



# Системы рекуперации тепла

для использования теплого воздуха и теплой воды

## Зачем нужна рекуперация тепла?

В принципе должен задаваться вопрос: почему необходима рекуперация тепла? Поскольку практически 100 % электрической энергии, потребляемой винтовым компрессором или воздуходувкой, преобразуется в тепловую.

При этом до 96 % тепловой энергии пригодно для дальнейшего применения, например, для отопления. Таким образом сокращается потребление первичной энергии и значительно улучшается энергетический баланс всего предприятия.

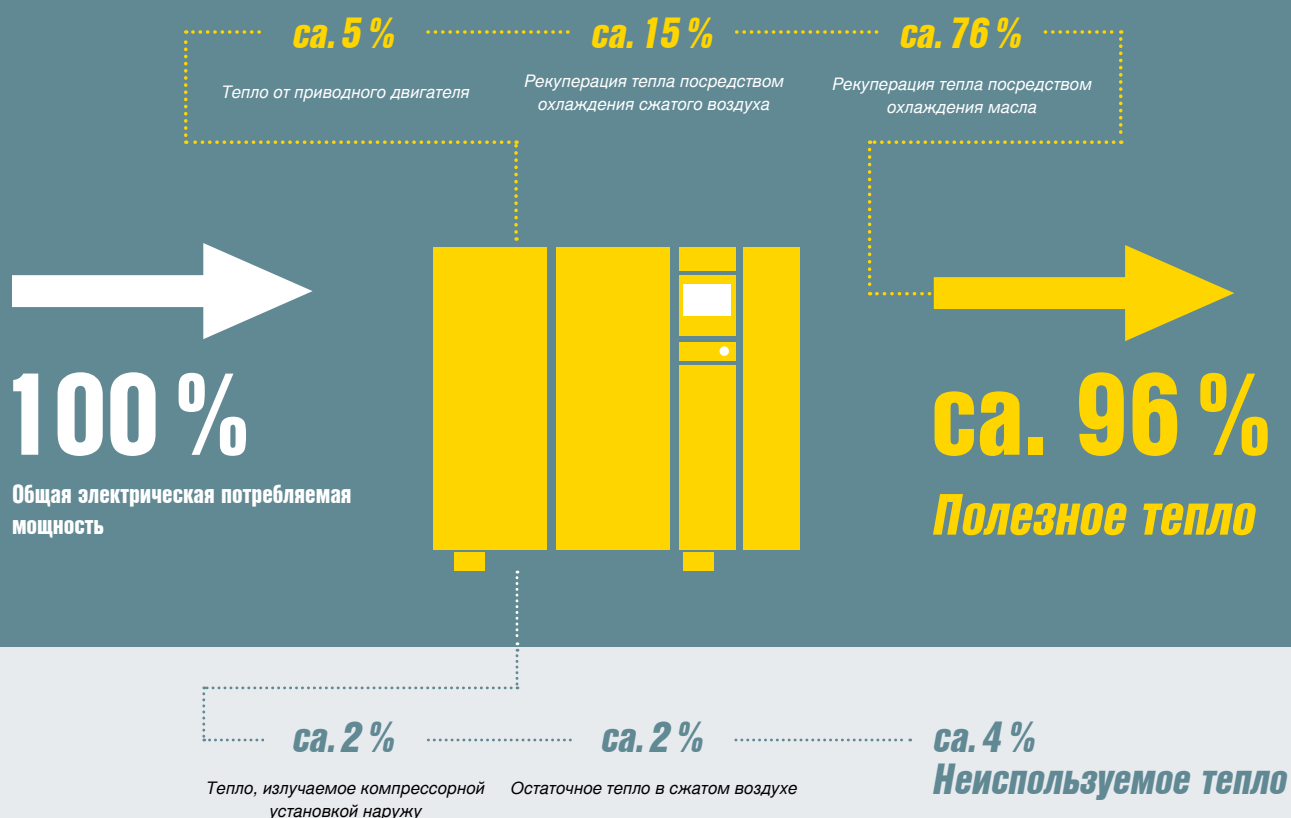
### Тепловая энергия компрессора

Практически 100 % электрической энергии, потребляемой винтовым компрессором, воздуходувкой или бустером, преобразуется в тепловую. На тепловой диаграмме (внизу) показано распределение энергии в компрессоре и какое количество при этом может быть использовано вторично.

Примерно 96 % можно рекуперировать, два процента тепловой энергии остается в сжатом воздухе и два процента теряется за счет теплового излучения. Откуда берется полезная тепловая энергия в сжатом воздухе?

Ответ неожиданно прост: электрическая энергия, потребляемая винтовым компрессором в процессе сжатия, преобразуется в тепловую. В то же время окружающий воздух, всасываемый компрессором, накапливает потенциальную энергию. Это соответствует примерно 25-ти процентам потребляемой компрессором электрической энергии. Использование возможно, когда сжатый воздух по-

дается потребителю и при этом его тепловая энергия излучается. За исключением потерь остаточную тепловую энергию можно использовать.



# Экономия средств и сохранение окружающей среды

## Экономия

Отопление газом 302 – 83 810 €/год

Отопление мазутом 304 – 84 283 €/год

Рекуперация  
тепла

до 96 %  
преобразуется в  
полезное тепло

Электрическая мощность 100%



Пластинчатый теплообменник	Размеры компрессоров		
	"мален."	"средн."	"больш."
Модели компрессоров	SM 16	BSD 83	FSD 475
Номинальная мощность приводного двигателя	9 кВт	45 кВт	250 кВт
Годовой потенциал экономии при отоплении мазутом	857 €	9.037 €	45.522 €
	4.671 кг CO <sub>2</sub>	49.285 кг CO <sub>2</sub>	248.274 кг CO <sub>2</sub>



Рис.: бустер DN 45 C с рекуперацией тепла

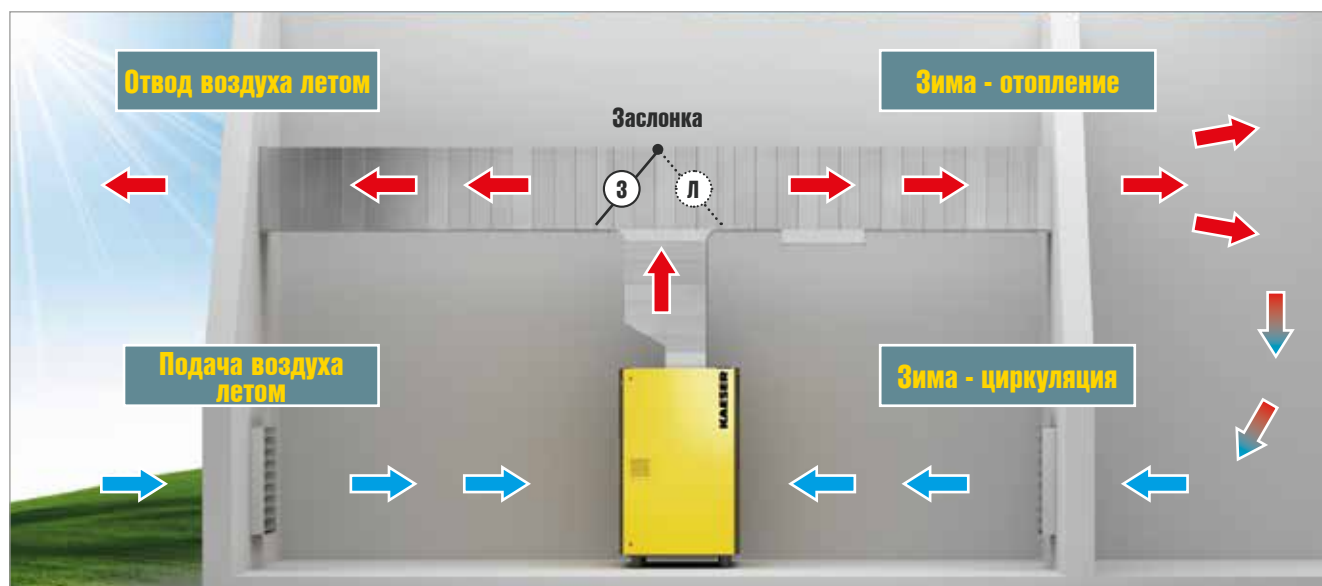
Система рекуперации тепла «Теплый воздух»

## Минимизация потребления первичной энергии на отопление

Современные винтовые компрессоры, бустеры и воздуходувки прекрасно подходят для рекуперации тепла.

В особенности при отводе излучаемого тепла через каналные системы, потенциал повторного использования энергии составляет до 96 процентов.

Вне зависимости, идет ли речь о компрессоре с масляным охлаждением или сухого сжатия, бустере, воздуходувке.



### Отопление теплым воздухом

Вентиляционным воздухом, отводящим тепло от компрессора, можно эффективно отапливать помещения через воздуховоды. Таким образом, до 96 процентов электрической энергии, потребляемой компрессором, используется для отопления или технологических нужд. При использовании отходящего тепла для отопления, нагретый вентиляционный воздух посредством воздуховодов целенаправленно направляется в эти места. Таким образом, складские или производственные помещения могут бесплатно отапливаться благодаря теплу компрессора. Благодаря заслонке летом (Л) теплый воздух направляется наружу, а зимой (З) для отопления помещений.

## Минимизация потребления первичной энергии для отопления и технологических нужд



Благодаря теплообменным системам отработанный теплый воздух компрессора используется для нагрева горячей воды до температуры +70°C, а при необходимости и до +90°C, для отопления или технологических нужд.

Для нагрева воды отопительной системы и технологических нужд предусмотрены теплообменные системы РТГ. Это обычное использование отработанного теплого воздуха.

При отсутствии других водяных контуров специальные безопасные теплообменники используются в случаях, когда предъявляются особые требования к качеству подогреваемой воды, например, для промывки в пищевой промышленности.

Теплообменные системы, используя теплый воздух компрессора, обеспечивают нагрев горячей воды до температуры +70°C. При необходимости возможен нагрев до более высокой температуры.



### Подпитка отопительной системы

Отопительно-нагревательное оборудование позволяет использовать до 76 процентов первичной энергии, потребляемой компрессором. Это существенно сокращает потребление энергии, идущей на отопление.



### Пластиначатый теплообменник РТГ

Там, где необходим нагрев воды для отопительной системы и технологических нужд, используют преимущественно высококачественные пластиначатые теплообменники из нержавеющей стали.



# Оснащение для винтовых компрессоров



## Рекуперация тепла «Теплый воздух»

Все винтовые компрессоры KAESER предусмотрены для подключения вытяжных каналов. Монтаж каналов производится заказчиком. Нагретый вентиляционный воздух используется для нагрева помещений. Возможные сферы применения: осушения, отопления производственных и офисных помещений, в качестве тепловой завесы (на воротах) или предварительного прогрева печей.



## Система с пластинчатым теплообменником PTG

Начиная с серии SM (от 5,5 кВт), винтовые компрессоры оснащаются теплообменными системами PTG. В зависимости от размеров установки теплообменные системы PTG могут быть установлены как внутри компрессора, так и снаружи. Возможные сферы применения: подпитка центрального отопления, прачечные, гальваника, технологические нужды. Специальный безопасный теплообменник: вода для мойки в пищевой промышленности, подогрев плавательных бассейнов, горячая вода для бытовых и душевых помещений.



## Трубчатый теплообменник

При наличии охлаждающей воды недостаточного качества (загрязненной, с высоким содержанием кальция) используется специальный трубчатый теплообменник. Наши специалисты помогут Вам в выборе оптимальной системы с учетом Ваших индивидуальных потребностей.



## Тепло необходимо не только зимой

Необходимость отопления в зимнее время очевидна. В той или иной мере тепло необходимо и в другие месяцы, например, для подготовки горячей воды: поэтому годовая потребность в тепловой энергии составляет 4000 часов.





Рис.: Схема рекуперации тепла, использование для питьевой воды только со специальным безопасным теплообменником



Рис.: Оборудование, установленное внутри компрессора: пластинчатый теплообменник, термоклапан и трубы

# Технические характеристики для ...

## Теплый воздух

Модель	Макс. избыточное давление бар	Номинальная мощность двигателя кВт	Максимальная полезная тепловая мощность		Полезное количество теплого воздуха м³/ч	Нагрев/охлажд. воздуха (примерно) К	Потенциал экономии отопительного масла			Потенциал экономии газа										
			кВт	МДж/ч*			Отопительное масло л	CO <sub>2</sub> кг	Экономия затрат на отопление €/год	Газ м³	CO <sub>2</sub> кг	Экономия затрат на отопление €/год								
SX 3	8	2,2	2,7	10	1000	8	608	1 658	304,-	504	1 008	302,-								
SX 4		3	3,4	12	1000	10	766	2 089					2000 ч/г	635	1 270	381,-				
SX 6		4	4,4	16	1000	13	992	2 705									496,-	822	1 644	493,-
SX 8		5,5	6,0	22	1300	14	1 352	3 687												
SM 10	8	5,5	6,8	25	2100	10	1 532	4 178	766,-	1 270	2 540	762,-								
SM 13		7,5	9,1	33		13	2 051	5 593					1 026,-	1 699	3 398	1 019,-				
SM 16		9	11,1	40		16	2 501	6 820									1 251,-	2 073	4 146	1 244,-
SK 22	8	11	13,2	48	2500	16	2 975	8 113	1 488,-	2 465	4 930	1 479,-								
SK 25		15	16,5	59	3000	17	3 718	10 139					1 859,-	3 081	6 162	1 849,-				
ASK 28	8	15	18,4	66	4000	14	4 147	11 309	2 074,-	3 436	6 872	2 062,-								
ASK 34		18,5	22,8	82	4000	17	5 138	14 011					2 569,-	4 258	8 516	2 555,-				
ASK 40		22	26,8	96	5000	16	6 040	16 471									3 020,-	5 005	10 010	3 003,-
ASD 35	8,5	18,5	19,9	72	3800	16	8 969	24 458	4 485,-	7 432	14 864	4 459,-								
ASD 40		22	23,5	85	3800	19	10 592	28 884					5 296,-	8 777	17 554	5 266,-				
ASD 50		25	28,0	101	4500	19	12 620	34 415									6 310,-	10 458	20 916	6 275,-
ASD 60		30	34,6	125	5400	19	15 595	42 528												
BSD 65	8,5	30	35,2	127	6500	16	15 865	43 264	7 933,-	13 147	26 294	7 888,-								
BSD 75		37	43,4	156	8000	16	19 561	53 343					9 781,-	16 209	32 418	9 725,-				
BSD 83		45	52,0	187	8000	20	23 437	63 913									11 719,-	19 421	38 842	11 653,-
CSD 85	8,5	45	50	179	9400	16	22 445	61 208	11 223,-	18 599	37 198	11 159,-								
CSD 105		55	62	223	9400	20	27 944	76 203					13 972,-	23 156	46 312	13 894,-				
CSD 125		75	75	270	10700	21	33 803	92 181									16 902,-	28 011	56 022	16 807,-
CSDX 140	8,5	75	84	302	11000	23	37 860	103 244	18 930,-	31 373	62 746	18 824,-								
CSDX 165		90	101	364	13000	23	45 522	124 138					22 761,-	37 722	75 444	22 633,-				
DSD 145	9	75	82	295	11000	22	36 958	100 784	18 479,-	30 626	61 252	18 376,-								
DSD 175	8,5	90	96	346	13000	22	43 268	117 992					21 634,-	35 854	71 708	21 512,-				
DSD 205	8,5	110	120	432	17000	21	54 085	147 490									27 043,-	44 818	89 636	26 891,-
DSD 240	8,5	132	145	522	20000	22	65 353	178 218												
DSDX 245	8,5	132	143	515	21000	20	64 451	175 758	32 226,-	53 408	106 816	32 045,-								
DSDX 305		160	174	626		25	78 423	213 860					39 212,-	64 986	129 972	38 992,-				
ESD 375	8,5	200	221	796	30000	22	99 607	271 628	49 804,-	82 540	165 080	49 524,-								
ESD 445		250	254	914	34000	22	114 480	312 187					57 240,-	94 865	189 730	56 919,-				
FSD 475	8,5	250	274	986	40000	21	123 494	336 768	61 747,-	102 334	204 668	61 400,-								
FSD 575		315	333	1199		25	150 086	409 285					75 043,-	124 370	248 740	74 622,-				
HSD 662	8,5	360	21	76	10000	6	9 465	25 811	4 733,-	7 843	15 686	4 706,-								
HSD 722		400	24	86		7	10 817	29 498					5 409,-	8 964	17 928	5 378,-				
HSD 782		450	25	90		7	11 268	30 728									5 634,-	9 337	18 674	5 602,-
HSD 842		500	28	101		8	12 620	34 415												

\* 1 МДж/ч = 1 кВт x 3,6

### Пример расчета экономии для ASD 50

для отопительного масла	
Максимальная полезная тепловая мощность:	28,0 кВт
Теплота сгорания отопительного масла (л):	9,861 кВтч/л
КПД отопительного масла:	90 %
Цена литра отопительного мазута:	0,50 €/л
<b>Экономия затрат:</b>	$\frac{28,0 \text{ кВт} \times 4.000 \text{ ч/г}}{0,90 \times 9,861 \text{ кВтч/л}} \times 0,50 \text{ €/л} = 6 310 \text{ € за год}$

для газа	
Максимальная полезная тепловая мощность:	28,0 кВт
Теплота сгорания газа (м³):	10,2 кВтч/м³
КПД газового отопления:	105 %
Цена газа (1 м³):	0,60 €/м³
<b>Экономия затрат:</b>	$\frac{28,0 \text{ кВт} \times 4.000 \text{ ч/г}}{1,05 \times 10,2 \text{ кВтч/м}^3} \times 0,60 \text{ €/м}^3 = 6 275 \text{ € за год}$

Примечание: потенциал экономии приведен с учетом тепловой энергии компрессоров при максимальном избыточном давлении (8,0/8,5/9,0 бар). При другом давлении возможны другие параметры.

# ... ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ

## Теплая вода

Модель	Макс. избыточное давление бар	Номинальная мощность двигателя кВт	Максимальная полезная тепловая мощность		Количество горячей воды нагрев до 70 °С		Монтаж системы РТГ	Потенциал экономии отопительного масла			Потенциал экономии газа		
			кВт	МДж/ч	(ΔТ 25 К) м³/ч	(ΔТ 55 К) м³/ч		Отопительное масло л	CO <sub>2</sub> кг	Экономия затрат на отопление €/год	Газ м³	CO <sub>2</sub> кг	Экономия затрат на отопление €/год
SM 10	8	5,5	4,5	16	0,16	0,07	внешн.	1 014	2 765	507,-	840	1 680	504,-
SM 13		7,5	6,2	22	0,21	0,10		1 397	3 810	699,-	1 158	2 316	695,-
SM 16		9	7,6	27	0,29	0,13		1 713	4 671	857,-	1 419	2 838	851,-
SK 22	8	11	9,4	34	0,32	0,15	внешн.	2 118	5 776	1 059,-	1 755	3 510	1 053,-
SK 25		15	12,0	43	0,41	0,19		2 704	7 374	1 352,-	2 241	4 482	1 345,-
ASK 28	8	15	13,6	49	0,47	0,21	внутри	3 065	8 358	1 533,-	2 540	5 080	1 524,-
ASK 34		18,5	16,9	61	0,58	0,26		3 808	10 384	1 904,-	3 156	6 312	1 894,-
ASK 40		22	19,8	71	0,68	0,31		4 462	12 168	2 231,-	3 697	7 394	2 218,-
ASD 35	8,5	18,5	15,2	55	0,52	0,24	внутри	6 851	18 683	3 426,-	5 677	11 354	3 406,-
ASD 40		22	18,1	65	0,62	0,28		8 158	22 247	4 079,-	6 760	13 520	4 056,-
ASD 50		25	21,6	78	0,74	0,34		9 735	26 547	4 868,-	8 067	16 134	4 840,-
ASD 60		30	26,6	96	0,92	0,42		11 989	32 694	5 995,-	9 935	19 870	5 961,-
BSD 65	8,5	30	27,1	98	0,93	0,42	внутри	12 214	33 308	6 107,-	10 121	20 242	6 073,-
BSD 75		37	33,5	121	1,15	0,52		15 099	41 175	7 550,-	12 512	25 024	7 507,-
BSD 83		45	40,1	144	1,38	0,63		18 073	49 285	9 037,-	14 977	29 954	8 986,-
CSD 85	8,5	45	38,6	139	1,33	0,60	внутри	17 397	47 442	8 699,-	14 416	28 832	8 650,-
CSD 105		55	48,4	174	1,67	0,76		21 814	59 487	10 907,-	18 077	36 154	10 846,-
CSD 125		75	58,6	211	2,02	0,92		26 412	72 026	13 206,-	21 886	43 772	13 132,-
CSDX 140	8,5	75	66	238	2,30	1,03	внутри	29 747	81 120	14 874,-	24 650	49 300	14 790,-
CSDX 165		90	80	288	2,80	1,25		36 057	98 327	18 029,-	29 879	59 758	17 927,-
DSD 145	9	75	61	220	2,10	0,96	внутри	27 493	74 973	13 747,-	22 782	45 564	13 669,-
DSD 175	8,5	90	71	256	2,40	1,11		32 000	87 264	16 000,-	26 517	53 034	15 910,-
DSD 205	8,5	110	88	317	3,00	1,38		39 662	108 158	19 831,-	32 866	65 732	19 720,-
DSD 240	8,5	132	107	385	3,70	1,68		48 226	131 512	24 113,-	39 963	79 926	23 978,-
DSDX 245	8,5	132	105	378	3,60	1,64	внутри	47 324	129 053	23 662,-	39 216	78 432	23 530,-
DSDX 305		160	129	464	4,40	2,04		58 142	158 553	29 071,-	48 179	96 358	28 907,-
ESD 375	8,5	200	162	583	5,60	2,54	внутри	73 015	199 112	36 508,-	60 504	121 008	36 302,-
ESD 445		250	187	673	6,40	2,93		84 283	229 840	42 142,-	69 841	139 682	41 905,-
FSD 475	8,5	250	202	727	7,00	3,16	внутри	91 043	248 274	45 522,-	75 444	150 888	45 266,-
FSD 575		315	246	886	8,50	3,85		110 874	302 353	55 437,-	91 877	183 754	55 126,-
HSD 662	8,5	360	291	1048	10,00	4,56	внутри	131 156	357 662	65 578,-	108 683	217 366	65 210,-
HSD 722		400	323	1163	11,10	5,06		145 579	396 994	72 790,-	120 635	241 270	72 381,-
HSD 782		450	348	1253	12,00	5,45		156 847	427 722	78 424,-	129 972	259 944	77 983,-
HSD 842		500	374	1346	12,90	5,86		168 565	459 677	84 283,-	139 683	279 366	83 810,-

\* 1 МДж/ч = 1 кВт х 3,6

### Пример расчета экономии для ASD 50

для отопительного масла		для газа	
Максимальная полезная тепловая мощность:	21,6 кВт	Максимальная полезная тепловая мощность:	21,6 кВт
Теплота сгорания отопительного масла (л):	9,861 кВтч/л	Теплота сгорания газа (м³):	10,2 кВтч/м³
КПД отопительного масла:	90 %	КПД газового отопления:	105 %
Цена литра отопительного мазута:	0,50 €/л	Цена газа (1 м³):	0,60 €/м³
<b>Экономия затрат:</b>	$\frac{21,6 \text{ кВт} \times 4.000 \text{ ч/г}}{0,9 \times 9,861 \text{ кВтч/л}} \times 0,50 \text{ €/л} = 4 868 \text{ € за год}$	<b>Экономия затрат:</b>	$\frac{21,6 \text{ кВт} \times 4.000 \text{ ч/г}}{1,05 \times 10,2 \text{ кВтч/м}^3} \times 0,60 \text{ €/м}^3 = 4 840 \text{ € за год}$

Примечание: потенциал экономии приведен с учетом тепловой энергии компрессоров при максимальном избыточном давлении (8/8,5/9 бар). При другом давлении возможны другие параметры.

# Системы рекуперации тепла для ...

## Теплый воздух

Air Cooled Aftercooler (ACA) – это теплообменник воздух/воздух. Предназначенный для охлаждения воздуха охлаждается окружающим воздухом, который при этом нагревается. Для начала работы достаточно подключить электропитание для вентилятора. Например, поступающий в охладитель воздух при температуре окружающей среды +20 °С может быть охлажден со +150 °С до +30 °С. Преимущества ACA очевидны, особенно в сфере пневматической транспортировки сыпучих материалов, чувствительных к воздействию температуры. Кроме того, ACA может обеспечить отопление производственных цехов зимой. В качестве тепловой энергии можно использовать до 75% потребляемой электрической энергии воздухоудвки. Для достижения максимального получения энергии или наиболее эффективного охлаждения потеря давления установки составляет всего лишь 35 мбар. Мониторинг функционирования осуществляет термостат, который контролирует температуру воздуха на выходе и подает сигнал на беспотенциальный контакт.



### Примеры применения

- охлаждение воздуха воздухоудвки  
например, транспортировка сыпучих материалов
- отопление производственных помещений

## Теплая вода

Доохладитель WRN с водяным охлаждением – это трубчатый теплообменник. При этом воздух проходит по трубам, вокруг которых протекает вода. Вода выполняет роль охлаждающей среды или теплоносителя. Данный тип теплообменника проектируется индивидуально, чтобы понижение температуры воздуха и повышение температуры воды точно соответствовало требованиям. Использование охлаждающих трубок различной формы достигается максимальная теплоотдача и снижение потерь давления, ведущих к увеличению потребления электроэнергии воздухоудвкой. Кроме того, материал охлаждающих трубок зависит от качества воды. Корпус охладителя покрыт эмалью. Максимальная разница температуры воды обратной линии и температуры воздуха на входе составляет примерно 5 К.



### Примеры применения

- подпитка отопительной системы для повышения температуры обратной линии
- подключение к контуру тепловых насосов
- отопление пола
- осушение осадка

## ... ВОЗДУХОДУВОК



Рис.: DC 236 C с доохладителем сжатого воздуха ACA



Рис.: FBS 660 S SFC с трубчатым теплообменником

# Технические характеристики ...

## Теплый воздух

Модель	Макс. объемный поток воздуха	Макс. потеря давления	Макс. объемный поток вентилятора	Вентилятор, ток (400В)	Вентилятор, мощность*	Общая масса	Габариты Д x Ш x В	Соединение, условный проход
	Нм³/мин.	мбар	м³/ч	А	W			
ACA 53	5	15	1700	0,24	110	58	980 x 650 x 610	50
ACA 88	7	25	1700	0,24	110	58	980 x 650 x 610	65
ACA 130	12	25	3100	0,43	210	97	980 x 650 x 610	80
ACA 165	14	30	3100	0,43	210	97	980 x 650 x 610	100
ACA 235	22	30	6200	0,43 (2x)	210	193	1900 x 850 x 1200	100
ACA 350	30	35	6200	0,43 (2x)	210	199	1900 x 850 x 1280	150

\* макс. напорной мощности

## Пример расчета экономии для ACA 350 (отопление помещений)

Воздуходувка (37 кВт)	
Объемный поток:	30 м³/мин.
Разность давления	600 мбар
Температура на входе:	0 °C
Температура на выходе:	+52 °C

ACA 350	
Теплоотдача:	25 кВт
Нагрев воздуха:	2200 м³/ч, от 0 до +35 °C
Потеря давления воздуха:	35 мбар = 2,2 кВт

**Экономия затрат прим. 5 600 € в год\***

\* расчет как для винтовых компрессоров

## ... ДЛЯ ВОЗДУХОДУВОК

### Теплая вода

Модель	NW	У <sub>макс.</sub> воздух	У <sub>макс.</sub> H <sub>2</sub> O	Размеры соединений		Габариты		Вес кг
		Нм <sup>3</sup> /мин.	м <sup>3</sup> /ч	воздух	вода	оболочка	длина *	
WRN 50	125	15	1	DN 125, PN 16	1 ¼	168	1410	71
WRN 90	200	30	1,5	DN 200, PN 16	1 ¼	245	1430	145
WRN 130	250	42	2	DN 250, PN 10	1 ½	273	1441	225
WRN 170	300	57	2,5	DN 300, PN 10	2	324	1441	280
WRN 250	350	75	3	DN 350, PN 10	DN 65, PN 16	375	1641	400
WRN 350	450	108	3,5	DN 450, PN 10	DN 80, PN 16	450	1649	590
WRN 450	500	145	4,5	DN 500, PN 10	DN 100, PN 16	519	1655	690

\* с приваренным контрфланцем (входит в комплект поставки)

### Пример расчета экономии для WRN 170 (подпитка отопления)

Воздуходувка (37 кВт)	
Объемный поток:	300 м <sup>3</sup> /мин
Разность давления	600 мбар
Температура на входе:	0 °C
Температура на выходе	+52 °C

WRN 170	
Теплоотдача:	14 кВт
Нагрев воды:	600 л/ч, с +25 до +45 °C
Потеря давления воздуха:	20 мбар (прим. 1.2 кВт больше воздуходувки) = 2 кВт

**Экономия затрат 3 150 € в год\***

\* расчет как у винтового компрессора

# Во всем мире...

KAESER KOMPRESSOREN – один из крупнейших производителей компрессорного и воздуходувного оборудования, предлагающий комплексные решения в сфере сжатого воздуха, представлен во всех регионах мира.

Собственные филиалы и бизнес-партнеры более чем в 140 странах мира готовы предложить покупателям самые современные, надежные и экономичные установки.

Профессиональные инженеры и консультанты порекомендуют энергетически эффективные индивидуальные решения для любых областей применения пневмооборудования. Глобальная компьютерная сеть компании KAESER делает ее инновационные модели доступными для всех заказчиков в любой точке земного шара.

Хорошо организованная сеть сервисного обслуживания гарантирует постоянную готовность оказания услуг и работоспособность всей продукции компании KAESER.



## KAESER Kompressoren SE

96410 Coburg – Postfach 2143 – GERMANY – Тел. +49 (9561) 640-0 – Факс +49 (9561) 640874  
www.kaeser.com – E-mail: produktinfo@kaeser.com