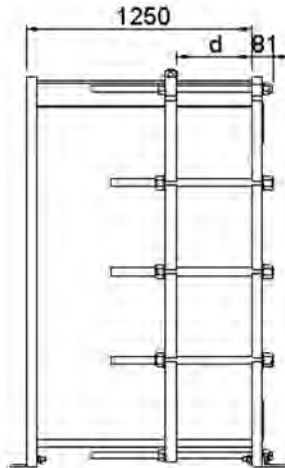
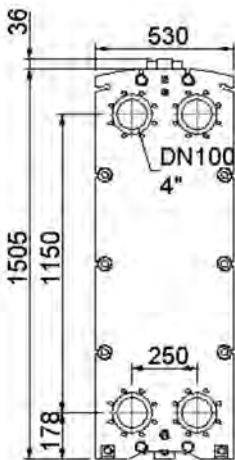
Водо-водяной тепловой насос HYDROCIAT LWP 4200B X R134a

Работа в режиме НАГРЕВА			Работа в режиме ОХЛАЖДЕНИЯ		
Холодопроизводительность	:	558,4 кВт	Холодопроизводительность	:	
EER	:	1,67	EER	:	
Холодоноситель	:	MPG 20%	Холодоноситель	:	
Вход / Выход	:	5,0 °C / 2,0°C	Вход / Выход	:	
Расход холод-ля	:	164,9 м³/ч	Расход холод-ля	:	
Гидр. сопротив. испарит.	:	46,4 кПа	Гидр. сопротив. испарит.	:	
	:			:	
Теплопроизводительность	:	892,4 кВт	Теплопроизводительность	:	
COP	:	2,67	COP	:	
Теплоноситель	:	MPG 20%	Теплоноситель	:	
Вход / Выход	:	55,0°C / 60,0°C	Вход / Выход	:	
Расход тепл-ля	:	156,6 м³/ч	Расход тепл-ля	:	
Гидр. сопротив. конден.	:	16,3 кПа	Гидр. сопротив. конден.	:	
	:			:	
Электрическая мощность	:	334,0 кВт	Электрическая мощность	:	
Электропитание	:	400В / 3Ф 50Гц		:	



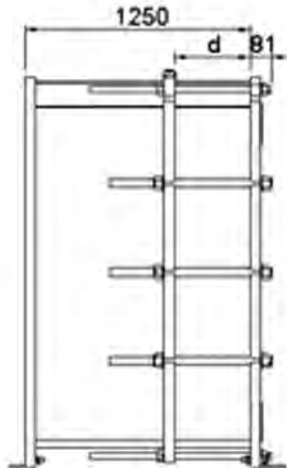
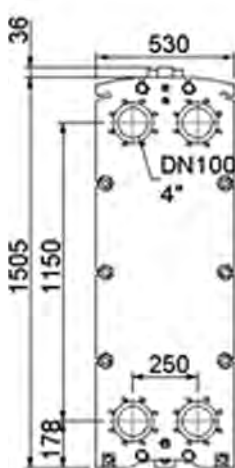
**Параметры расчёта пластинчатого теплообменника в режиме работы ТНУ
на НАГРЕВ. Сторона Море – ТНУ**

Пластинчатый теплообменник PWB 45 11 со 149 пластинами 558 кВт					
Сторона Морской воды (Море)			Сторона МРГ 20% (ТНУ)		
Теплоноситель	:	Морская вода	Холодоноситель	:	МРГ 20%
Вход / Выход	:	7,0°C / 4,0°C	Вход / Выход	:	5,0°C / 2,0°C
Расход тепл-ля	:	163 м³/ч	Расход тепл-ля	:	163 м³/ч
Гидр. сопротивление	:	54,1 кПа	Гидр. сопротивление	:	59,7 кПа
Материал пластин	:	Титан			
Материал прокладок	:	Нитрил			
Тип пластин	:	73J+1L / 73J+1L			

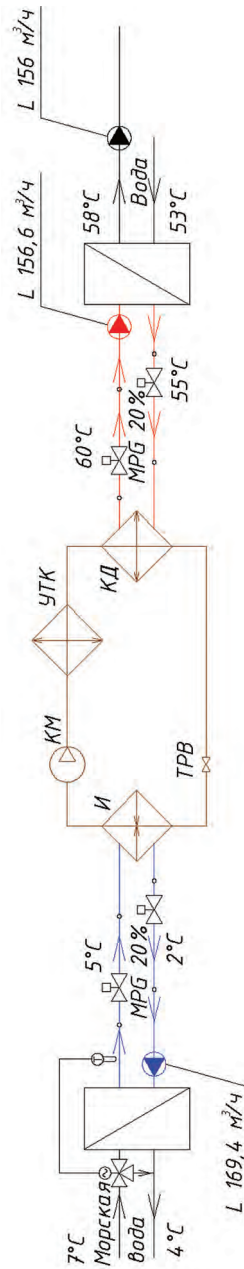


Параметры расчёта пластинчатого теплообменника в режиме работы ТНУ на НАГРЕВ. Сторона ТНУ – Потребитель

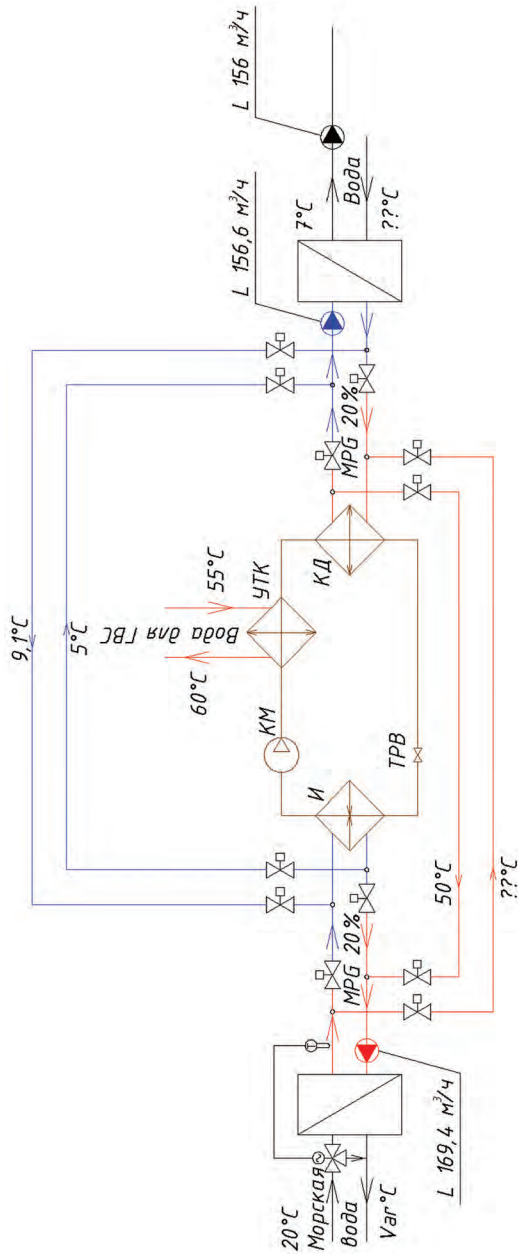
Пластинчатый теплообменник PWB 45 11 со 137 пластинами 892 кВт			
Сторона воды (потребитель)		Сторона MPG 20% (ТНУ)	
Теплоноситель	Вода	Теплоноситель	MPG 20%
Вход / Выход	53,0°C / 58,0°C	Вход / Выход	60,0°C / 55,0°C
Расход тепл-ля	156 м³/ч	Расход тепл-ля	159 м³/ч
Гидр. сопротивление	54,2 кПа	Гидр. сопротивление	59,6 кПа
Материал пластин	Нержавеющая сталь 304		
Материал прокладок	Нитрил		
Тип пластин	14Н+54J / 14Н+54J		



Принципиальная схема работы теплового насоса в режиме НАГРЕВА



Принципиальная схема работы теплового насоса
с реверсированием гидравлических контуров
в режиме работы на ОХЛАЖДЕНИЕ



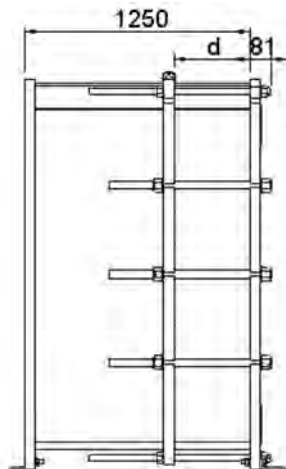
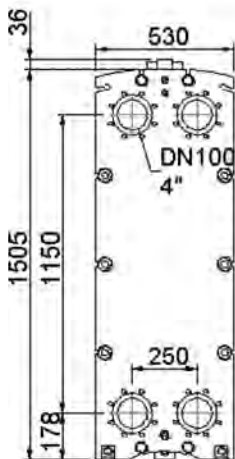
Водо-водяной тепловой насос HYDROCIAT LWP 4200B X R134a

Работа в режиме НАГРЕВА		Работа в режиме ОХЛАЖДЕНИЯ	
Холодопроизводительность	: 558,4 кВт	Холодопроизводительность	: 720,6 кВт
EER	: 1,67	EER	: 2,62
Холодоноситель	: MPG 20%	Холодоноситель	: MPG 20%
Вход / Выход	: 5,0°C / 2,0°C	Вход / Выход	: 9,1°C / 5,0°C
Расход холод-ля	: 164,9 м³/ч	Расход холод-ля	: 156,6 м³/ч
Гидр. сопротив. испарит.	: 46,4 кПа	Гидр. сопротив. испарит.	: 41,8 кПа
	:		:
Теплопроизводительность	: 892,4 кВт	Теплопроизводительность	: 995,6 кВт
COP	: 2,67	COP	: 3,62
Теплоноситель	: MPG 20%	Теплоноситель	: MPG 20%
Вход / Выход	: 55,0°C/60,0°C	Вход / Выход	: 44,7°C/ 50,0°C
Расход тепл-ля	: 156,6 м³/ч	Расход тепл-ля	: 164,9 м³/ч
Гидр. сопротив. конден.	: 16,3 кПа	Гидр. сопротив. конден.	: 18,0 кПа
	:		:
Электрическая мощность	: 334,0 кВт	Электрическая мощность	: 275,0 кВт
Электропитание	: 400В / 3Ф 50Гц		:

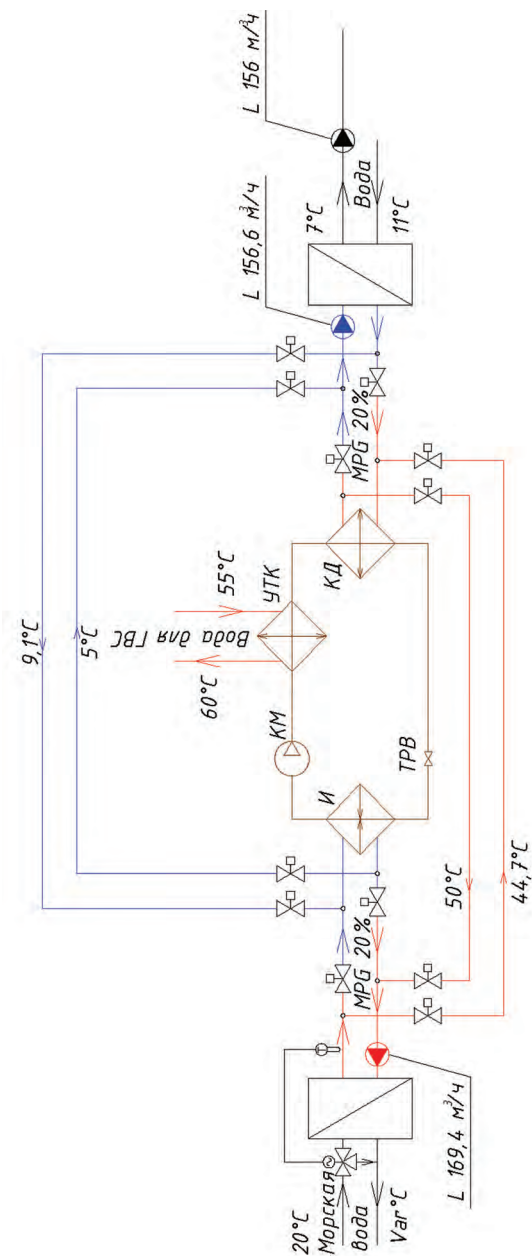


Параметры проверочного расчёта пластинчатого теплообменника в режиме работы ТНУ на ОХЛАЖДЕНИЕ. Сторона ТНУ – Потребитель

Пластинчатый теплообменник PWB 45 11 со 137 пластинами 730 кВт			
Сторона воды (потребитель)		Сторона MPG 20% (ТНУ)	
Теплоноситель	Вода	Теплоноситель	MPG 20%
Вход / Выход	11,0°C / 7,0°C	Вход / Выход	5,0°C / 9,1°C
Расход тепл-ля	156 м³/ч	Расход тепл-ля	157 м³/ч
Гидр. сопротивление	99,1 кПа	Гидр. сопротивление	113 кПа
Материал пластин	Нержавеющая сталь 304		
Материал прокладок	Нитрил		
Тип пластин	14Н+54J / 14Н+54J		



Принципиальная схема работы теплового насоса с реверсированием гидравлических контуров в режиме работы на ОХЛАЖДЕНИЕ

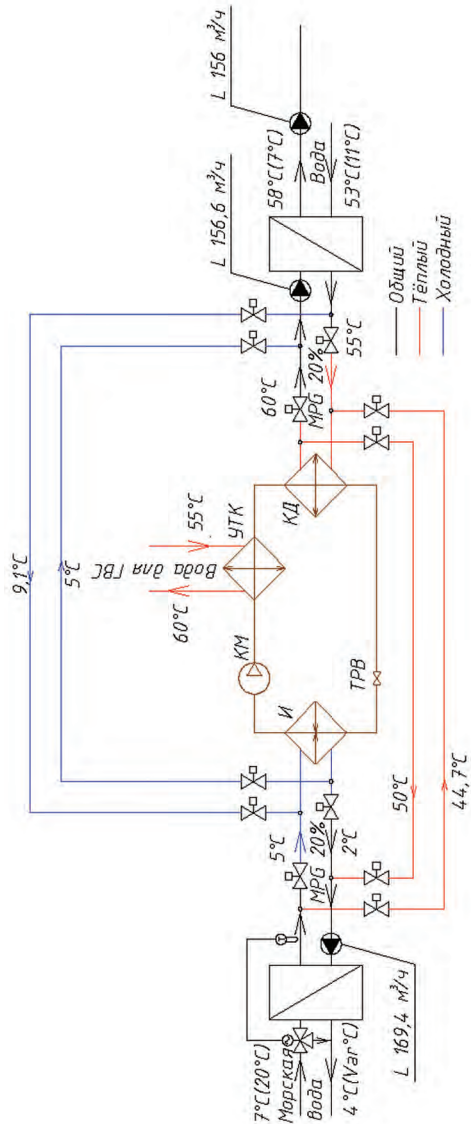


Итоговые характеристики использования ТНУ с реверсированием гидравлических контуров.

При работе ТНУ в режиме **нагрева** теплоносителя тепловая мощность составит – **892,4 кВт**, при этом будет затрачено **334 кВт** электрической мощности. КПД составит **2,67**.

При работе ТНУ в режиме **охлаждения** холодоносителя холодильная мощность составит – **720,6 кВт**, при этом будет затрачено **275 кВт** электрической мощности. КПД составит **2,62**.

Тепловая мощность Утилизаторов Теплоты Конденсации составит **121 кВт**.



Ориентировочная стоимость основного оборудования ТНУ

Наименование оборудования	Модель оборудования	Цена, DDP Киев EURO	Кол-во, шт.	Стоимость, DDP Киев EURO
Теплоснабжающая установка с дополнительными принадлежностями: - подключения трубопроводов холодо- и тепло снабжения; - утилизаторы теплоты конденсации.	HYDROCIAT LWP 4200B X R134A	148 271	1	148 271
Пластинчатый теплообменник с дополнительными принадлежностями: - изоляционный кожух.	PWB 45 11 со 137 пластинами	15 511	1	15 511
Пластинчатый теплообменник с дополнительными принадлежностями: - изоляционный кожух.	PWB 45 11 со 149 пластинами	79 486	1	79 486
			ИТОГО:	243 268

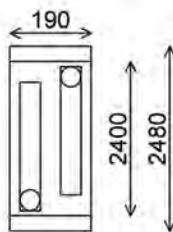
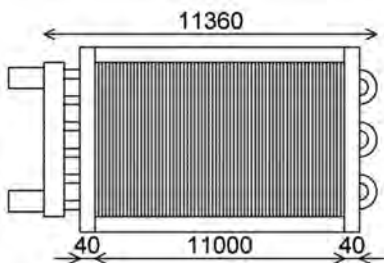
Откачиваемая вода из шахты и вытяжной воздух, как низкопотенциальный источник тепла

Исходные данные для расчёта и подбора ТНУ где в качестве низкопотенциальных источников теплоты используются откачиваемая вода из шахты и вытяжной воздух

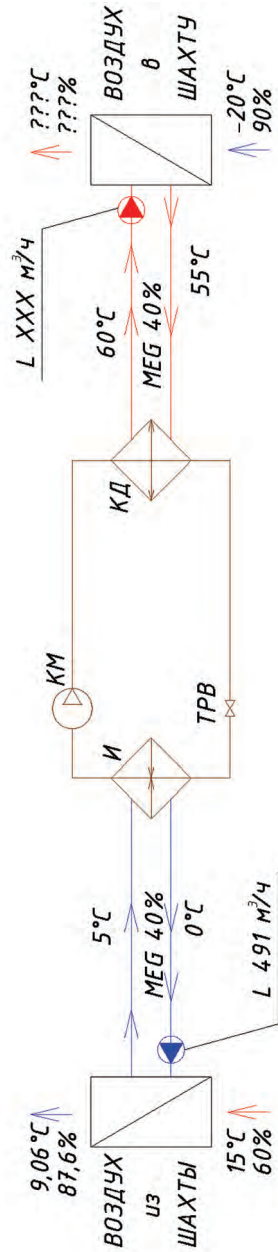
Режим работы	:	Только в режиме НАГРЕВА
Цель утилизации вытяжного воздуха из шахты	:	Нагрев приточного воздуха в шахту
Расход вытяжного воздуха из шахты	:	1 200 000 м ³ /ч
Температура вытяжного воздуха	:	15 °С
Расход откачиваемой воды из шахты	:	200 м ³ /ч
Температура откачиваемой воды	:	15 °С
Температурные параметры теплоносителя	:	Максимально возможные

Параметры расчёта поверхностного охладителя для утилизации теплоты
вытяжного воздуха из шахты. Сторона Вытяжная шахта – ТНУ

Поверхностный охладитель SPN 6041 100 (4 шт. соединенные параллельно) 2 485 кВт 8200 м²			
Сторона холодоносителя (ТНУ)		Сторона ВОЗДУХА	
Холодоноситель	: MEG 40%	Среда	: ВОЗДУХ
Вход / Выход	: 0,0°C / 5,0°C	Вход / Выход	: 15,0°C-60%/9,06°C-87,6%
Расход тепл-ля	: 491 м ³ /ч	Расход воздуха	: 1 200 000 м ³ /ч
Гидр. сопротивление	: 91,1 кПа	Аэродин. сопротивление	: 109 Па
Скорость	: 1,45 м/с	Скорость	: 3,07 м/с
Материал трубок		Медь	
Материал ребер		Алюминий	



Принципиальная схема работы теплового насоса в режиме НАГРЕВА



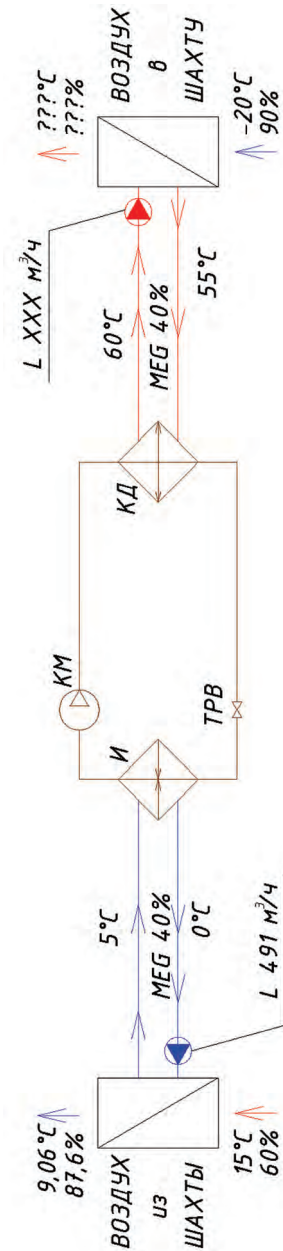
Водо-водяной тепловой насос HYDROCIAT LWP 4200B X R134a

Работа в режиме НАГРЕВА		
Холодопроизводительность	:	492,3х5=2 461,5 кВт
EER	:	1,49
Холодоноситель	:	MEG 40%
Вход / Выход	:	5,0°C / 0,0°C
Расход холод-ля	:	98,2х5=491 м³/ч
Гидр. сопротив. испарит.	:	17,7 кПа
	:	
Теплопроизводительность	:	822,3х5=4 111,5 кВт
COP	:	2,49
Теплоноситель	:	MEG 40%
Вход / Выход	:	55,0°C / 60,0°C
Расход тепл-ля	:	157х5=785 м³/ч
Гидр. сопротив. конден.	:	17,5 кПа
	:	
Электрическая мощность	:	330,0х5=1 650 кВт
Электропитание	:	400В / 3Ф 50Гц

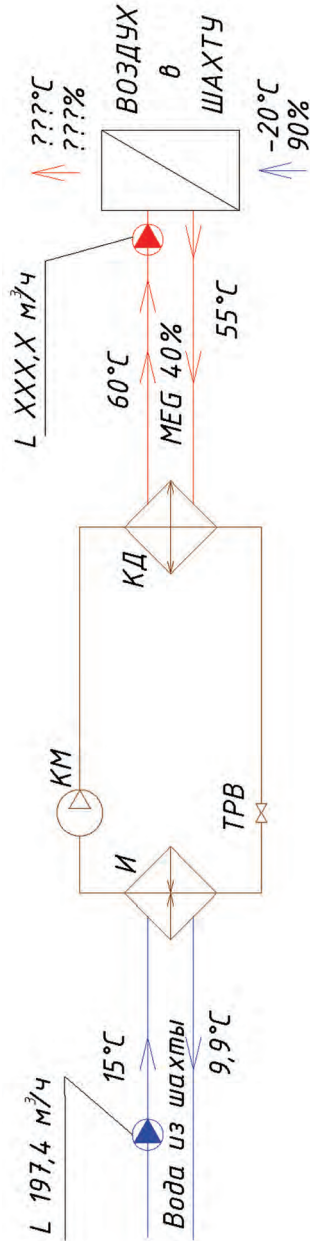


Принципиальная схема работы теплового насоса в режиме НАГРЕВА

Итого, при утилизации теплоты вытяжного воздуха, получено тепловой мощности - **4 111,5 кВт.**

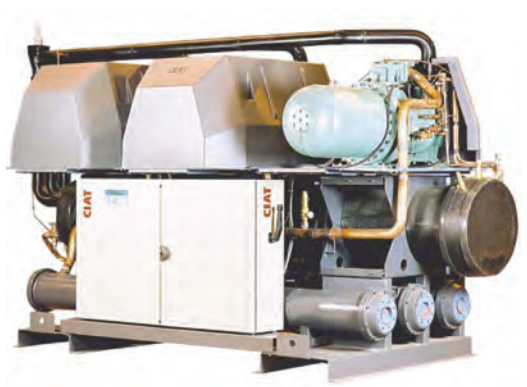


Принципиальная схема работы теплового насоса в режиме НАГРЕВА, с утилизацией откачиваемой воды из шахты.



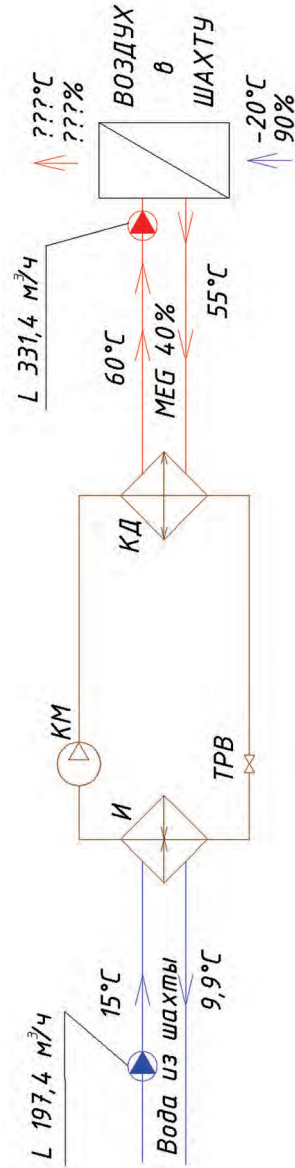
Водо-водяной тепловой насос HYDROCIAT LWP 3400B X R134a

Работа в режиме НАГРЕВА	
Холодопроизводительность	: 585,1x2=1 170,2 кВт
EER	: 2,07
Холодоноситель	: Вода
Вход / Выход	: 15,0 °C / 9,9 °C
Расход холод-ля	: 98,7x2=197,4 м³/ч
Гидр. сопротив. испарит.	: 15,6 кПа
	:
Теплопроизводительность	: 867,9x2=1 735,8 кВт
COP	: 3,07
Теплоноситель	: MEG 40%
Вход / Выход	: 55,0 °C / 60,0 °C
Расход тепл-ля	: 165,7x2=331,4 м³/ч
Гидр. сопротив. конден.	: 26,2 кПа
	:
Электрическая мощность	: 282,8x2= 565,6 кВт
Электропитание	: 400В / 3Ф 50Гц



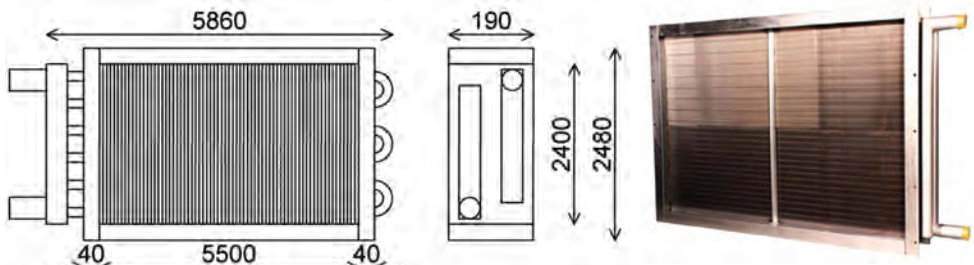
Принципиальная схема работы теплового насоса в режиме НАГРЕВА, с утилизацией откачиваемой воды из шахты

Итого, при утилизации теплоты откачиваемой воды из шахты, получено тепловой мощности - **1 735,8 кВт**.

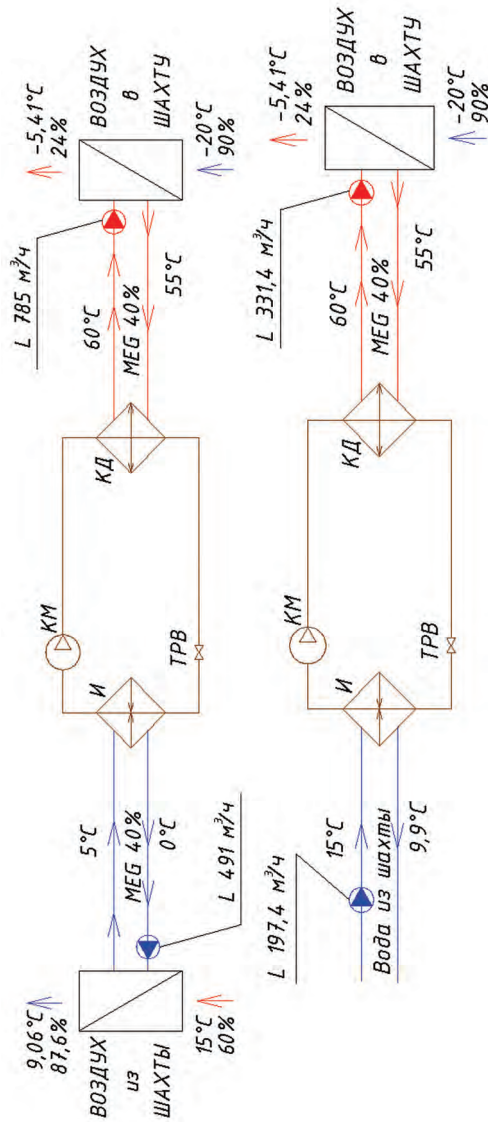


Параметры расчёта поверхностного нагревателя для нагрева приточного воздуха в шахту. Сторона Приточная шахта – ТНУ

Поверхностный нагреватель SPN 604550 (8 шт. соединенные параллельно) 5 847 кВт 6 680 м²					
Сторона теплоносителя (ТНУ)			Сторона ВОЗДУХА		
Холодоноситель	:	MEG 40%	Среда	:	ВОЗДУХ
Вход / Выход	:	60,0°C/55,0°C	Вход / Выход	:	- ' 20,0°C-90%/- ' 5,41 °C-24%
Расход тепл-ля	:	1 116 м ³ /ч	Расход воздуха	:	1 200 000 м ³ /ч
Гидр. сопротивление	:	64,6 кПа	Аэродин. сопротивление	:	68,8 Па
Скорость	:	1,65 м/с	Скорость	:	2,77 м/с
Материал трубок			Медь		
Материал ребер			Аллюминий		



Итоговые характеристики работы теплового насоса в режиме НАГРЕВА, с утилизацией откачиваемой воды и вытяжного воздуха из шахты. ВСЕГО, при утилизации теплоты вытяжного воздуха и откачиваемой воды, получено тепловой мощности - **5 847,3 кВт**, при этом затрачено **2 215,6** электрической мощности. Общий КПД составил **2,64**.



Ориентировочная стоимость основного оборудования ТНУ

Наименование оборудования	Модель оборудования	Цена, DDP Киев EURO	Кол-во, шт.	Стоимость, DDP Киев EURO
ТНУ для утилизации удаляемого воздуха из шахты				
Теплонасосная установка с дополнительными принадлежностями: - подключения трубопроводов холодо и тепло снабжения;	HYDROCIAT LWP 4200B X R134A	142 726	5	713 629
Поверхностный охладитель с дополнительными принадлежностями: - фланцевое подсоединение - воздухоотводящая и сливная арматура	SPN 6041100 (комплект из 4 ТО)	127 088	1	127 088
			ИТОГО:	840 717
ТНУ для утилизации удаляемой воды из шахты				
Теплонасосная установка с дополнительными принадлежностями: - подключения трубопроводов холодо и тепло снабжения;	HYDROCIAT LWP 3400B X R134A	120 254	2	240 508
			ИТОГО:	240 508
ТО для нарева приточного воздуха в шахту				
Поверхностный нагреватель с дополнительными принадлежностями: - фланцевое подсоединение - воздухоотводящая и сливная арматура	SPN 604550 (комплект из 4 ТО)	68 568	2	137 136
			ИТОГО:	137 136
			ВСЕГО:	1 218 362

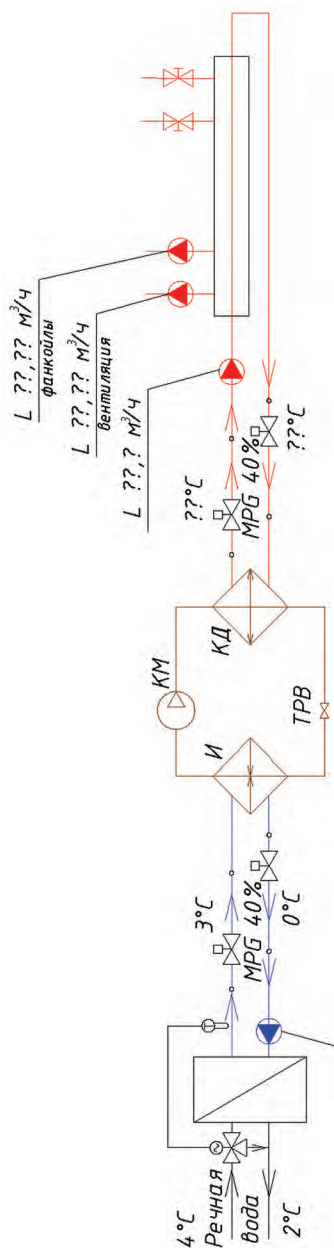
**Автономная система отопления,
горячего водоснабжения и охлаждения в теплый
период года гостиничного (ресторан) комплекса
на р. Днепр с применением теплового насоса**

1. Рассчитать автономную систему отопления ресторана/гостиницы речного расположения (река Днепр) с применением теплового насоса.
2. В расчетах предусмотреть работу теплового насоса как на обогрев в холодный период года, так и на охлаждения в теплый период года.
3. В общеобменной системе вентиляции предусмотреть перекрёстно-пластинчатые рекуператоры воздуха.
4. Предусмотреть подогрев и охлаждения воздуха в общеобменной системе вентиляции с помощью тепло-холодоносителя от теплонасосной установки.

**Исходные данные для расчёта и подбора ТНУ
с использованием речной воды
в качестве низкопотенциального источника теплоты**

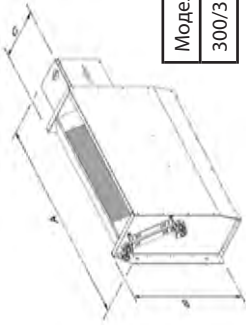
ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА		
Суммарные теплопотери	:	120 - 130 кВт
Температура в помещениях	:	20°C
Температура и влажность наружного воздуха	:	минус 22°C / 100%
Температура речной воды в холодный период года	:	4°C
ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА		
Суммарные тепlopоступления	:	120 - 130 кВт
Температура в помещениях	:	24°C
Температура и влажность наружного воздуха	:	32°C / 40%
Температура речной воды в теплый период года	:	24°C
Тепло/холодопроизводительность фанкойлов	:	около 3 кВт
СИСТЕМА ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ		
Система ПВ1. Приток / Вытяжка	:	8000 / 8000 м ³ /час
Система ПВ2. Приток / Вытяжка	:	6500 / 6500 м ³ /час

Принципиальная схема работы теплового насоса в режиме НАГРЕВА.



Параметры расчёта и подбора фанкойла в режиме работы тепло/холод

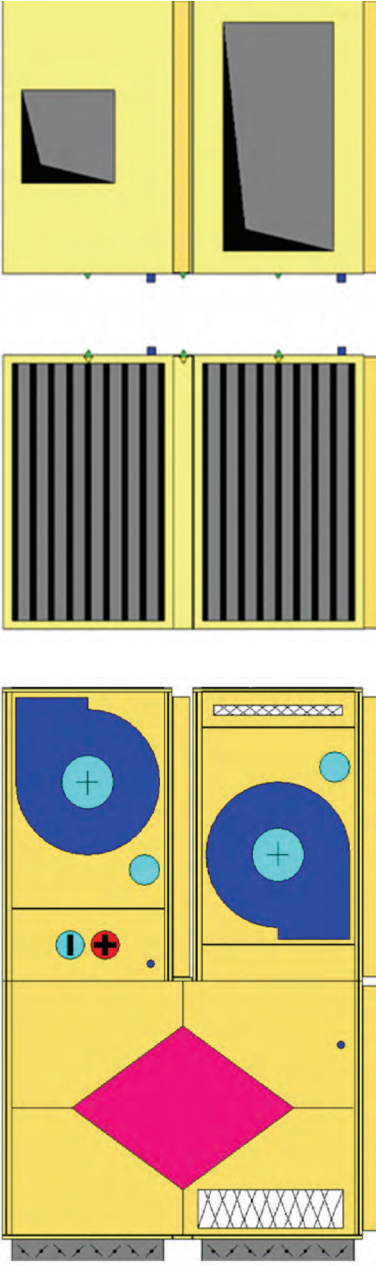
		Наименование параметра подбора	ОХЛАЖДЕНИЕ					ОТОПЛЕНИЕ				
		Тип тепло/холодоносителя	40% пропилен гликоль					40% пропилен гликоль				
		Входящая температура тепло/холодоносителя	7°С					37 °С				
		Выходящая температура тепло/холодоносителя	11,7°С					32,4 °С				
		Температура рециркуляционного воздуха	26°С					20 °С				
		Влажность рециркуляционного воздуха	50%					50%				
Характеристики модели												
Размер	R#	L _B , м³/час	P _t , Вт	P _s , Вт	T _s , °С	L _x , м³/час	dP _a , кПа	P _t , Вт	T _s , °С	L _t , м³/час	dP _a , кПа	
300 / 331	R1	900	3060	2980	16,3	0,603	14,6	3240	31,1	0,614	15,7	
	R3	680	2770	2590	14,8	0,603	14,8	2770	32,5	0,614	15,6	
	R5	480	2410	2050	13,4	0,603	15,0	2200	34,0	0,614	15,4	
		R										
		L _B										
		P _t										
		P _s										
		P										
		T _s										
		L _x										
		L _t										
		dP										



Модель:	А, мм	В, мм	С, мм	Вес, кг
300/331	1205	520	212	35

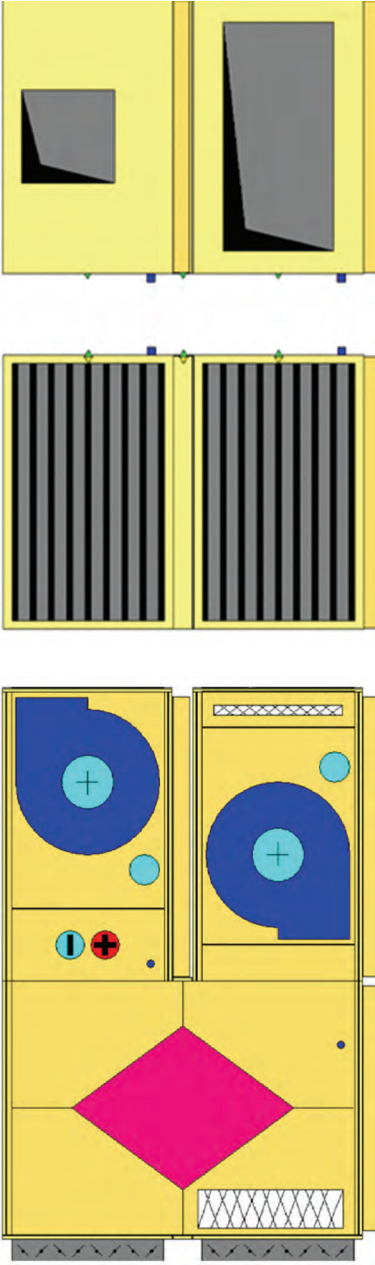
Расчёт приточно-вытяжного вентиляционного агрегата ПВ1, производительностью по воздуху 8000 / 8000 м³/час

Данные расчёта секции ППР				Данные расчёта секции нагрева/охлаждения			
Расчёт Х.п.г.				Расчёт Х.п.г.			
Эффективность ППР	:	68,6	%	Теплоноситель	:	40% пропиленгликоль	
Теплота рекуперации	:	75,02	кВт	Теплопроизводительность	:	34,1	кВт
Сторона притока воздуха				Температура входящего теплоносителя	:	37	°C
Расчётная производительность по воздуху	:	6825	м³/час	Температура выходящего теплоносителя	:	32,1	°C
Температура и влажность входящего воздуха	:	-22 / 100	°C / %	Температура и влажность входящего воздуха	:	6,8 / 8,59	°C / %
Температура и влажность выходящего воздуха	:	6,8 / 8,59	°C / %	Температура и влажность выходящего воздуха	:	20 / 3,63	°C / %
Сторона вытяжного воздуха				Расход теплоносителя	:	6,43	м³/час
Расчётная производительность по воздуху	:	8000	м³/час	Гидравлическое сопротивление теплообменника	:	19,48	кПа
Температура и влажность входящего воздуха	:	20 / 50	°C / %	Сопротивление теплообменника по воздуху	:	65	кПа



Расчёт приточно-вытяжного вентиляционного агрегата ПВ1,
производительностью по воздуху 8000 / 8000 м³/час

Данные расчёта секции ППР				Данные расчёта секции нагрева/охлаждения			
Расчёт Х.п.г.				Расчёт Х.п.г.			
Эффективность ППР	:	68,2	%	Теплоноситель	:	40% пропиленгликоль	
Теплота рекуперации	:	60,59	кВт	Теплопроизводительность	:	27,9	кВт
Сторона притока воздуха				Температура входящего теплоносителя	:	37	°C
Расчётная производительность по воздуху	:	5546	м³/час	Температура выходящего теплоносителя	:	32,1	°C
Температура и влажность входящего воздуха	:	-22 / 100	°C / %	Температура и влажность входящего воздуха	:	6,7 / 8,69	°C / %
Температура и влажность выходящего воздуха	:	6,7 / 8,69	°C / %	Температура и влажность выходящего воздуха	:	20 / 3,65	°C / %
Сторона вытяжного воздуха				Расход теплоносителя	:	5,51	м³/час
Расчётная производительность по воздуху	:	6500	м³/час	Гидравлическое сопротивление теплообменника	:	31,71	кПа
Температура и влажность входящего воздуха	:	20 / 50	°C / %	Сопротивление теплообменника по воздуху	:	95	кПа



Суммарная тепловая мощность на отопление и нагрев при-
точного воздуха составит,
с учетом подбора вентиляционных агрегатов с перекрёст-
но-пластинчатыми воздушными рекуператорами:

$$Q_T = \text{Фанкойлы (40х3,24)} \text{ } 129,6 \text{ кВт} + \text{Вентиляция} \\ (27,92+34,1) \text{ } 62,02 \text{ кВт} = 191,62 \text{ кВт}$$

Теплоноситель 40% раствор пропилен гликоля,
с параметрами $37^{\circ}\text{C} / 32^{\circ}\text{C}$

Холодоноситель 40% раствор пропилен гликоля,
с параметрами $3^{\circ}\text{C} / 0^{\circ}\text{C}$

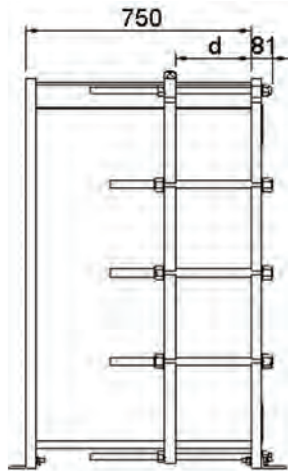
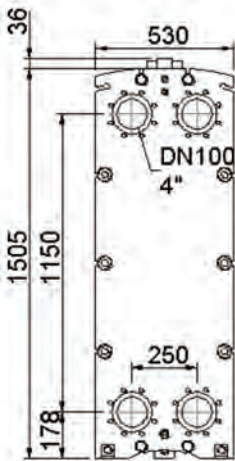
Водо-водяной тепловой насос DYNACIAT LGP 753Z R407C

Работа в режиме НАГРЕВА		Работа в режиме ОХЛАЖДЕНИЯ	
Холодопроизводительность	: 145,7 кВт	Холодопроизводительность	:
EER	: 2,67	EER	:
Холодоноситель	: MPG 40%	Холодоноситель	:
Вход / Выход	: 3,0°C / 0,0°C	Вход / Выход	:
Расход холод-ля	: 45,5 м³/ч	Расход холод-ля	:
Гидр. сопротив. испарит.	: 117,3 кПа	Гидр. сопротив. испарит.	:
	:		:
Теплопроизводительность	: 200,3 кВт	Теплопроизводительность	:
COP	: 3,67	COP	:
Теплоноситель	: MPG 40%	Теплоноситель	:
Вход / Выход	: 32,0°C/37,0°C	Вход / Выход	:
Расход тепл-ля	: 36,5 м³/ч	Расход тепл-ля	:
Гидр. сопротив. конден.	: 52,8 кПа	Гидр. сопротив. конден.	:
	:		:
Электрическая мощность	: 54,6 кВт	Электрическая мощность	:
Электропитание	: 400В / 3Ф 50Гц		:

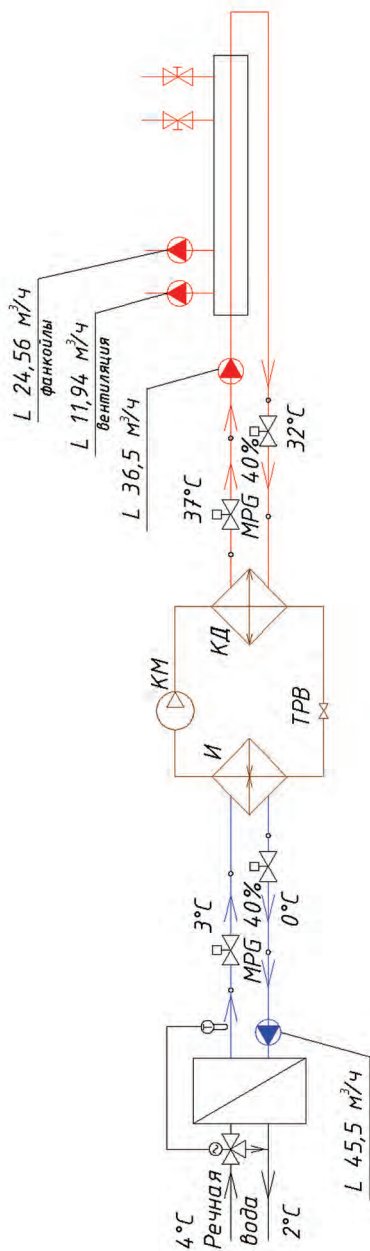


**Параметры расчёта пластинчатого теплообменника в режиме работы ТНУ
на НАГРЕВ. Сторона Днепр – ТНУ**

Пластинчатый теплообменник PWB 45 11 со 69 пластинами 146 кВт			
Сторона воды (потребитель)		Сторона MPG 20% (ТНУ)	
Теплоноситель	Вода	Теплоноситель	MPG 40%
Вход / Выход	4,0°C / 2,0°C	Вход / Выход	0,0°C / 3,0°C
Расход тепл-ля	62,2 м³/ч	Расход тепл-ля	45 м³/ч
Гидр. сопротивление	59 кПа	Гидр. сопротивление	50 кПа
Материал пластин		Нержавеющая сталь 304	
Материал прокладок		Нитрил	
Тип пластин		26Н+8J / 26Н+8J	

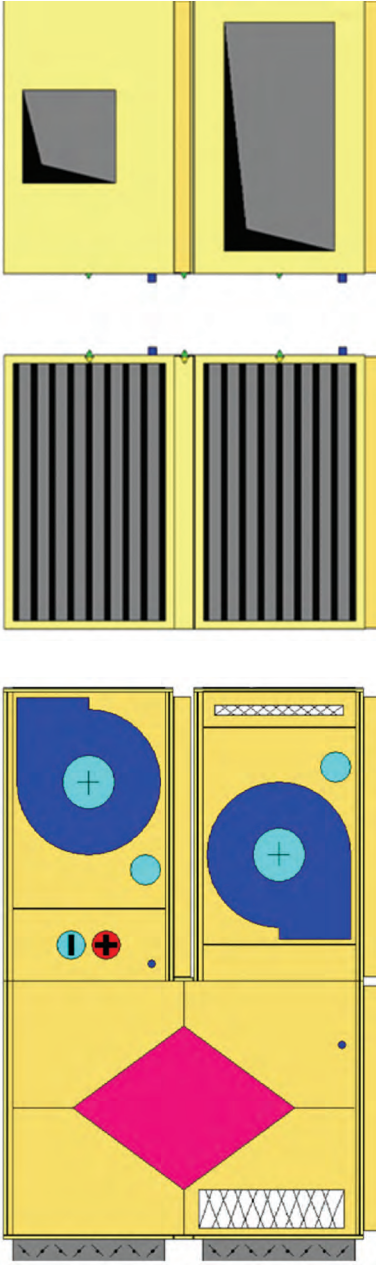


Принципиальная схема работы теплового насоса в режиме НАГРЕВА.



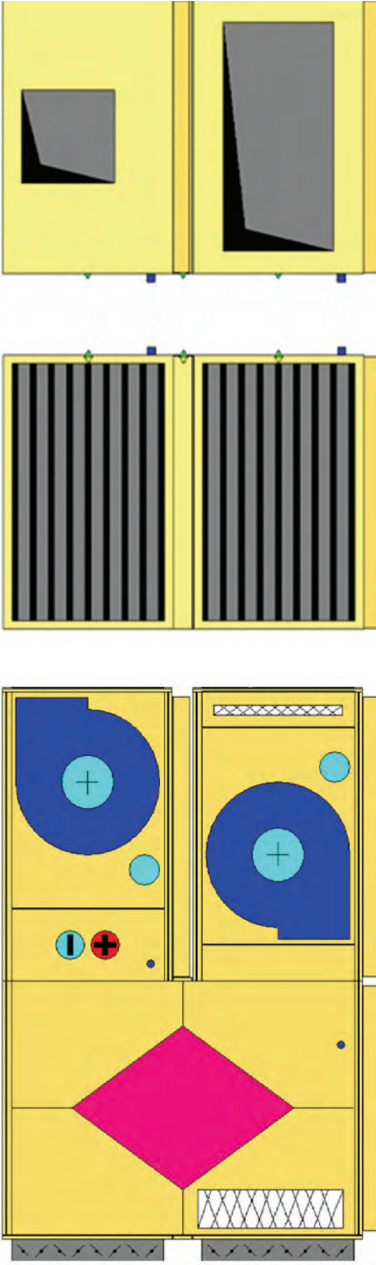
Расчёт приточно-вытяжного вентиляционного агрегата ПВ1,
производительностью по воздуху 8000 / 8000 м³/час

Данные расчёта секции ППР				Данные расчёта секции нагрева/охлаждения			
Расчёт Т.П.Г.				Расчёт Т.П.Г.			
Эффективность ППР	:	61,3	%	Теплоноситель	:	40% пропиленгликоль	
Теплота рекуперации	:	8,057	кВт	Теплопроизводительность	:	12,9	кВт
Сторона притока воздуха				Температура входящего теплоносителя	:	7	°C
Расчётная производительность по воздуху	:	8351	м³/час	Температура выходящего теплоносителя	:	8,9	°C
Температура и влажность входящего воздуха	:	32 / 40	°C / %	Температура и влажность входящего воздуха	:	28,9/47,7	°C / %
Температура и влажность выходящего воздуха	:	28,9 / 47,7	°C / %	Температура и влажность выходящего воздуха	:	24/63,7	°C / %
Сторона вытяжного воздуха				Расход теплоносителя	:	6,33	м³/час
Расчётная производительность по воздуху	:	8210	м³/час	Гидравлическое сопротивление теплообменника	:	18,35	кПа
Температура и влажность входящего воздуха	:	27 / 50	°C / %	Сопротивление теплообменника по воздуху	:	65	кПа



Расчёт приточно-вытяжного вентиляционного агрегата ПВ2,
производительностью по воздуху 6500 / 6500 м³/час

Данные расчёта секции ППР				Данные расчёта секции нагрева/охлаждения			
Расчёт Т.П.Г.				Расчёт Т.П.Г.			
Эффективность ППР	:	60,9	%	Теплоноситель	:	40% пропиленгликоль	
Теплота рекуперации	:	6,501	кВт	Теплопроизводительность	:	10,7	кВт
Сторона притока воздуха				Температура входящего теплоносителя	:	7	°C
Расчётная производительность по воздуху	:	6785	м³/час	Температура выходящего теплоносителя	:	8,9	°C
Температура и влажность входящего воздуха	:	32 / 40	°C / %	Температура и влажность входящего воздуха	:	29/47,6	°C / %
Температура и влажность выходящего воздуха	:	29 / 47,6	°C / %	Температура и влажность выходящего воздуха	:	24/63,9	°C / %
Сторона вытяжного воздуха				Расход теплоносителя	:	5,43	м³/час
Расчётная производительность по воздуху	:	6671	м³/час	Гидравлическое сопротивление теплообменника	:	32,46	кПа
Температура и влажность входящего воздуха	:	27 / 50	°C / %	Сопротивление теплообменника по воздуху	:	65	кПа



Суммарная холодильная мощность на кондиционирование и охлаждение приточного воздуха составит, с учетом подбора вентиляционных агрегатов с перекрёстно-пластинчатыми воздушными рекуператорами:

$$Q_x = \text{Фанкойлы (40x3,06)} \ 122,4 \text{ кВт} + \text{Вентиляция} \\ (12,9+10,73) \ 23,63 \text{ кВт} = 146,03 \text{ кВт}$$

Теплоноситель 40% раствор пропилен гликоля,
с параметрами $37^{\circ}\text{C} / 32,1^{\circ}\text{C}$

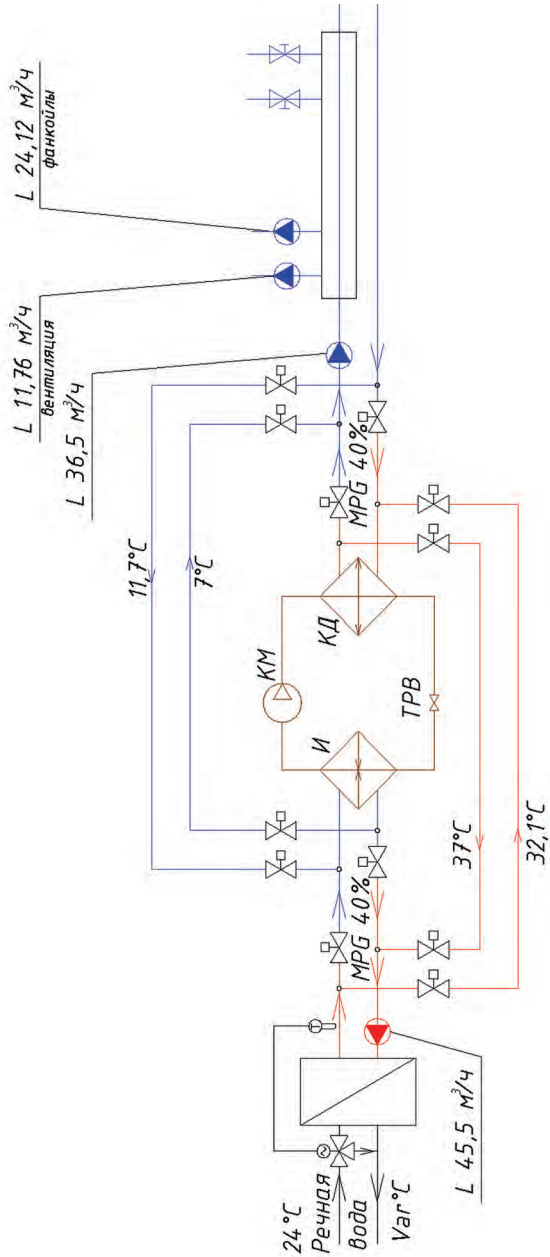
Холодоноситель 40% раствор пропилен гликоля,
с параметрами $11,7^{\circ}\text{C} / 7^{\circ}\text{C}$

Водо-водяной тепловой насос DYNACIAT LGP 753Z R407C

Работа в режиме НАГРЕВА		Работа в режиме ОХЛАЖДЕНИЯ	
Холодопроизводительность	: 145,7 кВт	Холодопроизводительность	: 185,7 кВт
EER	: 2,67	EER	: 3,23
Холодоноситель	: MPG 40%	Холодоноситель	: MPG 40%
Вход / Выход	: 3,0°C / 0,0°C	Вход / Выход	: 11,7°C/7,0°C
Расход холод-ля	: 45,5 м³/ч	Расход холод-ля	: 36,5 м³/ч
Гидр. сопротив. испарит.	: 117,3 кПа	Гидр. сопротив. испарит.	: 62,5 кПа
	:		:
Теплопроизводительность	: 200,3 кВт	Теплопроизводительность	: 243,1 кВт
COP	: 3,67	COP	: 4,23
Теплоноситель	: MPG 40%	Теплоноситель	: MPG 40%
Вход / Выход	: 32,0°C/37,0°C	Вход / Выход	: 32,1°C/37,0°C
Расход тепл-ля	: 36,5 м³/ч	Расход тепл-ля	: 45,5 м³/ч
Гидр. сопротив. конден.	: 52,8 кПа	Гидр. сопротив. конден.	: 80,3 кПа
	:		:
Электрическая мощность	: 54,6 кВт	Электрическая мощность	: 57,4 кВт
Электропитание	: 400В / 3Ф 50Гц		:



Принципиальная схема работы теплового насоса
с реверсированием гидравлических контуров
в режиме работы на ОХЛАЖДЕНИЕ



Итоговые характеристики использования ТНУ с реверсированием гидравлических контуров

При работе ТНУ в **режиме** нагрева теплоносителя тепловая мощность составит – **200,3 кВт**. Теплота утилизированная в перекрёстно-пластинчатых воздушных рекуператорах составит - **135,61 кВт**.

Электрическая мощность основного оборудования составит – 69,07кВт

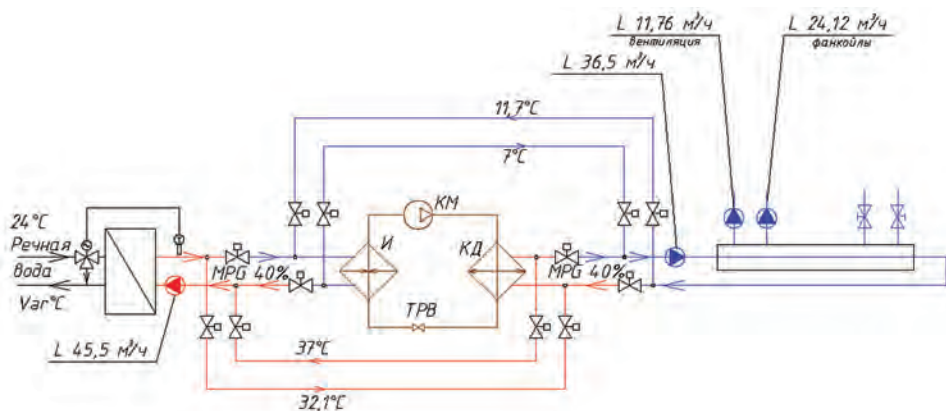
КПД составит **4,863**.

При работе ТНУ в режиме **охлаждения** холодоносителя холодильная мощность составит – **185,7 кВт**.

Теплота утилизированная в перекрёстно-пластинчатых воздушных рекуператорах составит – **14,56 кВт**.

Электрическая мощность основного оборудования составит – 71,87кВт

КПД составит **2,786**.



Ориентировочная стоимость основного оборудования ТНУ

Наименование оборудования	Модель оборудования	Цена, DDP Киев EURO	Кол-во, шт.	Стоимость, DDP Киев EURO
Теплонасосная установка	DYNACIAT 753Z R407C série LG/LGP	36 350	1	36 350
Приточно-вытяжной вентиляционный агрегат с перекрестно- пластинчатым рекуператором воздуха	AHU CLIMACIAT airtop 100	12 979	1	12 979
Приточно-вытяжной вентиляционный агрегат с перекрестно- пластинчатым рекуператором воздуха	AHU CLIMACIAT airtop 75	10 753	1	10 753
Пластинчатый теплообменник	PWB 45 11 с 69 пластинами	9 823	1	9 823
Безкорпусной напольный фанкойл скрытого монтажа	Major 300 / 331 NCV 1V 2T3N G HEATING/COOLING	524	40	20 960
Натенный термостат для фанкойла	TH. RTR 6731	34	40	1 360
			ИТОГО:	92 225