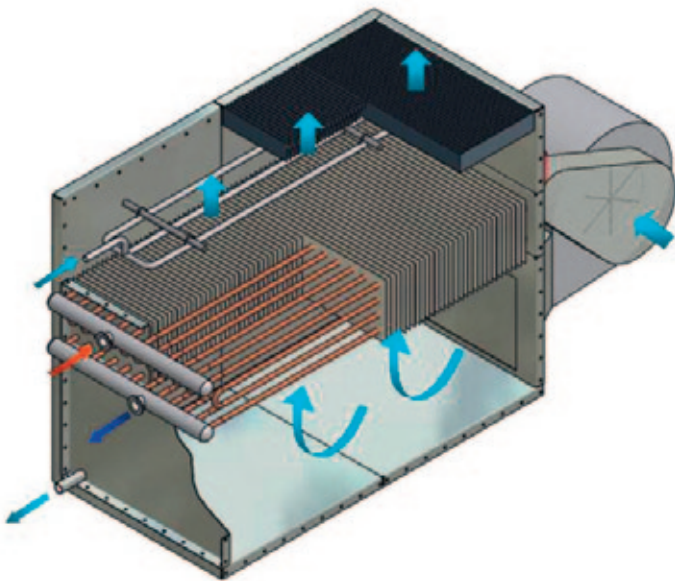


Гибридная градирня

Запатентованный продукт фирмы E. W. **GOHL** GmbH

Принцип работы гибридной градирни

Требуемая охлаждения жидкость (вода, гликоль и др.) поступает через верхний коллектор в мелкооребранный теплообменник и выходит из него через нижний коллектор. При прохождении через теплообменник жидкость охлаждается проходящим в противотоке воздухом, а также водой, которая подается сверху через форсунки оросителя. Охлаждённая жидкость готова для охлаждения потребителя. Так как речь идёт о замкнутом контуре, в первичном контуре исключены потери жидкости. Жидкость в контуре остаётся чистой, не образуя осадка и не корродируя. При низких температурах наружного воздуха охлаждение происходит только воздухом. При повышении температуры наружного воздуха более 16-18°C дополнительно используется орошение. Комбинированная система орошения расположена над теплообменником. Форсунки оросителя используются для охлаждения и для очистки теплообменника. Орошение происходит в прерывистом ритме, то есть распыляется ровно столько воды, сколько испаряется. Таким образом отпадает необходимость сбора воды в поддоне, а также снижается потребление оросительной воды.



Экономия воды составляет около 75% по сравнению с градирнями закрытого типа.

Управление длительностью работы и скоростью хода оросительного устройства, а также изменение расхода подаваемого воздуха осуществляется контроллером, который управляет данными параметрами в зависимости от заданной мощности.

Устройство очистки для автоматической чистки мелкооребранного теплообменника. Препятствует возникновению грязевых и минеральных отложений на его пластинах. Пластины не имеющие отложений обеспечивают максимальную теплопередачу. Для очистки необходима теплая вода. Периодичность очистки задается в зависимости от интервалов работы установки. Для привода вентиляторов используются стандартные двигатели с регулированием частоты вращения частотным преобразователем. В качестве воды на орошение должна применяться только осмотическая вода или вода соответствующего качества.

Область применения

Гибридные градирни с успехом применяются там, где для охлаждения машин требуется чистая вода без осадка и не вызывающая коррозию. Благодаря использованию режима „dry cooling“ и дозированного орошения установка потребляет очень мало воды и не имеет видимого парения.



GOHL®

Надежное охлаждение

Таблица 1 Технические данные.

Кол-во вентиляторов	Модель	Мокрый режим	Сухой режим	Номинальный расход воды (первичный контур) G _N кг/ч	Расход воздуха (приблизительно) м³/ч	Центробежный вентилятор подобранный на внешнее давление:											
		Номинальная мощность охлаждения (охлаждение воды от 36°С до 30°С при температуре мокрого термометра 21°С) кВт	0 – 40 ра			40 – 80 ра				80 – 130 ра							
			мощность на валу кВт			частота вращения min ⁻¹	E-motor (1500 min ⁻¹) кВт	уровень зв. давл. на 3 м дБ (А)	мощность на валу кВт	частота вращения min ⁻¹	E-motor (1500 min ⁻¹) кВт	уровень зв. давл. на 3 м дБ (А)	мощность на валу кВт	частота вращения min ⁻¹	E-motor (1500 min ⁻¹) кВт	уровень зв. давл. на 3 м дБ (А)	
1	НК 33	121	121	17.343	20.000	3,8	516	5,5	69	4,2	546	5,5	69	4,6	576	5,5	70
	НК 45	155	155	22.216	26.000	5,2	480	7,5	70	5,6	510	7,5	70	6,0	540	7,5	71
	НК 52	185	185	26.516	32.000	7,2	490	11,0	71	7,6	520	11,0	71	8,1	550	11,0	72
	НК 77	235	235	33.683	42.000	9,6	416	15,0	72	10,1	436	15,0	72	10,7	456	15,0	73
2	НК 2/33	242	242	34.686	40.000	7,6	516	11,0	71	8,4	546	11,0	71	9,2	576	15,0	72
	НК 2/45	310	310	44.432	52.000	10,4	480	15,0	72	11,2	510	15,0	72	12,0	540	15,0	73
	НК 2/52	370	370	53.032	64.000	14,4	490	18,5	73	15,2	520	18,5	73	16,2	550	22,0	74
	НК 2/77	470	470	67.366	84.000	19,2	416	30,0	74	20,2	436	30,0	74	21,4	456	30,0	75
3	НК 3/45	465	465	66.648	78.000	15,6	480	22,0	73	16,8	510	22,0	74	18,0	540	22,0	74
	НК 3/52	555	555	79.548	96.000	21,6	490	30,0	74	22,8	520	30,0	75	24,3	550	30,0	75
	НК 3/77	705	705	101.049	126.000	28,8	416	37,0	75	30,3	436	37,0	76	32,1	456	37,0	76
4	НК 4/45	620	620	88.864	104.000	20,8	480	2x15,0	74	22,4	510	2x15,0	75	24,0	540	2x15,0	75
	НК 4/52	740	740	106.064	128.000	28,8	490	2x18,5	75	30,4	520	2x18,5	76	32,4	550	2x22,0	76
	НК 4/77	940	940	134.732	168.000	38,4	416	2x30,0	76	40,4	436	2x30,0	77	42,8	456	2x30,0	77
5	НК 5/45	775	775	111.080	130.000	26,0	480	15,0+22,0	75	28,0	510	15,0+22,0	76	30,0	540	15,0+22,0	76
	НК 5/52	925	925	132.580	160.000	36,0	490	18,5+30,0	76	38,0	520	18,5+30,0	77	40,5	550	22,0+30,0	77
	НК 5/77	1175	1175	168.415	210.000	48,0	416	30,0+37,0	77	50,5	436	30,0+37,0	78	53,5	456	30,0+37,0	78
6	НК 6/45	930	930	133.296	156.000	31,2	480	2x22,0	75	33,6	510	2x22,0	76	36,0	540	2x22,0	76
	НК 6/52	1110	1110	159.096	192.000	43,2	490	2x30,0	76	45,6	520	2x30,0	77	48,6	550	2x30,0	77
	НК 6/77	1410	1410	202.098	252.000	57,6	416	2x37,0	77	60,6	436	2x37,0	78	64,2	456	2x37,0	78

Мощности охлаждения гарантируются по DIN 1947.

Звуковая нагрузка: Указанные значения шума в дБ(А) приводятся для точки замера на расстоянии 3 м по оси вентилятора при свободном распространении акустических волн (в направление наибольшего шума). Несмотря на то, что вентиляторы с загнутыми вперед лопатками имеют относительно низкий уровень шума и высокую эффективности, реальные значения дБ(А) зависят также от отражающих/поглощающих свойств места установки градирни (+/- 2 дБ(А)).

Все преимущества сразу:

- встроенная автоматика плавной регулировки мощности
- широкий диапазон работы в режиме «dry cooling» (уже при температуре ниже 16-18°C)
- экономия воды до 75% по сравнению с градирней закрытого типа
- автоматическое устройство очистки теплообменника для сохранения стабильной мощности установки
- отсутствие видимого парения
- отсутствие оросительной воды в поддоне
- высокий уровень защиты от обмерзания при эксплуатации зимой
- минимальный расход воды за счёт сочетания преимуществ сухого и мокрого охлаждения

130 – 180 Pa				Мелкооребранный теплообменник		Габаритные размеры (с фитингами для подключения воды на 60 мм длиннее)			вес		Наиболее тяжелая и габаритная часть градирни (теплообменник)			
мощность на валу кВт	частота вращения min ⁻¹	E-motor (1500 min ⁻¹) кВт	уровень зв. давл. на 3 м дБ (А)											
				площадь м ²	кол-во воды кг	длина мм	ширина мм	высота мм	транспорт- ный вес кг	рабочий вес кг	вес кг	длина мм	ширина мм	высота мм
5,1	606	7,5	70	417	180	3325	1250	1750	1160	1340	480	2120	1250	440
6,5	566	7,5	71	535	225	3825	1250	1750	1360	1585	600	2620	1250	440
8,7	570	11,0	72	635	265	4245	1250	1750	1540	1805	700	3040	1250	440
11,3	476	15,0	73	812	335	5180	1250	2000	2000	2335	900	3790	1250	440
10,2	606	15,0	72	834	360	3325	2420	1750	2200	2560	480	2120	1250	440
13,0	566	18,5	73	1070	450	3825	2420	1750	2570	3020	600	2620	1250	440
17,4	570	22,0	74	1270	530	4245	2420	1750	2910	3440	700	3040	1250	440
22,6	476	30,0	75	1624	670	5180	2420	2000	3710	4380	900	3790	1250	440
19,5	566	30,0	75	1605	675	3825	3590	1750	3780	4455	600	2620	1250	440
26,1	570	37,0	76	1905	795	4245	3590	1750	4280	5075	700	3040	1250	440
33,9	476	45,0	77	2436	1005	5180	3590	2000	5420	6425	900	3790	1250	440
26,0	566	2x18,5	76	2140	900	3825	4760	1750	4990	5890	600	2620	1250	440
34,8	570	2x22,0	77	2540	1060	4245	4760	1750	5650	6710	700	3040	1250	440
45,2	476	2x30,0	78	3248	1340	5180	4760	2000	7130	8470	900	3790	1250	440
32,5	566	18,5+30,0	77	2675	1125	3825	5930	1750	6200	7325	600	2620	1250	440
43,5	570	22,0+37,0	78	3175	1325	4245	5930	1750	7020	8345	700	3040	1250	440
56,5	476	30,0+45,0	79	4060	1675	5180	5930	2000	8840	10515	900	3790	1250	440
39,0	566	2x30,0	77	3210	1350	3825	7100	1750	7410	8760	600	2620	1250	440
52,2	570	2x37,0	78	3810	1590	4245	7100	1750	8390	9980	700	3040	1250	440
67,8	476	2x45,0	79	4872	2010	5180	7100	2000	10550	12560	900	3790	1250	440

Следующие данные являются обязательными при подборе градирни:

- 1 Температура воды на входе
- 2 Температура воды на выходе
- 3 Расход воды
- 4 Температура воздуха по мокрому термометру
- 5 Размеры помещения/зоны для монтажа градирен

Пожалуйста, обратите внимание также на наши специальные технические отчёты!

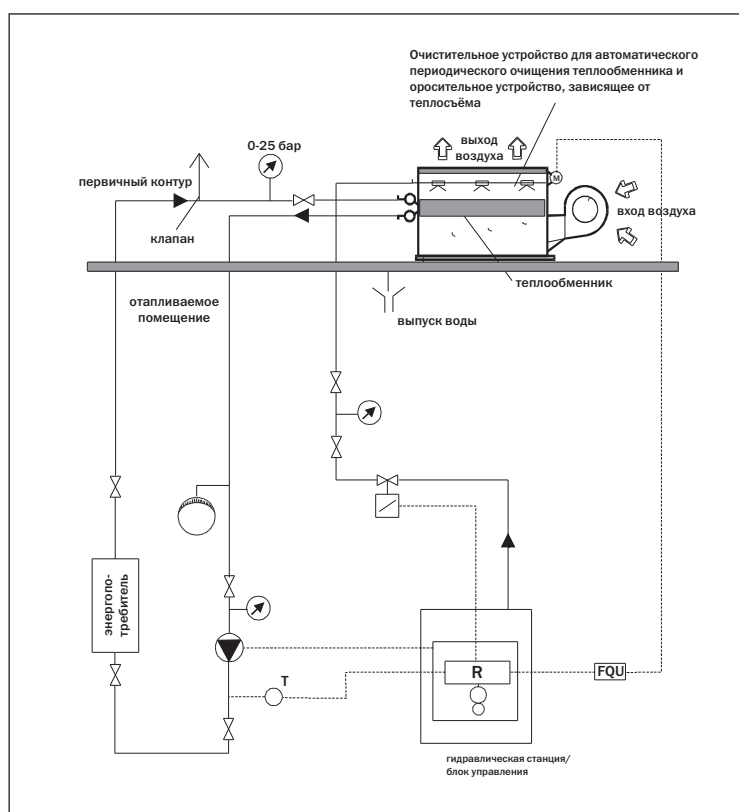


Таблица 2 Таблицы быстрого расчета

Теплоноситель Вода. Для рабочих характеристик, которые не указаны в таблицах расчёта, выбор градири производится с учетом корректирующих факторов k и номинальной мощностью охлаждения Q_n по таблице 1.

Теплоноситель Вода

Модель			НК33			НК45			НК52			НК77		
Перепад температуры по воде	Температура мокрого термометра [°C]	Температура воды [°C]	Холодопроизводительность [кВт]	Расход воды [м³/ч]	Перепад давления [бар]	Холодопроизводительность [кВт]	Расход воды [м³/ч]	Перепад давления [бар]	Холодопроизводительность [кВт]	Расход воды [м³/ч]	Перепад давления [бар]	Холодопроизводительность [кВт]	Расход воды [м³/ч]	Перепад давления [бар]
5K	21	32-27	85,9	14,8	0,10	110,0	18,9	0,19	131,4	22,6	0,10	166,9	28,7	0,10
		33-28	96,8	16,6	0,13	124,0	21,3	0,23	148,0	25,5	0,13	188,0	32,3	0,12
		34-29	107,7	18,5	0,16	138,0	23,7	0,28	164,7	28,3	0,15	209,2	36,0	0,15
		35-30	118,6	20,4	0,18	151,9	26,1	0,32	181,3	31,2	0,17	230,3	39,6	0,17
		36-31	129,5	22,3	0,21	165,9	28,5	0,38	198,0	34,1	0,20	251,5	43,3	0,19
		37-32	141,6	24,4	0,25	181,4	31,2	0,44	216,5	37,2	0,23	275,0	47,3	0,23
6K	21	38-33	153,7	26,4	0,28	196,9	33,9	0,51	235,0	40,4	0,27	298,5	51,3	0,26
		33-27	88,3	12,7	0,08	113,2	16,2	0,14	135,1	19,4	0,08	171,6	24,6	0,08
		34-28	99,2	14,2	0,10	127,1	18,2	0,18	151,7	21,7	0,09	192,7	27,6	0,09
		35-29	110,1	15,8	0,12	141,1	20,2	0,21	168,4	24,1	0,11	213,9	30,7	0,11
		36-30	121,0	17,3	0,14	155,0	22,2	0,25	185,0	26,5	0,13	235,0	33,7	0,13
		37-31	131,9	18,9	0,16	169,0	24,2	0,28	201,7	28,9	0,16	256,2	36,7	0,15
7K	21	38-32	144,0	20,6	0,18	184,5	26,4	0,33	220,2	31,6	0,18	279,7	40,1	0,17
		36-29	112,5	13,8	0,09	144,2	17,7	0,17	172,1	21,1	0,09	218,6	26,9	0,09
		37-30	123,4	15,2	0,11	158,1	19,4	0,20	188,7	23,2	0,10	239,7	29,4	0,10
5K	20	38-31	134,3	16,5	0,13	172,1	21,1	0,23	205,4	25,2	0,12	260,9	32,1	0,13
		32-27	95,6	16,4	0,12	122,5	21,1	0,23	146,2	25,1	0,12	185,7	31,9	0,12
		33-28	106,5	18,3	0,15	136,4	23,5	0,28	162,8	28,0	0,15	206,8	35,6	0,14
		34-29	117,4	20,2	0,18	150,4	25,9	0,32	179,5	30,9	0,17	228,0	39,2	0,17
		35-30	128,3	22,1	0,21	164,3	28,3	0,37	196,1	33,7	0,20	249,1	42,8	0,19
		36-31	139,2	23,9	0,23	178,3	30,7	0,43	212,8	36,6	0,23	270,3	46,5	0,22
6K	20	37-32	151,3	26,0	0,27	193,8	33,3	0,50	231,3	39,8	0,26	293,8	50,5	0,26
		38-33	163,4	28,1	0,31	209,3	36,0	0,57	249,8	43,0	0,30	317,3	54,6	0,29
		33-27	98,0	14,0	0,10	125,6	18,0	0,18	149,9	21,5	0,09	190,4	27,3	0,09
		34-28	108,9	15,6	0,12	139,5	20,0	0,20	166,5	23,9	0,11	211,5	30,3	0,11
		35-29	119,8	17,2	0,14	153,5	22,0	0,24	183,2	26,3	0,13	232,7	33,4	0,13
		36-30	130,7	18,7	0,16	167,4	24,0	0,28	199,8	28,6	0,15	253,8	36,4	0,15
7K	20	37-31	141,6	20,3	0,18	181,4	26,0	0,32	216,5	31,0	0,17	275,0	39,4	0,17
		38-32	153,7	22,0	0,21	196,9	28,2	0,37	235,0	33,7	0,20	298,5	42,8	0,19
		36-29	122,2	15,0	0,11	156,6	19,2	0,19	186,9	23,0	0,10	237,4	29,2	0,10
		37-30	133,1	16,4	0,13	170,5	20,9	0,23	203,5	25,0	0,13	258,5	31,8	0,11
		38-31	144,0	17,7	0,15	184,5	22,7	0,26	220,2	27,1	0,14	280,0	34,4	0,13

Теплоноситель Вода с 35% раствором этиленгликоля.

Модель			НК33			НК45			НК52			НК77		
Перепад температуры по воде	Температура мокрого термометра [°C]	Температура воды [°C]	Холодопроизводительность [кВт]	Расход воды [м³/ч]	Перепад давления [бар]	Холодопроизводительность [кВт]	Расход воды [м³/ч]	Перепад давления [бар]	Холодопроизводительность [кВт]	Расход воды [м³/ч]	Перепад давления [бар]	Холодопроизводительность [кВт]	Расход воды [м³/ч]	Перепад давления [бар]
5K	21	32-27	82,5	15,9	0,14	105,6	20,3	0,26	126,1	24,3	0,14	160,2	30,9	0,13
		33-28	93,0	17,9	0,18	119,0	22,9	0,32	142,1	27,4	0,17	180,5	34,8	0,16
		34-29	103,4	19,9	0,21	132,5	25,5	0,39	158,1	30,5	0,21	200,8	38,7	0,19
		35-30	113,9	21,9	0,25	145,9	28,1	0,46	174,0	33,5	0,24	221,1	42,6	0,23
		36-31	125,6	24,2	0,30	160,9	31,0	0,55	192,1	37,0	0,29	244,0	47,0	0,27
		37-32	137,4	26,5	0,35	176,0	33,9	0,64	210,0	40,5	0,34	266,8	51,4	0,32
6K	21	38-33	149,1	28,7	0,40	191,0	36,8	0,74	228,0	43,9	0,39	289,6	55,8	0,35
		33-27	84,8	13,6	0,11	108,7	17,4	0,20	129,7	20,8	0,11	164,7	26,4	0,10
		34-28	95,2	15,3	0,13	122,0	19,6	0,25	145,6	23,4	0,13	185,0	29,7	0,12
		35-29	105,7	17,0	0,16	135,5	21,8	0,30	161,7	26,0	0,16	205,3	33,0	0,15
		36-30	116,2	18,7	0,19	148,8	23,9	0,35	177,6	28,5	0,18	225,6	36,2	0,17
		37-31	128,0	20,5	0,22	164,0	26,3	0,41	195,6	31,4	0,22	248,5	39,9	0,21
7K	21	38-32	139,7	22,4	0,26	179,0	28,7	0,48	213,6	34,3	0,25	271,3	43,6	0,24
		36-29	108,0	14,9	0,13	138,4	19,0	0,23	165,2	22,7	0,12	209,9	28,9	0,12
		37-30	118,5	16,3	0,15	151,8	20,9	0,28	181,2	24,9	0,15	230,1	31,7	0,14
5K	20	38-31	129,0	17,8	0,18	165,2	22,7	0,32	197,2	27,1	0,17	250,5	34,5	0,16
		32-27	91,8	17,7	0,17	117,6	22,7	0,32	140,4	27,0	0,17	178,3	34,3	0,16
		33-28	102,2	19,7	0,21	131,0	25,2	0,38	156,3	30,1	0,20	198,5	38,2	0,19
		34-29	112,7	21,7	0,25	144,4	27,8	0,45	172,3	33,2	0,24	218,9	42,2	0,23
		35-30	123,2	23,7	0,29	157,8	30,4	0,53	188,3	36,3	0,28	239,1	46,1	0,26
		36-31	135,0	26,0	0,34	173,0	33,3	0,62	206,4	39,8	0,33	262,2	50,5	0,31
6K	20	37-32	146,8	28,3	0,39	188,0	36,2	0,72	224,4	43,2	0,38	285,0	54,9	0,36
		38-33	158,5	30,5	0,45	203,0	39,1	0,82	242,3	46,7	0,43	307,8	59,3	0,41
		33-27	94,1	15,1	0,13	120,6	19,4	0,24	143,9	23,1	0,13	182,8	29,3	0,12
		34-28	104,5	16,8	0,16	134,0	21,5	0,29	159,9	25,7	0,15	203,0	32,6	0,14
		35-29	115,0	18,5	0,19	147,4	23,7	0,34	175,9	28,2	0,18	223,4	35,9	0,17
		36-30	125,5	20,1	0,22	160,7	25,8	0,40	191,8	30,8	0,21	243,6	39,1	0,20
7K	20	37-31	137,4	22,1	0,26	176,0	28,3	0,47	210,0	33,7	0,24	266,8	42,8	0,23
		38-32	149,1	23,9	0,29	191,0	30,7	0,54	228,0	36,6	0,28	289,5	46,5	0,27
		36-29	118,5	16,3	0,15	151,9	20,9	0,28	181,3	24,9	0,15	230,3	31,7	0,14
7K	20	37-30	129,1	17,8	0,18	165,4	22,8	0,32	197,4	27,2	0,17	250,7	34,5	0,16
		38-31	139,7	19,2	0,20	179,0	24,6	0,37	213,6	29,4	0,19	271,6	37,4	0,18

Указана мощность только для градири с одним вентилятором. Для градири с несколькими вентиляторами мощности охлаждения умножаются на соответствующее число вентиляторов.

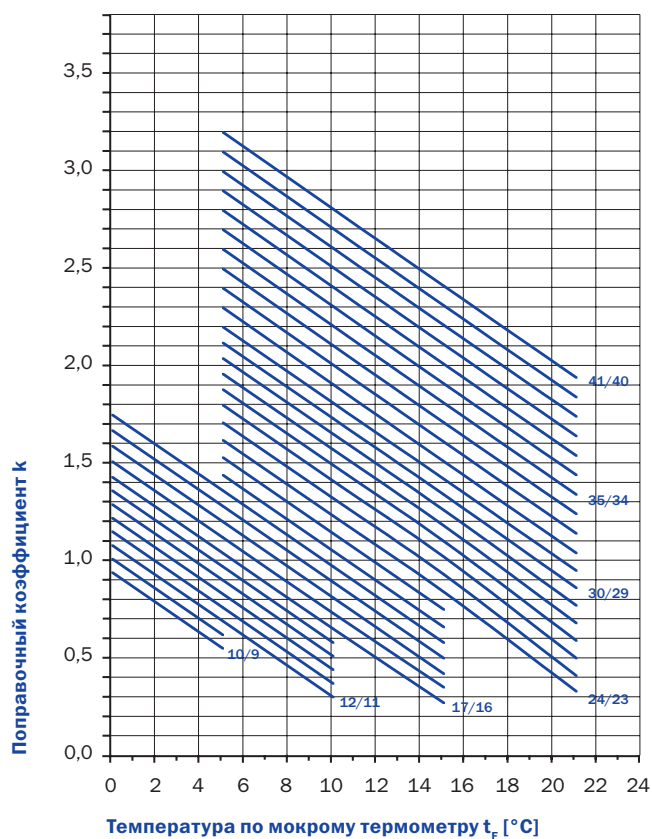
Рекомендуемые температуры по мокрому термометру для выбора градирен

°C			°C			°C		
Европа			Сербия	Белград	23,0	Ирак	Багдад	24,0
Бельгия	Брюссель	22,0	Словакия	Братислава	21,0		Басра	27,5
Дания	Копенгаген	20,0	Испания	Барселона	24,0		Абадан	26,5
Германия	Берлин	20,0	Чешская республика	Прага	21,0		Тегеран	22,0
	Кёльн	20,0	Турция	Анкара	19,0	Израиль	Хайфа	26,5
	Франкфурт н.М.	21,0		Стамбул	24,0		Иерусалим	22,5
	Лейпциг	20,0	Украина	Киев	25,0		Тель-Авив	26,5
	Маннгейм	22,5	Венгрия	Будапешт	21,0	Япония	Хиросима	28,0
	Мюнхен	20,0	Белоруссия	Минск	24,5		Осака	28,0
	Нюрнберг	19,5	Кипр	Никосия	24,5		Токио	26,5
	Штутгарт	21,0				Иордания	Амман	20,0
Англия	Бёрмингем	19,5	Северная и Южная Америка			Кувейт	Кувейт	27,0
	Лондон	19,0				Ливан	Бейрут	25,5
	Манчестер	20,0				Малайзия	Сингапур	28,0
Финляндия	Хельсинки	19,0	Аргентина	Буэнос-Айрес	24,0	Пакистан	Карачи	27,0
Франция	Бордо	23,5	Бразилия	Рио де Жанейро	25,5	Филиппины	Манила	26,5
	Лион	22,5		Сан Паоло	25,5	Саудовская Аравия	Джида	30,5
	Марсель	23,0	Чили	Сантьяго	22,0		Медина	26,5
	Париж	22,5	Канада	Торонто	23,5		Риад	25,5
	Страсбург	22,0		Монреаль	24,0	Шри Ланка	Коломбо	28,0
Греция	Афины	22,0		Ванкувер	19,5	Южная Корея	Сеул	26,0
Респ.	Дублин	18,5	Куба	Гавана	26,5	Сирия	Дамаск	22,5
Ирландия			Мексика	Мехико-Сити	17,0	Тайланд	Бангкок	28,5
Исландия	Рейкьявик	14,0	Перу	Лима	24,5	КНР	Гонконг	28,0
Италия	Флоренция	21,5	Уругвай	Монтевидео	24,0	Африка		
	Генуя	24,5	США	Бостон	24,0			
	Милан	23,0		Чикаго	24,0	Египет	Александрия	26,5
	Неаполь	24,0		Денвер	18,0		Каир	27,0
	Палермо	25,0		Лос Анджелес	21,0		Луксор	26,5
	Рим	23,0		Нью-Йорк	24,0	Алжир	Алжир	26,0
	Турин	24,0		Сан Франциско	18,5	Ангола	Луанда	27,0
	Венеция	24,5		Вашингтон	25,5	Эфиопия	Аддис-Абеба	22,0
Хорватия	Карловац	22,0	Венесуэла	Каракас	22,0	Гана	Аккра	28,0
Нидерланды	Амстердам	19,5	Австралия			Кения	Найроби	18,5
	Гаага	19,5				Конго	Браззавиль	28,0
	Роттердам	22,5	Австралия	Аделаида	20,5	Либерия	Монровия	28,0
Северная Ирландия	Белфаст	17,5		Брисбен	24,5	Ливия	Триполи	24,5
Норвегия	Осло	19,5		Мельбурн	23,5	Мадагаскар	Антананариву	22,5
Австрия	Грац	21,0		Сидней	22,0	Марокко	Касабланка	25,0
	Инсбрук	20,0	Азия			Намибия	Виндук	19,5
	Зальцбург	21,0				Нигерия	Лагос	28,5
	Филлах	20,0	Афганистан	Кабул	21,0	Тунис	Тунис	25,5
	Вена	22,0	Индия	Бомбей	28,0	ЮАР	Капштадт	22,5
Польша	Варшава	21,0		Калькутта	28,5		Дурбан	24,5
Португалия	Лиссабон	22,5		Мадрас	28,0		Йоханнесбург	20,5
Румыния	Бухарест	22,0		Нью-Дели	25,5		Претория	21,5
Россия	Москва	21,0				Судан	Хартум	27,0
Швеция	Стокгольм	17,5					Порт Судан	31,0
Швейцария	Базель	22,5						
	Берн	21,0						
	Женева	22,5						
	Люцерн	21,0						
	Цюрих	21,0						

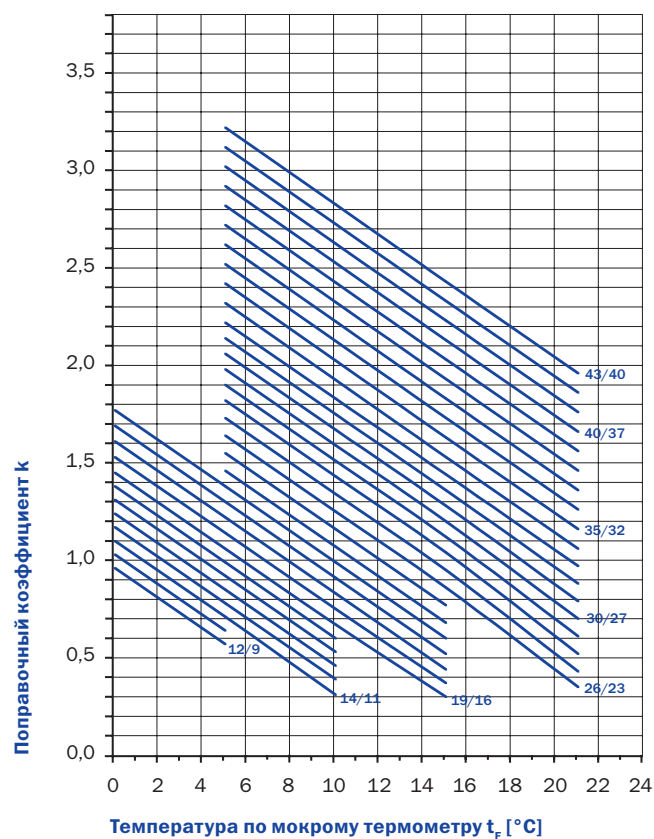
Приведённые температуры по мокрому термометру являются нормативными величинами, которые основываются на содержащейся в справочниках информации о погоде. Они не являются максимальными показателями, а служат в качестве основы выбора градирен выпаривания. Учитывается тот факт, что эти показатели достигаются в среднем четырежды в рамках статистического года и могут незначительно превышать. Изменения, которые могут произойти в течение соответствующего года наблюдения, также допускаются.

Кривые выбора

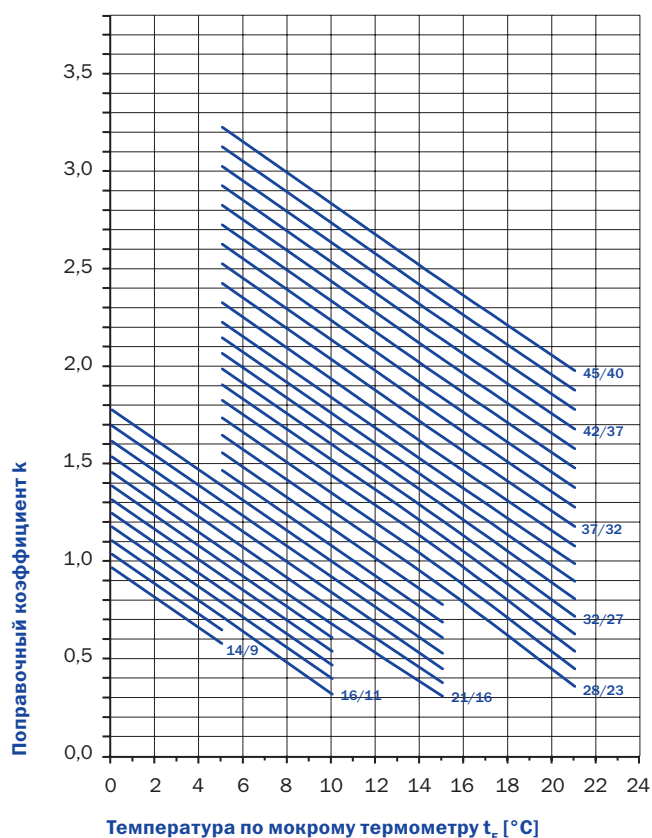
Кривые выбора $z = 1$ К



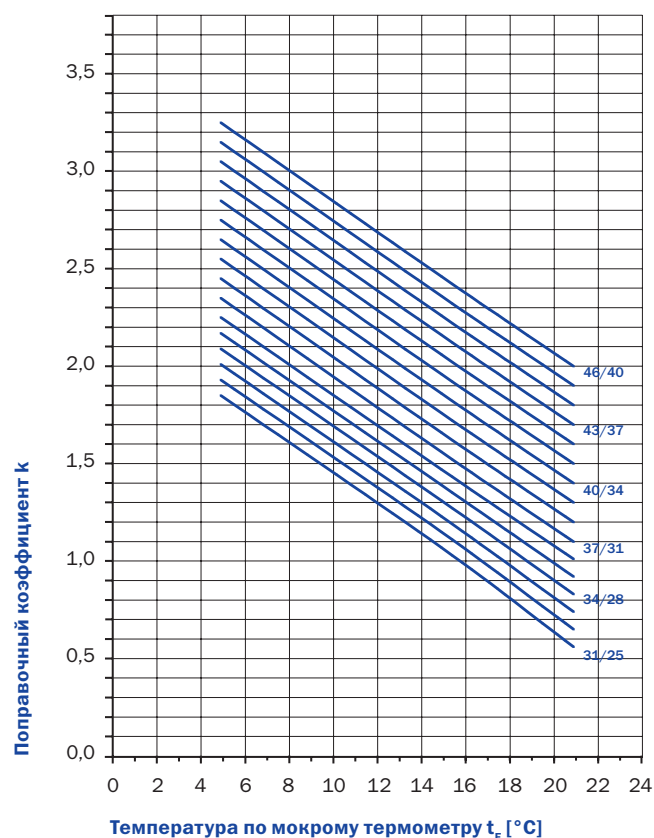
Кривые выбора $z = 3$ К



Кривые выбора $z = 5$ К

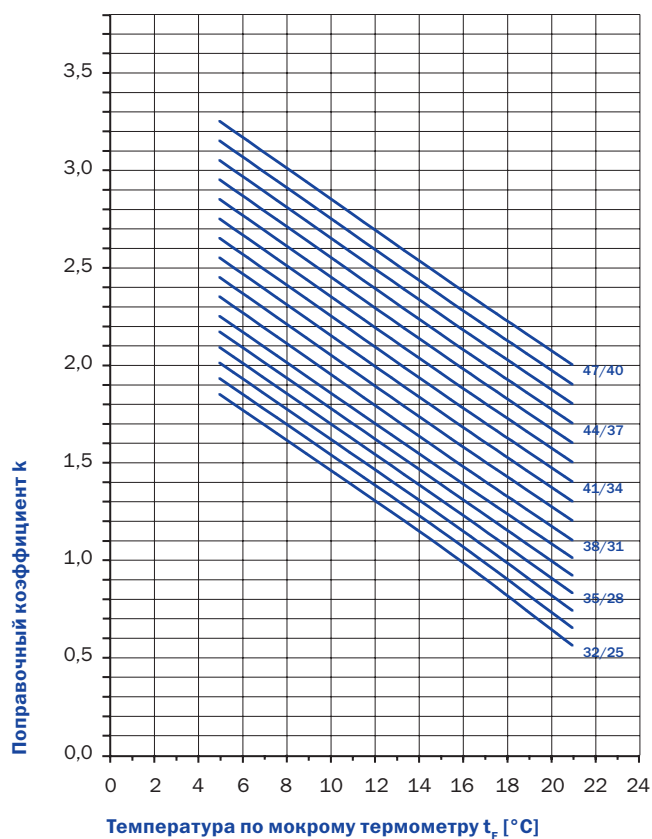


Кривые выбора $z = 6$ К

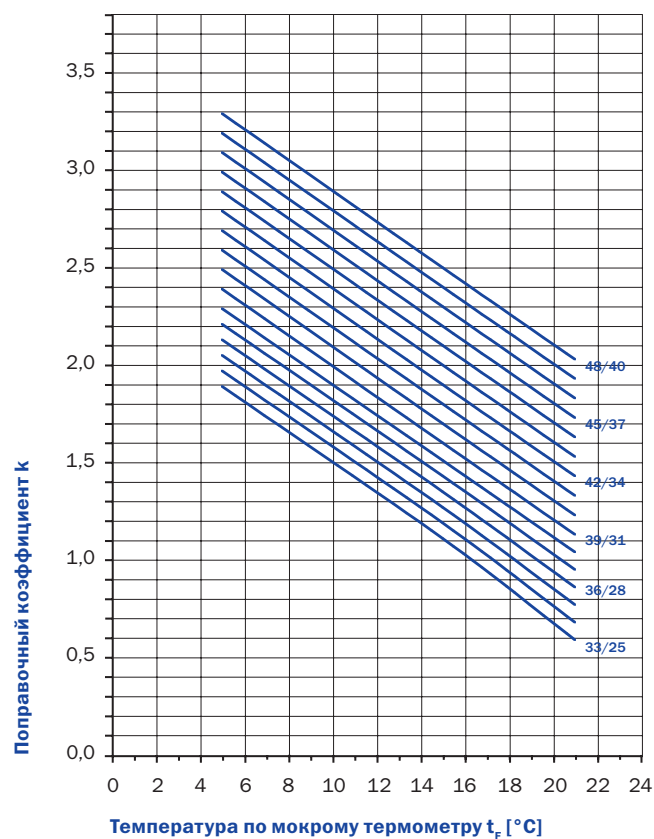


Кривые выбора

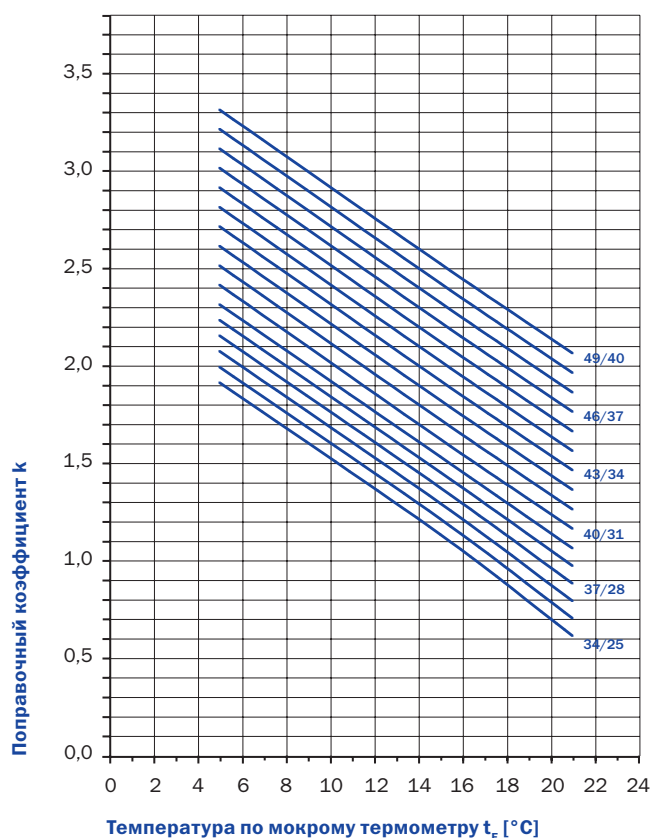
Кривые выбора $z = 7$ К



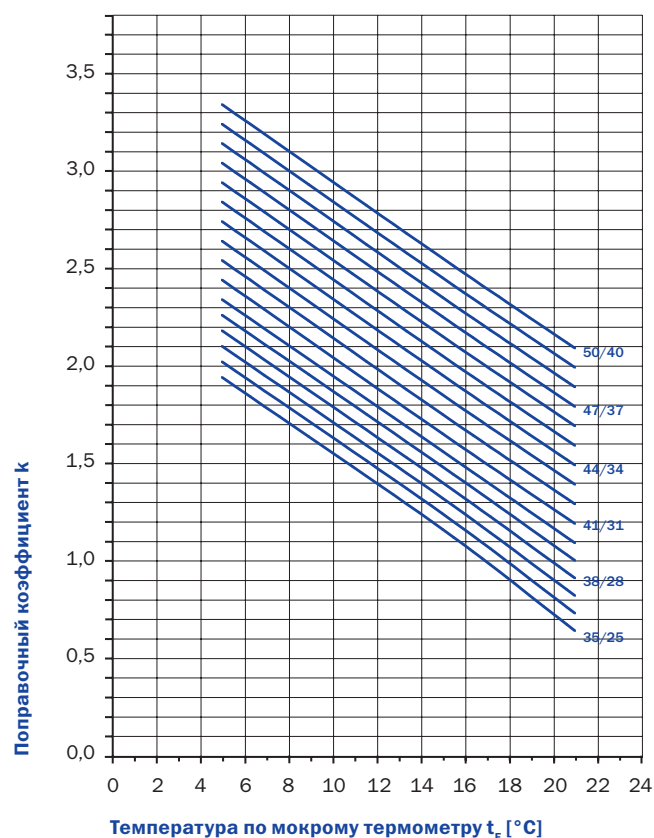
Кривые выбора $z = 8$ К



Кривые выбора $z = 9$ К

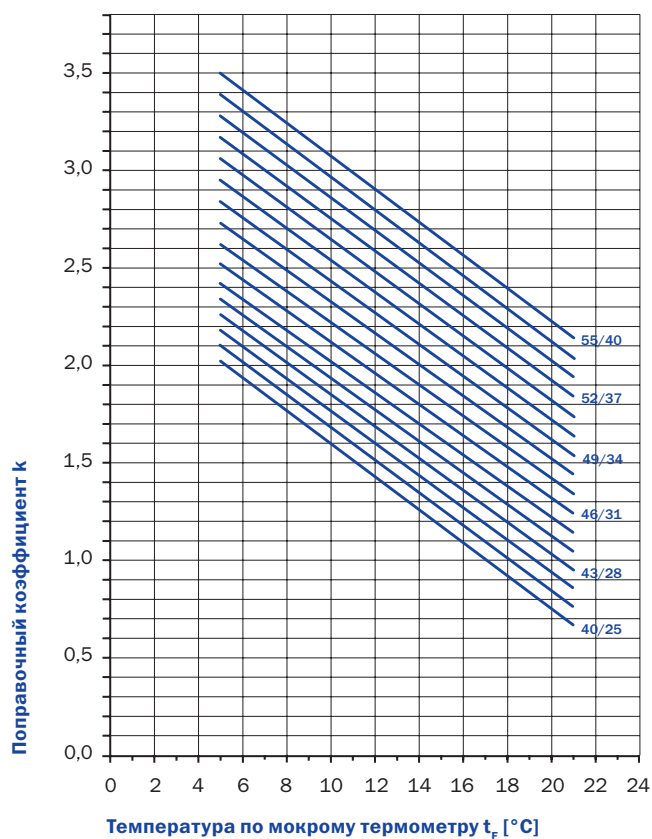


Кривые выбора $z = 10$ К

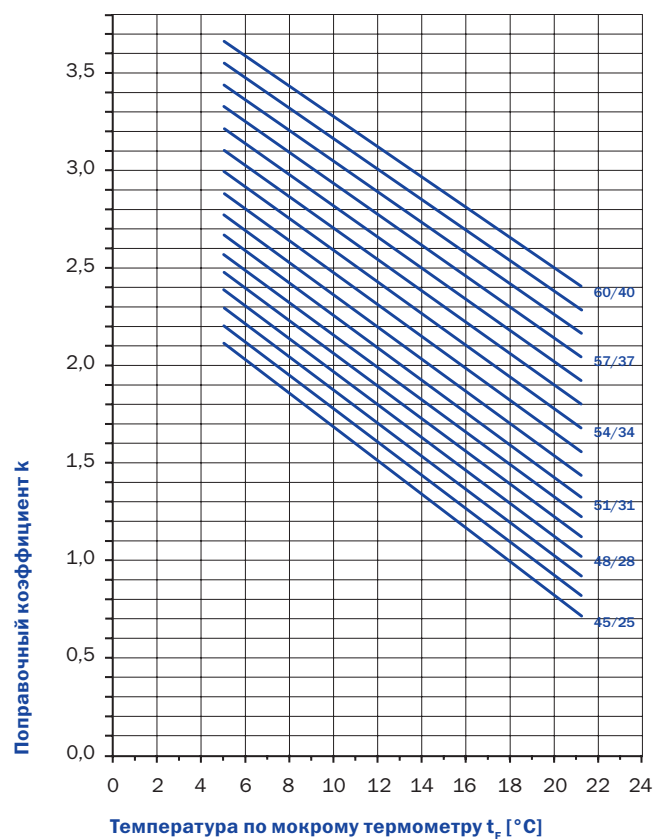


Кривые выбора

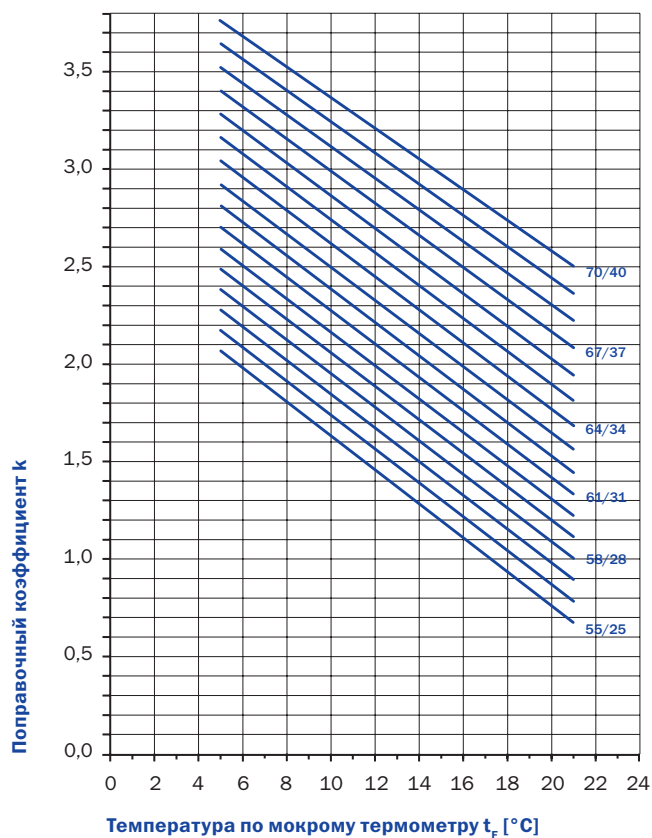
Кривые выбора $z = 15 \text{ K}$



Кривые выбора $z = 20 \text{ K}$



Кривые выбора $z = 30 \text{ K}$



Потери на испарение для гибридной градирни при различных температурах наружного воздуха

t_F Температура по мокрому термометру [°C]	t_L Температура по сухому термометру [°C]	r_F Относительная влажность воздуха [%]	x Абсолютная влажность воздуха [г/кг сухой воздух]	h Энтальпия [кДж/(кг K)]	$G_{wv} = Q \times a \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{ч}$ Q в kW Потери на испарение коэффициент a ¹⁾	
					Оптимизация потребляемой мощности	Оптимизация потребления воды
22	34	35,8	12,05	64,9	1,522 1,490 1,365 1,240 1,070 0,900 0,800 0,700	1,522 1,490 1,290 1,090 0,845 0,600 0,450 0,300
21	32	37,9	11,40	61,2		
20	30	40,5	10,87	57,8		
19	28	43,3	10,34	54,4		
18	26	46,6	9,88	51,2		
17	24	50,3	9,47	48,1		
16	22	54,5	9,09	45,1		
15	20	59,6	8,97	42,3		
14	18,5	61,8	8,28	39,5	0,675 0,650 0,625 0,600 0,575 0,550 0,525 0,500 0,470 0,440	Сухой режим работы
13	17,5	60,9	7,66	36,9		
12	16	63,3	7,23	34,3		
11	15	62,0	6,64	31,8		
10	13	69,5	6,53	29,5		
9	12	68,5	6,02	27,2		
8	10,5	71,8	5,71	24,9		
7	9,5	71,0	5,28	22,8		
6	8	75,1	5,05	20,7		
5	7	74,2	4,65	18,7		
4	6	73,5	4,30	16,8		
3	4,5	78,7	4,14	14,9		
2	3	85,0	4,03	13,1		
1	1,5	91,9	3,91	11,3	Сухой режим работы с защитой оросителя от замерзания	
0	0,1	98,0	3,77	9,5		

1) Примечание: В гибридной градирне теплота отводится частично через конвекцию, а частично за счёт испарения. Доля отводимого конвективного тепла в гибридной градирне значительно больше, чем в градирне закрытого типа.

При регулировании мощности возможны следующие настройки: · оптимизация энергопотребления
· оптимизация водопотребления

Потери на испарение зависят от выбора режима работы.

Подбор градирни

Температуры воды и температура по влажному термометру являются ключевыми показателями для поправочного коэффициента k . Чем выше температуры воды и чем ниже температура по влажному термометру, тем выше k .

Система подбора

Шаги выбора:

- 1 Рассчитать рабочую мощность охлаждения Q_B .
- 2 1. Определить поправочный коэффициент k_1 по кривой выбора 1. При необходимости провести интерполяцию.
- 3 Рассчитать необходимую номинальную мощность охлаждения Q_N

$$Q_N = \frac{Q_B}{k}$$

- 4 Выбрать установку, номинальная мощность охлаждения которой соответствует или больше данной.

- 5 С помощью компьютерной программы выбрать пластинчатый теплообменник.

- 6 С помощью компьютерной программы определить температуру переключения с мокрого на сухое охлаждение (при неизменной мощности охлаждения).

Пример выбора:

Дано: Требуемый расход воды $G_W = 50000 \text{ кг/ч}$
Температура воды на входе $t_{WE} = +40 \text{ °C}$
Температура воды на выходе $t_{WA} = +30 \text{ °C}$
Температура по мокрому термометру $t_F = +21 \text{ °C}$

Условия эксплуатации не представлены в таблицах быстрого выбора!

Результат:

- 1 $Q_B = 50000(40-30) = 500000 \text{ ккал/ч} \approx 581,4 \text{ кВт}$
- 2 $k = 1,08$ (кривая выбора для ширины зоны охлаждения 10 К)
- 3 $Q_N = \frac{581,4 \text{ кВт}}{1,08} = 538,33 \text{ кВт}$
- 4 Выбор прибора: НК 3/52 с $Q_{N \text{ ist}} = 555 \text{ кВт}$
- 5 Мелкоорезренный теплообменник: 12 рядов, перепад давления по воде 0,053 бар.
- 6 Значение переключения с мокрого на сухое охлаждение (при неизменной мощности охлаждения): + 19 °C.

При запросе для расчётов необходимо сообщить следующие данные:

- 1 Температура воды на входе t_{WE}
- 2 Температура воды на выходе t_{WA}
- 3 Расход воды m_v
- 4 Температура по мокрому термометру t_F
- 5 1. Размеры помещения / зоны для монтажа градирен.
- 6 Есть ли дополнительное статическое сопротивление по воздуху? (воздуховоды и др.)

Если гибридная градирня выключается в зимний период при температуре окружающего воздуха ниже 0°C, и теплоноситель остается в теплообменнике, то для предотвращения опасности замерзания рекомендуется использовать раствор этиленгликоля. В среднеевропейских широтах рекомендуется смесь 35% или 32,7% по объёму этиленгликоля с водой. Если соотношение в растворе точно соблюдено, то при необходимости достаточно смеси в 30% или 28% по объёму.

Таблица 3а Этиленгликоль* как, например, Antifrogen N (зарегистр. торг.марка)

Этиленгликоль Доля	Начало замерзания смеси	Плотность при +30°C в кг/м³	Спец. Теплота при +30°C кДж/кг К	Коррекция для потери давления в теплообменнике по отношению к воде	Коррекция для расхода в кг/ч	Поправочный коэффициент k _G
40 вес. %	- 26,7 °C	1050	3,52	1,320	1,135	0,96
35 вес. %	- 21,8 °C	1045	3,58	1,275	1,120	0,97
30 вес. %	- 17,0 °C	1040	3,64	1,230	1,105	0,99
25 вес. %	- 13,0 °C	1034	3,73	1,190	1,080	1,00

Выбор градирни осуществляется тем же методом, что и с водой. На этапе 3 должен быть учтён поправочный коэффициент k_G для Q_N из выше приведённой таблицы, как показано в примере.

Несмотря на свою токсичность этиленгликоль оправдал себя в качестве охлаждающего рассола на тысячах установок закрытого типа. Если всё же имеются сомнения по поводу его применения, возможна замена на пропиленгликоль, теплообменные свойства которого при аналогичной смеси с водой ниже.

Таблица 3б Пропиленгликоль* например, Antifrogen L (зарегистр. торг.марка)

Пропиленгли- коль Доля	Начало замерзания смеси	Плотность при +30°C в кг/м³	Спец. Теплота при +30°C кДж/кг К	Коррекция для потери давления в теплообменнике по отношению к воде	Коррекция для расхода в кг/ч	Поправочный коэффициент k _G
45 вес. %	- 25 °C	1033	3,70	1,42	1,090	0,91
40 вес. %	- 21 °C	1030	3,80	1,36	1,065	0,93
35 вес. %	- 17 °C	1027	3,88	1,31	1,040	0,95
30 вес. %	- 14 °C	1023	3,94	1,27	1,025	0,97

*Примечание

Чистые смеси без добавления ингибиторов применять не следует, так как их корродирующие свойства ещё хуже, чем у воды. Химическая промышленность, как правило, и предлагает только жидкости-теплоносители на основе гликоля, в которые добавлены ингибиторы, например, Antifrogen N.

Пример выбора

Дано: Расход воды: $G_w = 50000 \text{ кг/ч}$
Температура воды на входе $t_{WE} = +40 \text{ °C}$
Температура воды на выходе $t_{WA} = +30 \text{ °C}$
Температура по мокрому термометру $t_F = +21 \text{ °C}$

Результат:

1 $Q_B = 50000(40-30) = 500000 \text{ ккал/ч} = 581,4 \text{ кВт}$

2 $K_1 = 1,08$ (кривая выбора для Z= 6 К)

3 Поправочный коэффициент $k_G = 0,97$

4 $Q_{N \text{ erf.}} = \frac{Q_B}{k \cdot k_G} = \frac{581,4 \text{ кВт}}{1,08 \cdot 0,97} = 554,98 \text{ кВт}$

5 Выбор прибора: НК 3/52 с $Q_{N \text{ ist}} = 555 \text{ кВт}$

В этом примере гибридная градирня эксплуатируется зимой с 35% раствором этиленгликоля.

Условия эксплуатации не представлены в таблицах быстрого выбора.

6 Пластинчатый теплообменник: 12 рядов с потерей давления 0,053 бар.

7 Переключение с мокрого на сухое охлаждение при неизменной мощности при +18,5°C.

8 Потеря давления на теплообменнике по воде составляет 0,053 бар. Для раствора потеря давления умножается на 1,275 (из таблицы 3а), то есть $0,053 \times 1,275 = 0,068 \text{ бар}$.

9 Для выбора насоса необходимо значение расхода этиленгликоля. (из таблицы 3а) Коррекция для расхода составляет 1,12.

$50\,000 \text{ кг/ч воды} \times 1,12 = 56\,000 \text{ кг/ч}$

Потеря давления в теплообменнике

Значения перепада на теплообменнике необходимы для выбора насоса. Расчет проводится по кривой 2.

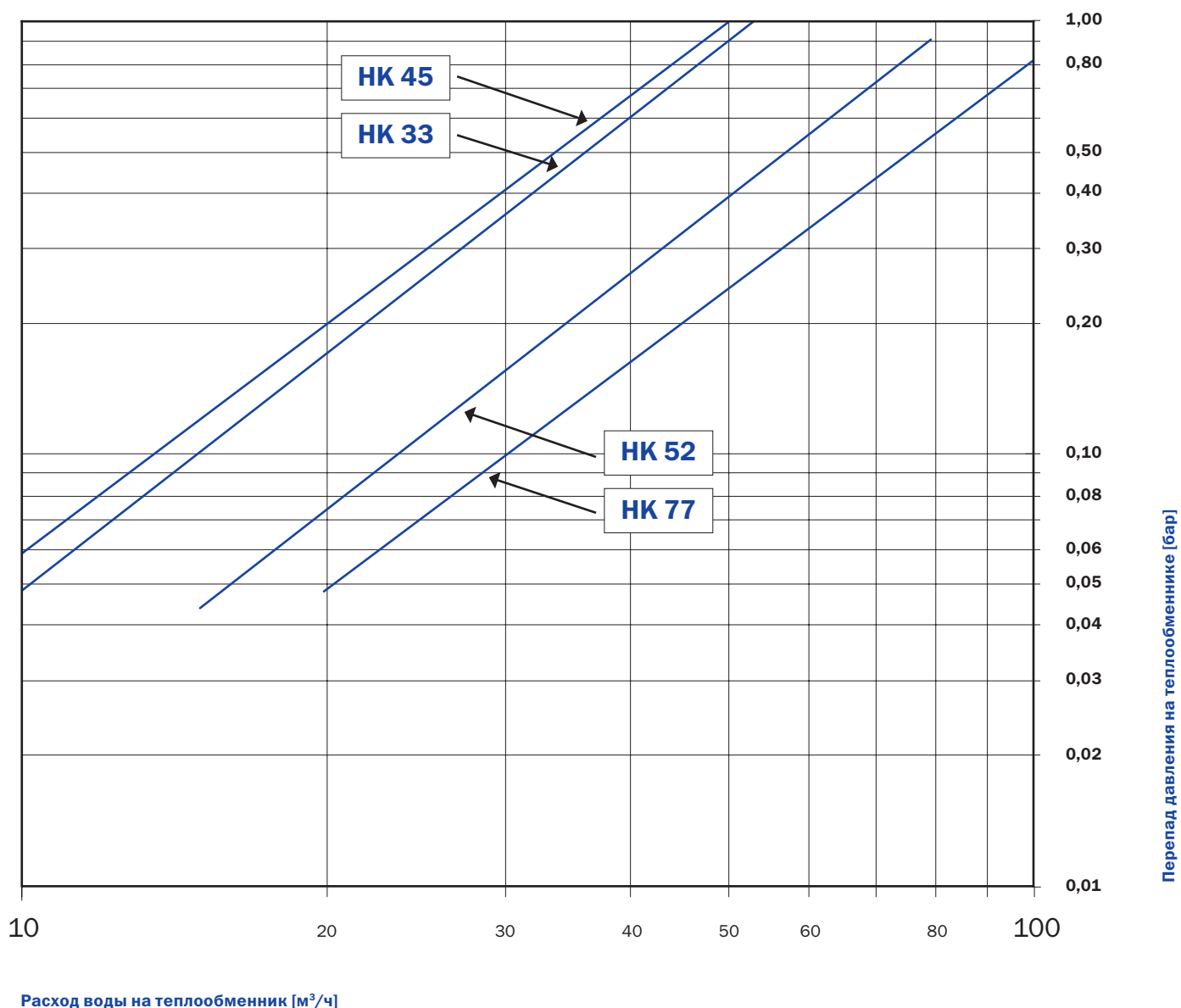
Пример 1 (вода)

Расход 50 000 кг/ч воды в агрегате НК 3/52.
Градирия имеет 3 вентилятора (первая цифра в наименовании)
Расчёт: 0,053 бар

Пример 2 (35% раствор этиленгликоля)

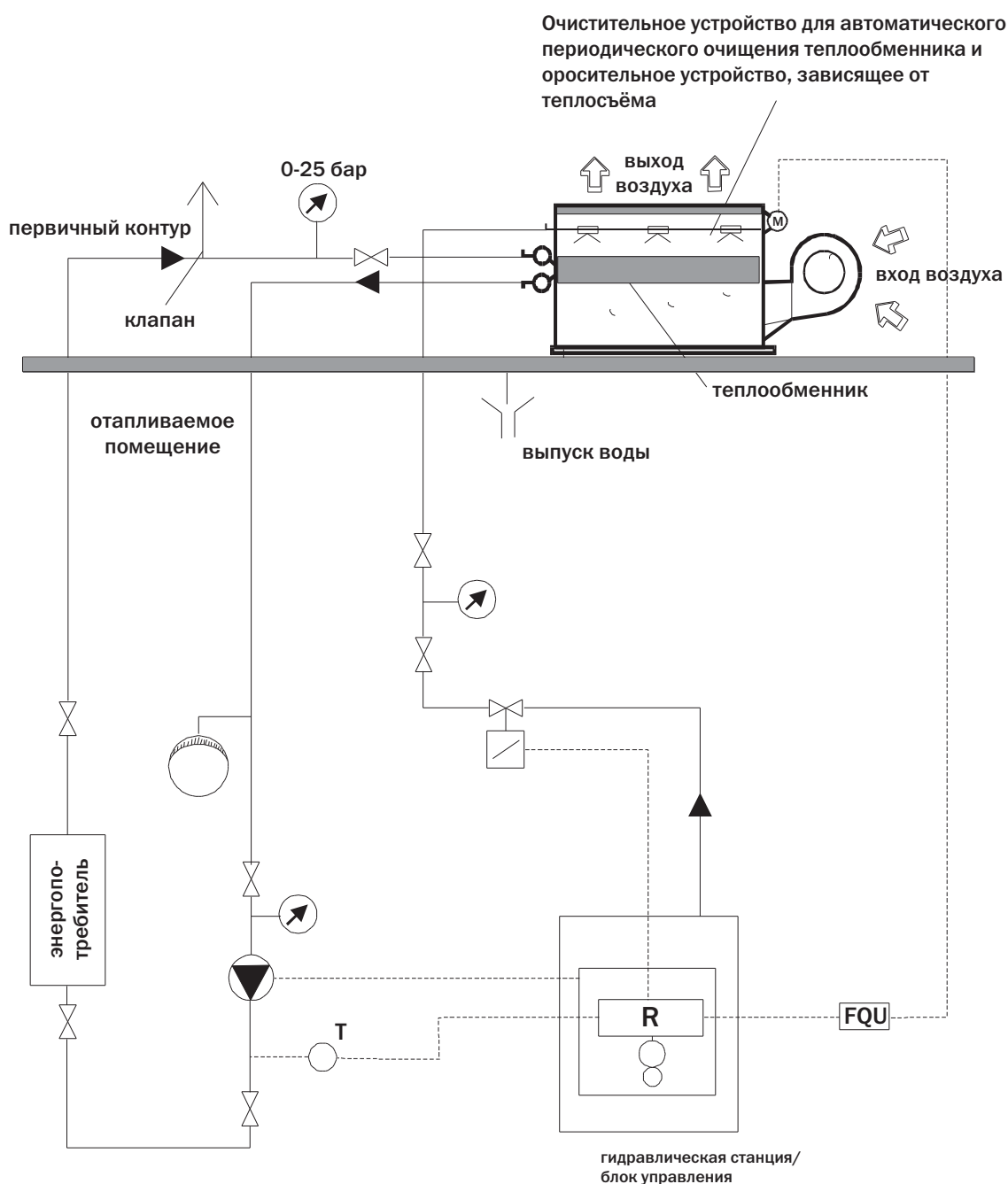
Расход 33 600 кг/ч воды в агрегате НК 77.
Градирия имеет один вентилятор.
Расчёт: 0,12 бар.
Согласно таблице За коррекция потери давления в теплообменнике по отношению к воде: 1, 275
Для 35% раствора этиленгликоля: $0,12 \times 1,275 = 0,15$ бар.
Расход этиленгликоля в теплообменнике при неизменной мощности охлаждения: $33\,600 \times 1,12 = 37\,632$ л/ч
Коррекция для расхода 1,12 из таблицы За.

Кривая выбора 2

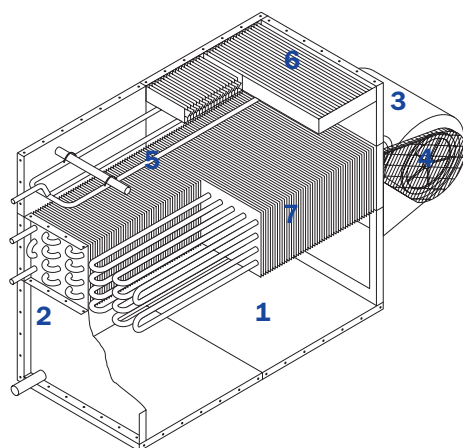


Наше предложение

Первичный контур: Этиленгликоль 35% по весу
Оросительное устройство: Оросительное устройство автоматически блокируется и опорожняется.
Очистительное устройство: При температурах внешнего воздуха $< +5^{\circ}\text{C}$ подводы автоматически опорожняются.
Первичный контур заполняется 35%-м раствором этиленгликолевой воды, температура замерзания которого около $-21,8^{\circ}\text{C}$.
Гидравлическая станция должна быть размещена в *отопляемом помещении*.



Технические данные



Технические данные

Гибридная градирня	
Тип	
Мощность охлаждения	кВт
Температура воды на входе	°C
Температура воды на выходе	°C
Температура по мокрому термометру	°C
Температура внешнего воздуха	°C
Температура переключения с мокрого на сухой режим эксплуатации	°C
(при постоянной мощности)	
Расход воды	м³/ч
с _____ % раствором этиленгликоля	
Перепад давления по воде в теплообменнике	бар
Вес воды в теплообменнике	кг
Площадь поверхности теплообменника	м²
Потеря воды на испарение	м³/ч
(прим. 1,49 кг/кВт)	
Потеря воды на капальный унос	м³/ч
(макс. 10%)	
Общий расход свежей воды	м³/ч
В качестве свежей воды должна использоваться только осмотическая вода или вода соответствующего качества.	
Давление открытия распылительных форсунок	0,7 бар
Рабочее давление на форсунках при распылении	1,1-2,0 бар
Рабочее давление на форсунках в режиме очистки	3,5 бар

Длительность режимов очистки и промывки	12 мин
Объем тёплой воды (45-50°C) на один цикл очистки	кг
(прим. раз в неделю)	
Расход тёплой воды	кг/ч
Расход моющих средств за один цикл очистки	кг
Оросительное устройство с линейным приводом	
24V, 120W, 5A	
Количество и тип вентиляторов	шт
Расход воздуха	м³/ч
Скорость вентилятора	мин⁻¹
Потребляемая мощность вентилятора	кВт
Транспортный вес	кг
Рабочий вес	кг
Размеры Д/Ш/В	мм
Шум на расстоянии 3 м по оси вентилятора при свободном распространении акустических волн	дБ (А)

Технические данные с принадлежностями

Транспортный вес с принадлежностями	кг
Рабочий вес с принадлежностями при уровне воды до перелива	кг
Размеры с комплектующими Д/Ш/В	мм

1 Корпус и поддон

Корпус и поддон составляют единый блок и состоят из стальных листов, которые собраны в форме коробки с применением герметика для длительной пластичности и болтов из нержавеющей. Несущие балки из листовой стали вмещают блок наполнителей мокрого настила. Отбойники равномерно распределяют воздух над блоком наполнителей. Смотровой люк позволяет проводить регулировку и контроль компонентов, а также обслуживание и чистку поддона.

2 Подводы для воды

Подводы воды к теплообменнику имеют фланцы PN 16 DIN 2633. На сливном патрубке имеется внутренняя резьба. Защита от переполнения. Электронный индикатор контролирует max допустимый уровень воды в поддоне.

3 Центробежный вентилятор двустороннего всасывания

Используется низкошумный, высокоэффективный вентилятор с вперед направленными лопатками. Крыльчатка вентилятора оцинкованная, статически и динамически сбалансированная. Вал вентилятора изготовлен из нержавеющей, высоколегированной стали X 20 Cr 13. Опорные подшипники повышенной износостойкости попарно смонтированы на валу вентилятора и имеют смазочные патрубки и штуцер закрепленный на корпусе вентилятора. Привод осуществляется за счёт клиновидного ремня. Шкивы изготовлены из сплава алюминия со стальными втулками. Вентилятор работает в сухом поступающем воздухе и является легко доступным для техобслуживания.

4 Защитная решётка для ремня и вентилятора

Решётки изготовлены из оцинкованной проволоки (не используются при применении ограждения вентилятора).

5 Распылительное устройство

Вода распыляется на мелкооребранный теплообменник через распылитель работающий в прерывистом режиме. Оросительное устройство установлено на двигающейся взад-вперёд в горизонтальной плоскости каретке и располагается над пластинчатым теплообменником. Оросительное устройство и конструкция каретки изготовлены из легированной стали (номер рабочего материала 1.4301). Каретка проводится в движение взад-вперёд по направляющим с помощью двигателя. Распыление осуществляется через специальные пластиковые форсунки с плоской струей (используются форсунки из MS и сито из легированной стали).

5 Чистящее устройство

Чистящее устройство предназначено для автоматического периодического очищения пластинчатого теплообменника. Чистка осуществляется специальными чистящими средствами и при повышенном давлении форсунок. Чистка возможна только при выключенном вентиляторе.

6 Каплеуловители

Каплеуловители изготовлены из пластика (PVC) с оптимальным водоотделением при низком перепаде давления. Воздух из каплеуловителей выходит вертикально вверх.

7 Мелкооребранный теплообменник

Рифлёные медные пластины натянуты на цельные медные трубы, которые впоследствии механически расширяются для закрепления пластин на трубах. Расстояние между пластинами составляет 3 мм. Распределитель и коллектор сделаны из стали или меди. Рамка изготавливается из легированной стали (V2A) или листовой меди. Контроль давления системы осуществляется по DIN 8975.

Защита от коррозии

Все оцинкованные стальные листы проходят пескоструйную обработку, нагреваются в конвейерной печи и опускаются в ванну с пластиковым порошком (Performance Polymer Alloy). Образуется пластиковое защитное покрытие толщиной 0,3 мм с каждой стороны. Такое покрытие имеет однородную структуру, высокую эластичность, высокое сопротивление к химическому воздействию, к воздействию солнечной радиации и атмосферы. (Каплеуловитель, крыльчатка вентилятора с валом и шкивами, оросительные трубы, болты и гайки не подвергаются вихревому оплавлению.)

Принадлежности Принадлежности описаны в отдельной брошюре.

Указания по установке и эксплуатации

Уровень шума

Указанные значения шума в дБ(А) приводятся для точки замера на расстоянии 3 м по оси вентилятора при свободном распространении акустических волн (направление наибольшего шума). Несмотря на то, что вентиляторы с загнутыми вперед лопатками имеют относительно низкий уровень шума и высокую эффективность, реальные значения дБ(А) зависят также от отражающих/поглощающих свойств места установки градирни.

Мощности охлаждения при приводе радиальные вентиляторов электродвигателем с регулируемой частотой

Диапазон регулирования от 50 до 10 Гц. Плавная регулировка оборотов с 1500 мин⁻¹ до 300 мин⁻¹, при этом мощность охлаждения уменьшается примерно со 100% до 25%. Если вентилятор и орошение выключены, то мощность охлаждения составляет в зависимости от температуры наружного воздуха около 5%. Мощность двигателей должна выбираться на 10% больше от требуемой мощности на валу вентилятора. Максимальная высота для всех моторов – 200 (значение) L, при этом макс. 320 кг.

Стандартные агрегаты с 2 двигателями

Агрегаты с 4, 5 и 6 вентиляторами оснащены 2 двигателями, которые должны включаться и отключаться одновременно.

Если требуется отдельное включение, то необходимо установить два независимых агрегата, которые могут быть соединены в одну установку (например, вместо 1х 4/77 → 2х2/77) также возможна установка внутренней разделительной стенки (за дополнительную плату).

Испытательное и рабочее давление

Испытательное давление: 15 бар; допустимое max рабочее давление: 8 бар. Допустимая max температура 100°C.

Расход и подпитка воды

Количество подаваемой воды рассчитывается из количества на испарение и потерь при стекании.

Орошение осуществляется периодически, то есть распыляется ровно столько воды, сколько испаряется.

Максимальные потери при стекании составляют за каждый кВт мощности охлаждения 1,49 кг/ч при максимально установленной мощности охлаждения и температуре по влажному термометру 21°C. Потери при стекании составляют макс. 10% от потерь при испарении.

В качестве свежей воды должна использоваться осмотическая или вода соответствующего качества.

Чистящее устройство

Процесс очистки теплообменника проводится нормальной водопроводной водой. Для очистки требуется тёплая вода 45-50°C и специальное чистящее средство, которое дозируется автоматически. Необходимое давление распыления 3,5 бар. Цикл очистки устанавливается отдельно. В зависимости от условий эксплуатации чистка должна проводиться каждые 70-150 производственных часов. Расход воды за один сеанс очистки устанавливается в зависимости от размера агрегата.

Гидравлическая станция с регулирующим устройством

Гидравлическая станция должна быть размещена в отапливаемом помещении. Она поставляется в готовом к подсоединению виде со всеми предохранительными деталями и арматурами, баками с дозирующим насосом и индикатором пустого бака. Каждый электрошкаф рассчитан на сетевое напряжение в 230/400 вольт, 50 Гц, по степени защиты оболочки IP 35 согласно VDE. Подсоединение двигателя вентилятора к частотному преобразователю осуществляется экранированными линиями. Длина кабеля между гибридным конденсатором и электрошкафом должна не превышать 15-20 м.

Принадлежности

Одно или двух скоростные электродвигатели или двигатели с частотным регулированием, отсечные клапаны на входе и выходе воздушного потока, погружные нагреватели воды в поддоне, неопределённые или пружинные антивибрационные крепления, стандартные резервуары для воды, ограждение вентилятора, шумоглушители на входе и выходе градирни, колпак на выхлопе, смотровые люки для оросителя, а также другие принадлежности по требованию. Принадлежности подробно описаны в отдельной брошюре - «принадлежности»

Возможности поставки

- 1 Все агрегаты могут быть поставлены в разобранном состоянии. Монтаж осуществляется на месте. Пластинчатый теплообменник является самой большой и тяжёлой деталью. Чтобы разгрузить детали и установить пластинчатый теплообменник после сооружения корпуса, требуется кран.
- 2 Агрегаты размером от 33 до включительно 2/77 могут поставляться в собранном виде под ключ. Кран потребуются только для того, чтобы перенести агрегат с грузовой машины на подготовленный фундамент. Плата за монтаж не взимается.

Важные указания

- 1 Мы рекомендуем применять только такую конструкцию фундамента под градирню, которая соответствует нашим требованиям. При установке градирни на улице фундамент должны быть водостойким. При установке градирни в помещении это относится как к фундаментам, так и к полу. Рекомендуется чтобы пол имел гидроизоляцию и слив в случае аварийных протечек. Уплотнения можно добиться с помощью добавления герметизирующего средства в бетон, нанесения водостойкого слоя краски или настилов из листовой стали или пластика.
- 2 Прогиб опорных балок под градирней на общую длину:
 - максимальное значение: полная длина/400
 - максимальное значение при использовании антивибрационных креплений: полная длина/600
- 3 Допуски при установке градирен составляют 5 мм на каждые 3 метра установки.
- 4 Вентиляторы градирен имеющие 2 или более вентиляторов в одной камере (без перегородок) должны включаться одновременно или с макс. задержкой в 10 сек. Частота переключения двигателя не должна превышать 15 раз в час.
- 5 Узкие и высокие градирни, которые могут качаться при ветровой нагрузке, должны быть закреплены в основании.
- 6 Мы рекомендуем использовать дополнительные смотровые люки для оросителя если у градирни нет возможности доступа к ним сверху.
- 7 Подводимые трубопроводы и коллекторы не должны передавать нагрузку на градирню. Заказчик должен закрепить трубопроводы в здании таким образом, чтобы исключить передачу внешних напряжений.
- 8 При заказе антивибрационных креплений необходимо предоставить конструкцию фундамента. Также рекомендуется использовать компенсирующие муфты при подсоединении трубопроводов для предотвращения передачи вибраций.
- 9 Указания, приведённые в соответствующем подтверждении заказа должны учитываться в каждом конкретном случае.
- 10 При необходимости размещения подпитки или других компонентов в местах определенных заказчиком, необходимо предварительно сообщить об этом (т.е. предоставить монтажные чертежи).
- 11 При комплектации градирни top/top проход на крышу должен быть на 100 мм больше габаритов установки, чтобы с каждой стороны оставался зазор в 50 мм, который затем будет запенен и закрыт фартуком.
- 12 Фундамент должен быть равномерно нагруженным (прим. на 100 мм длиннее габаритов градирни).
- 13 При установке на крыше или на другом незащищённом месте градирню рекомендуется оборудовать громоотводом.
- 14 Представленные размеры градирен являются усредненными. С учётом отклонений на фланцы и соединения окончательные размеры сообщаются дополнительно при подборе градирни.

Особенности конструкции

Дизайн

- 1 Продув. Вентилятор работает в сухом приточном воздухе и поэтому не подвергается воздействию водонасыщенного, вызывающего коррозию выходящего воздуха.
- 2 Данная конструкция не допускает «замыкания» воздушных потоков.
- 3 Камера статического давления: Вентиляторы направляют воздух в камеру статического давления, в которой совершается интенсивный теплообмен между воздухом и оросительной водой.
- 4 Установка полностью разборная, так как все детали конструкции соединены болтами.
- 5 Простое подсоединение воздухопроводов, так как на выходной стороне имеется оборотный борт.
- 6 Простой монтаж, если он должен осуществляться на месте. Прямоугольный тип конструкции экономит площадь.
- 7 Компактная конструкция, с небольшой высотой и малым весом.
- 8 Большой выбор принадлежностей: двигатели с частотным регулированием скорости вращения, устройство очистки теплообменника, автоматика управления, неопределенные или пружинные шумоизоляторы, шумоглушители, дополнительные корпуса для выхлопа, сервисные люки для камеры орошения и другие принадлежности представлены в соответствующем каталоге принадлежностей.

Исполнение

- 1 Коррозионная защита
Надежная, огнестойкая корпус из оцинкованной стали, покрытый пластиком внутри и снаружи (толщиной прим. 0,3 мм), обеспечивающий максимальную коррозионную защиту.
- 2 Мощность охлаждения регулируется автоматикой.
- 3 Автоматическое, функционирующее в периодическом режиме устройство очистки для пластинчатого теплообменника.

Эксплуатация

- 1 Экологически безопасный режим эксплуатации благодаря комбинированию преимуществ мокрого и сухого охлаждения.
- 2 Большой диапазон сухого охлаждения, отсутствие парообразования.
- 3 Отсутствие вторичного цикла, нет необходимости в водоподготовке.
- 4 Высокий уровень надежности при эксплуатации зимой.

Техническое обслуживание

- 1 За счёт небольшой высоты конструкции приборы легко доступны для технического обслуживания.
- 2 Автоматическое, функционирующее в периодическом режиме чистящее устройство для пластинчатого теплообменника препятствует образованию грязевых и минеральных отложений.

Шумовые помехи

- 1 Приборы с радиальными вентиляторами являются малозумными. Загнутые спереди лопасти позволяют сократить частоту вращения. За счёт значительных резервов давления на агрегате могут быть установлены дополнительные шумоглушители и т.д.

Имеется право на внесение технических изменений.