Центральный научно-исследовательский и проектный институт типового и экспериментального проектирования животноводческих комплексов по производству молока, говядины и свинины
(ГИПРОНИСЕЛЬХОЗ)

Научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства Нечерноземной зоны РСФСР
(НИПТИМЭСХ НЗ)

Р У К О В О Д С Т В О

ПО РАСЧЕТУ И ПРИМЕНЕНИЮ ТЕПЛОВЕНТИЛЯТОРОВ СЕРИИ ТВ В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Ленинград-Пушкин
1990

gost.e-ecolog.ru

УДК 631.371:621.311

В "Руководстве" использованы обобщенные результаты исследования режимов работы и регулировочных характеристик нового отопительно-вентиляционного оборудования - тепловентиляторов серии ТВ.

Руководство предназначено для специалистов, занимающихся проектированием, наладкой и эксплуатацией систем обеспечения микроклимата животноводческих комплексов и ферм с тепловентиляторами ТВ.

Рекомендовано к изданию НТС Гипронисельхоза 26.10.88 г. и ученым советом НИПТИМЭСХ НЗ 28.12.89 г.

С о с т а в и т е л и : Антонов П.П., Митин А.Н. (Гипронисельхоз); Козлова Н.К., Скуратов В.Б., Тимошин В.Н., Перцева И.Б., Цивилев А.Ю. (НИПТИМЭСХ НЗ).

© НИПТИМЭСХ НЗ 1990 г.

В В Е Д Е Н И Е

Тепловентиляторы серии ТВ применяют во всех климатических зонах страны для подогрева наружного воздуха, плавного регулирования количества теплоты и ступенчатого регулирования количества воздуха, подаваемых в животноводческое помещение. В ТВ входят центробежный вентилятор с двухскоростным электродвигателем, водяной калорифер и регулирующий орган теплоотдачи с электрическим исполнительным механизмом.

Особенность систем обеспечения микроклимата состоит в значительном технологическом эффекте при обеспечении оптимальных параметров микроклимата и большой энергоемкости этих систем. Из этого вытекают требования к выбору тепловентиляторов и режимов их работы в каждом конкретном случае в зависимости от вида тепловлажностной нагрузки, климатических данных, условий эксплуатации и условий теплоснабжения. От правильности выбора оборудования в значительной степени зависит качество поддержания микроклимата и экономичность работы системы.

В настоящее руководство входит методика инженерного расчета режимов работы тепловентиляторов, которая разработана на основании исследований регулировочных характеристик тепловентиляторов и моделирования режимов их работы в автоматизированных системах обеспечения микроклимата.

ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ РАСЧЕТА И ВЫБОРА ТЕПЛОВЕНТИЛЯТОРОВ СЕРИИ ТВ

Технологическая схема обработки воздуха в тепловентиляторах показана на рис.I. Основные паспортные данные даны в приложении I. Тепловентиляторы комплектовались четырехрядными калориферами КСК, сейчас завод-изготовитель переходит на комплектование трехрядными, что необходимо учитывать при выборе ТВ. В приложении 2 даны необходимые для расчетов характеристики калориферов.

Основные характеристики тепловентилятора, используемые при проектировании систем обеспечения микроклимата и определяемые паспортом, расход воздуха (воздухоподача) L ($м^3/ч$) и тепловая мощность (теплоотдача) Q кВт (кДж/ч).

Подачу воздуха в тепловентиляторах ТВ регулируют переключением частоты вращения электродвигателя вентилятора. Для регулирования тепловой мощности предусмотрен сдвоенный воздушный клапан, с помощью которого изменяется соотношение количества воздуха, идущего через калорифер и в обход его (рис.I)

Тепловая мощность калориферного блока в тепловентиляторе определяется следующими показателями:

- конструктивными параметрами используемого в тепловентиляторах калорифера;
- скоростью воздуха υ_ρ. Значение υ_ρ зависит от частоты вращения электродвигателя вентилятора и положения регулирующего органа сдвоенного воздушного клапана;
- скоростью ω теплоносителя в трубках водяного калорифера.

Величина ω определяется проектировщиком, устанавливается при наладке системы теплоснабжения и в процессе работы тепловентилятора не изменяется. Минимальное значение ω определяется из условия исключения замерзания. Рекомендуемая скорость ω зависит от направления движения теплоносителя и его температуры. В соответствии со СНиП 2.04-05.86 минимальное значение ω принимается равным 0,I2 м/с.

Технологическая схема обработки воздуха в тепловентиляторе

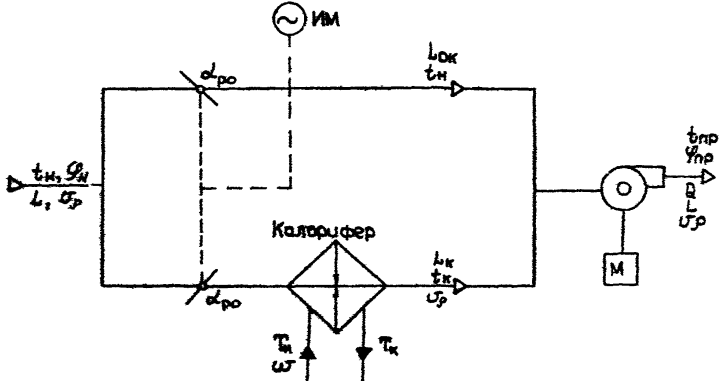


Рис. 1

– начальной температурой $T_н$ теплоносителя. Величина $T_н$ переменна, определяется режимом работы котельной и регулируется по температуре наружного воздуха;

– начальной температурой $t_н$ наружного воздуха.

Работу калориферного блока характеризуют также конечные температуры $T_к$ теплоносителя и $t_к$ воздуха после калорифера.

Режим работы тепловентилятора необходимо выбирать таким образом, чтобы значение $T_к$ соответствовало температурному графику котельной. Превышения $T_к$ над требуемым значением не должно допускаться, поскольку это приводит к неэкономичному режиму работы котельной и перерасходу энергоресурсов. Нижнее значение $T_к$ определяется условиями замораживания калориферов. На замораживание калориферы, как правило, проверяют при самой низкой температуре теплоносителя и $t_н = -0{,}5°C$. Опасной считается $T_к$ ниже 20°С.

Температура приточного воздуха $t_{пр}$ на выходе из тепловентилятора определяется как температура смеси воздуха, проходящего через калорифер и нагреваемого до температуры $t_к$, и воздуха, идущего в обход калорифера с температурой $t_н$. Величина $t_{пр}$ является одной из расчетных при выборе системы обеспечения микроклимата.

Таким образом, все параметры, характеризующие режимы работы тепловентилятора – $t_к$, $t_{пр}$, $T_к$, Q, L – переменны и зависят от угла поворота регулирующего органа $\alpha_{ро}$, начальных температур воды и воздуха $T_н$ и $t_н$.

Чтобы обеспечить работоспособность узла регулирования тепловой мощности, характеристики тепловентилятора необходимо выбрать таким образом, чтобы они соответствовали режимам работы системы создания микроклимата и обеспечивали максимальные и минимальные тепло- и воздухоподачи.

Так, при максимальном значении Q клапан перед калорифером должен быть полностью открыт, а обводной полностью за-

крыт. Если для обеспечения максимальной Q открыть обводной клапан, это приведет к ухудшению режимов регулирования. Если же при Q_{max} обводной клапан полностью открыт, система регулирования будет неработоспособна.

При минимальной требуемой Q обводной клапан должен быть полностью открыт. Если тепловентилятор правильно подобран, то во всех промежуточных положениях при изменении температуры наружного воздуха регулированием положения исполнительного механизма на сдвоенном воздушном клапане можно обеспечить требуемую тепловую мощность.

Расчеты показывают, что эффективная работа тепловентилятора совместно с устройством управления обеспечивается в том случае, если в расчетном режиме максимального потребления теплоты количество воздуха, идущего через калорифер, составляет не менее 70% от номинальной подачи воздуха.

При выборе тепловентиляторов необходимо учитывать, что связь между всеми параметрами нелинейна из-за нелинейности основной технической характеристики тепловентилятора:

$$K_\omega = \alpha \, v_\rho^{m} \, \omega^{n}$$

где K_ω - коэффициент теплопередачи; α, m, n - постоянные коэффициенты, значения которых зависят от числа рядов трубок:

Число рядов трубок	α	m	n
3	26,2	0,44	0.170
4	22,8	0,50	0,158

При выборе тепловентиляторов используют известные формулы для расчета водяных калориферов [I]. К особенностям относится то, что тепловая мощность определяется количеством проходящего через калорифер воздуха $L_к$. Величина $L_к$ зависит от угла поворота исполнительного механизма регулирующего органа.

Расход воды через калорифер (кг/ч)

$$q = \frac{Q}{c_\omega (T_н - T_к)}$$

где c_ω – удельная теплоемкость воды.

Скорость воздуха, кг/см^2

$$\upsilon_р = L_к / (3600 f_б),$$

где $f_б$ – площадь фронтального сечения для прохода воздуха калориферной установки, м^2.

Скорость воды в теплопередающих трубках (м /с)

$$\omega = q / (3600 f_т),$$

где $f_т$ – площадь сечения для прохода теплоносителя калориферной установки, м^2.

Тепловая мощность (кВт)

$$Q = c_\omega q (T_н - T_к) = c_б L_к (t_к - t_н).$$

Температура воздуха на выходе из тепловентилятора

$$t_{пр} = \frac{t_н L_{ок} + t_н L_к}{L_{ок} + L_к}.$$

Для остальных параметров целесообразно использовать следующие зависимости:

$$t_к = t_н + \frac{T_н - t_н}{A L_к c_б};$$

$$T_к = T_н - \frac{T_н - t_н}{A q};$$

$$A = \frac{1}{Б L_к^m q} + \frac{1}{2q} + \frac{1}{2 L_к c_б};$$

$$Б = \frac{\alpha F}{(3600 c_б)^m (3600 \gamma_б f_т)^n};$$

здесь F – площадь поверхности теплообмена калориферной установки, м^2; $c_б$ – теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К); $\gamma_б$ – плотность воды, проходящей через калори-

формную установку, кг/м^3.

По этим формулам рассчитаны регулировочные характеристики тепловентиляторов. Использованы специально разработанные программы на языке Fortran - 4. Регулировочные характеристики (приложения 4, 5, 6, 7, 8) представляют собой зависимости Q, $T_к$, $t_{пр}$, от количества воздуха, проходящего через калорифер, для первой и второй частот вращения электродвигателей при разных скоростях теплоносителя в трубках и температурном графике котельной.

Для анализа режимов тепловентиляторов представляют интерес допустимые области их работы при различных расчетной температуре наружного воздуха (приложение 3). Тепловая мощность для вентилятора каждого типоразмера определена для конкретной температуры наружного воздуха (-40, -30, -20 °С) и температуры теплоносителя. Каждая точка в области допустимых режимов соответствует таким скоростям теплоносителя, подаче воздуха ТВ, количеству воздуха, проходящего через калорифер, при которых значение температуры обратного теплоносителя составляет 70 °С.

Верхняя граница этой области для каждого типоразмера соответствует режиму, при котором 100% воздуха проходит через калорифер, а нижняя-пропуску 70% через калорифер, а 30% - через обводной канал. Вертикальные линии слева и справа от линии номинальной воздухоподачи ограничивают диапазон ее изменения - ±20%. Каждому значению расчетной температуры теплоносителя соответствует своя область допустимых режимов. Если заданная тепловая мощность попадает в зону, то при наружных температурах, отличных от расчетных, с помощью сдвоенного регулирующего клапана можно при меньшем расчетном значении тепловой мощности обеспечить удовлетворительное качество регулирования.

Для каждого значения подачи воздуха в пределах $L_{ном}$ ± ± 20% определяется максимальное и минимальное значения допустимой тепловой мощности.

При выборе тепловентиляторов следует учитывать особенности системы управления, реализующей с помощью устройства "Приток-

приведенный ниже алгоритм работы. В устройстве "Приток-I" используют регуляторы температуры и влажности внутреннего воздуха. В зависимости от знака отклонения температуры и влажности от заданных значений либо переключается частота вращения электродвигателя, либо перемещаются створки сдвоенного воздушного клапана.

Схемой предусмотрено два режима работы - "зима" и "лето", которые определяются положением специального переключателя. Регулирующим органом тепловой мощности управляют независимо от указанных режимов. Если температура внутреннего воздуха больше заданного значения, регулирующий орган увеличивает количество воздуха, проходящего в обход калорифера. Если же она меньше этого значения, увеличивается количество воздуха, идущего через калорифер.

Частоту вращения электродвигателя в режиме "зима" и "лето" переключают по-разному. В режиме "зима" частота вращения зависит только от относительной влажности. Если влажность меньше нормы, вентиляторы работают на малой частоте вращения, если же она превышает норму, электродвигатели вентиляторов переключаются на большую частоту вращения.

При положении ключа выбора режима в положение "лето" и температуре ниже "нормы", электродвигатели вентиляторов работают на малой частоте вращения. Если температура выше нормы, электродвигатели вентиляторов переключаются на большую частоту.

ПОРЯДОК РАСЧЕТА

Основные этапы работ при выборе тепловентиляторов и определении режимов их работы.

I. Рассчитывают тепловлажностный баланс помещения для всего диапазона изменения $t_н$ рассматриваемого климатического района. Шаг по $t_н$ должен быть не менее I0 °С. Для помещений с переменной нагрузкой расчет выполняют не менее чем для двух периодов технологического цикла: начала и конца откорма или выращивания животных. Результаты расчета - диапазон изменения минимально необходимых L и Q и граница отопительного периода.

2. Принимают решение по технологической схеме обработки воздуха в помещении: количество тепловентиляторов и диапазон наружных температур для их работы, количество и ориентировочная воздухоподача дополнительных (без нагрева приточного воздуха) вентиляторов. При этом по графикам допустимых областей работы ТВ в соответствии с максимальным значением тепловой мощности, расчетной $t_н$ и заданных ($T_н$ и $T_к$) определяют типоразмеры ТВ, способные обеспечить требуемые L и Q . Если требуемые L и Q не удается обеспечить имеющейся номенклатурой ТВ, то возможны такие пути: изменение графика температуры теплоносителя; изменение технологической схемы обработки воздуха (число работающих агрегатов); компромиссный вариант, т.е. изменение в допустимых нормами пределах расчетных температур внутреннего воздуха.

3. Рассчитывают тепловлажностный баланс для конкретных значений подачи воздуха тепловентиляторов принятых вариантов.

4. Определяют расчетные условия для выбора скорости воды в трубках тепловентиляторов. Как правило, эти условия соответствуют минимальной температуре наружного воздуха и максимальной тепловой мощности. Проверяют возможность эффективной работы тепловентиляторов по графикам допустимых областей работы агрегатов в расчетных режимах. Технически нереализуемые (т.е. не обеспечивающие требований регулирования) варианты отбрасывают.

5. На основании технико-экономического сравнения выбирают наилучший вариант типоразмера ТВ.

Результаты расчетов – типоразмер ТВ, диапазон его работы по $t_н$, расчетные значения $t_н$, $t_к$, $T_н$, $T_к$, ω, h, Q. Эти данные необходимы для наладки тепловентиляторов при отклонениях от расчетных условиях.

Пример I.

В качестве объекта рассмотрим секцию свинарника-откормочника на 280 животных с выращиванием их от 40 до 110 кг при различных расчетных значениях температур наружного воздуха и теплоносителя. Результаты расчета для некоторых рассмотренных вариантов приведены в таблице I.

Вариант I. Выбрать тепловентилятор для рассматриваемого свинарника. Расчетная температура наружного воздуха $t_н$=-40°С, температуры теплоносителя $T_н$ =95 °С, $T_к$ =70 °С. Рассматриваем тепловлажностный баланс для условий начала и конца откорма при изменении $t_н$ от -40 до +21 °С с шагом 10 °С.

Расчеты показали, что в данном помещении для поддержания температуры и влажности воздуха в соответствии с нормами технологического проектирования подачу воздуха необходимо изменять от 3960 до 28800 кг/ч в зависимости от возраста животных и времени года, температура окончания отопительного периода составляет +2 °С для конца и +6 °С для начала откорма.

Принимаем типовую технологическую схему обработки воздуха: в холодный период года используем один тепловентилятор ТВ-6, а в теплый период года подключаем дополнительные вентиляторы (например, осевые из комплекта "Климат"). Исходя из этого перерасчитываем тепловлажностный баланс для отопительного периода при использовании одного тепловентилятора ТВ-6.

Из таблицы видно, что в начале откорма требуемая максимальная мощность при работе одного ТВ-6 с L = 3600 кг/ч составляет 60 кВт при $t_н$ = -40 °С, а в конце при работе тепловентилятора на максимальной частоте и L = 7200 кг/ч она равна 102,5 кВт. По графику допустимых областей работы тепловентилятора ТВ-6 (приложение 3.6) находим, что при $T_н$ = 95 °С, $T_к$ = 70 °С и использовании четырехрядного калорифера работа тепловентилятора эффективна при Q = 100...123 кВт на первой частоте и Q = 60...78 кВт на второй. Расчетные значения расхода теплоносителя и скорости воды в трубках определяем для максимального значения Q = 102,5 кВт.

Таким образом, при использовании ТВ-6 с четырехрядным калорифером можно обеспечить удовлетворительное качество регули-

Таблица I

Пример 1. Расчетные расходы L и Q для холодного периода года

Показатель	Значения показателя при $t_н$, °С							
	-40	-40	-30	-30	-20	-40	-30	-20
	В начале откорма, m = 40 кг					В конце откорма, m = 110 кг		
Расчетные оптимальные параметры								
$t_{вн}$, °С	18		18		18	18,1	18	18
$\varphi_{вн}$, %	72,5		72,5		72,5	72,4	72,4	72,5
L, кг/ч	3960		4041		4245	6946	7088	7746
Q, кВт	70,3		54,9		40,3	96,1	63,2	41,7
Режимы при использовании ТВ-6								
L, кг/ч	3600	7200	3600	7200	7200	7200	7200	7200
$t_{вн}$, °С	17,7	18,5	18,2	17,5	17,8	18,5	17,6	17,6
Q, кВт	60	122,5	45	95	70	102,5	75	45
Допустимые области работы с четырехрядными калориферами								
Q,кВт при								
$T_н/T_к$ 150/70	65	85	108	139	60	78	100	128	92	118	108	139	100	128	92	117
$T_н/T_к$= 95/70	60	78	100	129	54	71	91	118	82	105	100	129	91	117	82	105
Допустимые области работы с трехрядными калориферами								
Q,кВт при								
$T_н/T_к$=150/70	58	73	91	115	53	68	84	106	77	97	91	115	84	106	77	97
$T_н/T_к$= 95/70	54	69	86	109	49	62	78	99	70	89	86	109	78	99	70	89

рования.

Вариант 2. Определить режим работы ТВ при $T_н$ =150°С и $T_к$ = 70 °С. Как видно из таблицы, в этом случае расчетные нагрузки лежат ниже границы области эффективной работы ТВ-6 и, следовательно, необходимо искать пути снижения запаса поверхности нагрева калорифера. В таблице показано, что в случае применения трехрядного калорифера расчетное значение Q = = 102,5 кВт лежит в допустимом диапазоне 91,0...115 кВт. При этом расчетное значение ω = 0,36 м/с.

Вариант 3. Определить расчетные режимы работы тепловентилятора ТВ-6 при расчетной температуре наружного воздуха $t_н$ = =-20 °С, $T_н$ = 95 °С и $T_к$ = 70 °С при использовании трехрядного калорифера. В данном случае максимальная расчетная тепловая мощность соответствует нагрузке начального периода откорма и составляет 70 кВт, расчетное значение в допустимой области работы - - 70...89 кВт. Для обеспечения максимального расчетного значения Q = 70 кВт, значение ω должно составлять 0,79 м/с (приложение 9.1).

В таблице приведены данные и для других расчетных температур, которые показывают, что при $t_н$ = -30 °С следует использовать трехрядные калориферы.

Необходимо обратить внимание на возможную ошибку при выборе ТВ. Если принять, что в начальный период откорма ТВ работает с L = 7200 кг/ч, расход теплоты в этот период увеличится вдвое. Хотя при этом расчетное значение Q находится в допустимой области, решение нельзя признать удовлетворительным из-за перерасхода теплоты. Перерасход теплоты наблюдается и при использовании двух тепловентиляторов ТВ-6.

Пример 2. Выбрать тепловентиляторы для обеспечения микроклимата во все периоды года для коровника на 200 животных (типовой проект 801-2-39.84). Расчетные значения $t_н = -40\ ^{\circ}C$, $T_н = 95\ ^{\circ}C$, $T_к = 70\ ^{\circ}C$, $L = 21600$ кг/ч, $Q = 206$ кВт.

Проверяем по допустимым областям работы следующие варианты (см. приложение 3.6):

- работают два ТВ-18 на первой частоте, один агрегат должен обеспечивать $L = 10800$ кг/ч, $Q = 103$ кВт (минимально-допустимая тепловая мощность $Q_{dmin} = 167$ кВт);
- работают четыре ТВ-9 на первой частоте, один агрегат должен обеспечивать $L = 5400$ кг/ч, $Q = 51{,}5$ кВт ($Q_{dmin} = 92$ кВт);
- работают два ТВ-9 на второй частоте, на один агрегат приходится $L = 10800$ кг/ч, $Q = 103$ кВт ($Q_{dmin} = 154$ кВт);
- работает один ТВ-18 на второй частоте, $L = 21600$ кг/ч, $Q = 206$ кВт ($Q_{dmin} = 275$ кВт).

Для всех вариантов, как видно из приложений 3.6.1,3.6.2, обеспечить эффективную работу агрегатов невозможно из-за лишней площади поверхности нагрева; в расчетном режиме $L_к < 70\%\ L_{max}$. В данном случае обычные приемы (снижение температуры теплоносителя, переход к другому типоразмеру) не дают результата.

Решение можно найти при изменении схем обработки воздуха в холодный период года, либо при снижении запаса поверхности нагрева путем замены калорифера в ТВ.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Технические характеристики тепловентиляторов [4]

Показатель	Значение показателя для ТВ-6	ТВ-9	ТВ-I2	ТВ-I8	ТВ-24	ТВ-36
Воздухоподача, тыс.м^3/ч	3	4,5	6	9	I2	I8
	6	9	I2	I6	24	36
Установленная мощность, кВт	0,55	2,3	3,2	4,2	6,0	9
	2,2	3,7	5,2	7,I	9	I3
Частота вращения крыльчатки центробежного вентилятора, мин$^{-1}$	720	560	560	460	325	365
	I440	II20	II20	920	650	730
Диаметр крыльчатки, мм	3I5	400	400	500	630	630
Габаритные размеры, мм	I365x	I7I0x	I730x	I840x	2000x	2000x
	740x	I045x	II70x	I450x	I600x	I500x
	860	II40	II40	II40	I540	I540
Масса, кг	230	280	325	4I0	650	680

Примечания. Во всех случаях давление, создаваемое вентилятором равно 392 Па, $T_н$ = I50°С, $T_к$ = 70°С, рабочее давление теплоносителя составляет 588 кПа, погрешность регулирования температуры ± I,5°С.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Характеристики используемых в тепловентиляторах калориферов (ТУ 22-5757-84) [5]

Показатель		Значения показателя для							
		КСК3-7 (ТВ-6)	КСК3-8 (ТВ-9)	КСК3-9 (ТВ-12)	КСК3-10 (ТВ-18)	КСК4-7 (ТВ-6)	КСК4-8 (ТВ-9)	КСК-9 (ТВ-12)	КСК4-10 (ТВ-18)
F,	м^2	16,36	19,42	22,5	28,66	21,47	25,52	29,57	37,66
$f_б$,	м^2	0,329	0,392	0,455	0,581	0,328	0,392	0,455	0,581
$f_т$,	м^2	0,000846				0,001112			
L_{min},	кг/ч	3600	5400	7200	10800	3600	5400	7200	10800
L_{max},	кг/ч	7200	10800	14400	21600	7200	10800	14400	21600
	А	22,51				29,59			
	Б	15,74	17,33	18,79	19,8	11,49	12,49	13,4	15,14

Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности (Q) и скорости воды в трубках (w) тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами при расчетной воздухоподаче

Температурный график Тн/Тк, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, мин			
		ТВ - 6		ТВ - 9	
		3600	7200	5400	10800
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -40 °С			
150/70	Q, кВт	85... 65	139 ..108	130 100	214 . 166
	w, м/с	0,2	0,4...0,3	0,4.. 0,3	0,6 .0,5
130/70	Q, кВт	81... 56	133...104	125... 96	206...160
	w, м/с	0,3...0,2	0,5...0,4	0,5...0,3	0,7...0,6
115/70	Q, кВт	79... 61	130...101	122... 94	201...156
	w, м/с	0,4...0,3	0,6...0,5	0,6...0,5	1,0...0,7
95/70	Q, кВт	78... 60	129...100	120... 92	199...154
	w, м/с	0,7...0,5	1,1...0,9	1,0...0,8	1,3...1,7

Продолжение прилож. 3.1

Температурный график $T_н/T_к$, °С	Показатели	Значение показателя при частоте вращения ω			
		ТВ - 12		ТВ - 16	
		7200	14400	16800	21600
		При температуре наружного воздуха t -40 °С			
150/70	Q, кВт	159 ..123	258...201	234...181	381. .296
	w, м/с	0,4 ..0,3	0,7...0,5	0,6...0,5	1,0...0,8
130/70	Q, кВт	152 .118	249 ..194	225...174	367 . 286
	w, м/с	0,6...0,4	0,9...0,7	0,8...0,6	1,3...1,0
115/70	Q, кВт	149 . 116	243 189	219. .169	359...278
	w, м/с	0,7.. 0,6	1,2. .0,9	1,1...0,8	1,7. 1,3
95/70	Q, кВт	147 . 113	241...187	217.. 167	356 . 276
	w, м/с	1,3.. 1,0	2,1...1,6	1,9...1,4	3,1...2,4

Температурный график $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, $мин^{-1}$			
		ТВ - 12		ТВ - 18	
		7200	14400	10800	21600
		При температуре наружного воздуха $t_н = -30$ °С			
150/70	Q, кВт	147...113	239...186	217...168	352...275
	w, м/с	0,4	0,6...0,3	0,6...0,5	1,0...0,7
130/70	Q, кВт	140...108	229...178	207...159	337...263
	w, м/с	0,5...0,4	0,8...0,6	0,8...0,6	1,2...0,9
115/70	Q, кВт	136...105	222...173	201...159	328...255
	w, м/с	0,7...0,5	1,1...0,8	1,0...0,7	1,6...1,2
95/70	Q, кВт	133...102	220...170	197...152	323...251
	w, м/с	1,1...0,9	1,9...1,5	1,7...1,3	2,7...2,2
		При температуре наружного воздуха $t_н = -20$ °С			
150/70	Q, кВт	135...104	219...171	199...154	324...253
	w, м/с	0,4...0,3	0,6...0,5	0,5...0,4	0,9...0,7
130/70	Q, кВт	128...99	209...163	189...146	308...240
	w, м/с	0,5...0,4	0,8...0,6	0,7...0,5	1,1...0,9
115/70	Q, кВт	123...95	202...157	141...123	298...232
	w, м/с	0,6...0,5	1,0...0,8	0,9...0,7	1,4...1,1
95/70	Q, кВт	120...92	197...153	177...137	291...226
	w, м/с	1,0...0,8	1,7...1,3	1,5...1,2	2,5...1,9

Продолжение прилож. 3.1

Температурный график Тн/Тк, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, мин$^{-1}$			
		ТВ - 6		ТВ - 9	
		2800	7200	5400	10800
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -30 °С			
150/70	Q, кВт w, м/с	78...603 0,2	128...100 0,3	121... 93 0,3	198...154 0,5...0,4
130/70	Q, кВт w, м/с	75... 58 0,3...0,2	123... 95 0,4...0,3	115... 89 0,4...0,3	189...147 0,7...0,5
115/70	Q, кВт w, м/с	73... 56 0,4...0,3	119... 92 0,6...0,4	112... 86 0,5...0,4	184 ..143 0,9...0,7
95/70	Q, кВт w, м/с	71... 54 0,6...0,5	117... 91 1,0...0,8	109... 84 0,9...0,7	181...140 1,6...1,2
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -20 °С			
150/70	Q, кВт w, м/с	72... 56 0,2	118... 92 0,3	111... 86 0,3...0,2	182...141 0,5...0,4
130/70	Q, кВт w, м/с	68... 52 0,2	112... 87 0,4...0,3	105... 81 0,4...0,3	173...134 0,6...0,5
115/70	Q, кВт w, м/с	66... 51 0,3...0,2	108... 84 0,5...0,4	101... 78 0,5...0,4	167...130 0,8...0,6
95/70	Q, кВт w, м/с	64 49 0,7...0,4	105... 82 0,9...0,7	98... 75 0,8...0,7	163...126 1,4...1,1

Приложение 3.2

Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности (Q) и скорости воды в трубках (w) тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК-4-7 при расчетной воздухоподаче

Температурный график, Тн/Тк, С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, $мин^{-1}$					
		3600	4140	3060	7200	8280	6120
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -40 С					
150/70	Q, кВт	85... 65	94... 72	75... 58	139...108	153...119	124... 96
	w, м/с	0,2	0,3...0,2	0,2	0,4...0,3	0,4...0,3	0,3
130/70	Q, кВт	81... 63	90... 69	72... 56	133...104	147...114	119... 92
	w, м/с	0,3...0,2	0,3	0,3...0,2	0,5...0,4	0,5...0,4	0,4...0,3
115/70	Q, кВт	79... 61	88... 68	70... 54	130...101	144...112	116... 89
	w, м/с	0,4...0,3	0,8...0,3	0,3	0,6...0,5	1,7...0,5	0,6...0,4
95/70	Q, кВт	78... 60	86... 66	60... 53	129...100	142...110	115... 89
	w, м/с	0,7...0,5	0,7...0,6	0,6...0,5	1,1...0,9	1,2...1,0	1,0...0,8

Продолжение прилож. 3.2

Температурный график, $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, $мин^{-1}$					
		3600	4140	3060	7200	8280	6120
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -30 °С					
150/70	Q, кВт	78...60	87...67	70...54	128...100	141...110	114...89
	w, м/с	0,2	0,2	0,2...0,1	0,3	0,4...0,3	0,3...0,2
130/70	Q, кВт	75...58	83...64	66...51	127...95	135...105	109...85
	w, м/с	0,3...0,2	0,3...0,2	0,2	0,4...0,3	0,5...0,4	0,4...0,3
115/70	Q, кВт	73...56	80...62	64...49	112...92	131...102	106...82
	w, м/с	0,4...0,3	0,4...0,3	0,3...0,2	0,6...0,4	0,6...0,5	0,5...0,4
95/70	Q, кВт	71...54	78...60	63...48	117...91	129...100	104...81
	w, м/с	0,6...0,5	0,7...0,5	0,5...0,4	1,0...0,8	1,1...0,9	0,9...0,7
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -20 °С					
150/70	Q, кВт	72...56	80...62	64...49	116...92	130...92	105...82
	w, м/с	0,2	0,2	0,2...0,1	0,3	0,4...0,3	0,3...0,2
130/70	Q, кВт	68...53	76...58	61...47	112...87	123...86	100...76
	w, м/с	0,2	0,3...0,2	0,2	0,4...0,3	0,4...0,3	0,4...0,3
115/70	Q, кВт	66...51	73...56	59...45	108...84	119...82	96...75
	w, м/с	0,3...0,2	0,4...0,3	0,3...0,2	0,5...0,4	0,6...0,4	0,5...0,4
95/70	Q, кВт	64...43	71...54	57...43	105...73	116...90	94...73
	w, м/с	0,6...0,4	0,6...0,5	0,5...0,4	0,9...0,7	1,0...0,8	0,8...0,6

Приложение 3 3

Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности (Q) и скорости воды в трубках (v) тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при расчетной воздухоподаче

Температурный график, $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, $мин^{-1}$					
		5400	6210	4590	10800	12420	9180
		При температуре наружного воздуха $t_н$ −40 °С					
150/70	Q, кВт	130...100	144...111	116... 89	214...166	236..,184	191...148
	v, м/с	0,4...0,3	0,4...0,3	0,3...0,2	0,6...0,7	0,7...0,5	0,5...0,4
130/70	Q, кВт	125... 96	139...107	111... 85	206...160	227...177	183...142
	v, м/с	0,5...0,3	0,5...0,4	0,4...0,3	0,7...0,6	0,8...0,6	0,7...0,5
115/70	Q, кВт	122... 94	135...104	106... 83	201...156	222...172	179...138
	v, м/с	0,6...0,5	0,6...0,5	0,5...0,4	1,0...0,7	1,1...0,8	0,9...0,7
95/70	Q, кВт	120... 92	133...102	106... 81	190...154	220...170	177...136
	v, м/с	1,0...0,8	1,1...0,9	0,9...0,7	1,7...1,3	1,9...1,5	1,2

Продолжение прилож.3.3

Температурный график, $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателя при расчетной частоте вращения, $мин^{-1}$					
		5400	6120	4590	10800	12420	9180
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -30 °С					
150/70	Q, кВт	121...93	134...103	107...82	198...154	218...170	177...137
	W, м/с	0,3	0,4...0,3	0,3...0,2	0,6...0,4	0,8...0,5	0,5...0,4
130/70	Q, кВт	115...89	127...98	102...79	189...147	209...162	169...131
	W, м/с	0,4...0,3	0,5...0,4	0,3...0,4	0,7...0,5	0,8...0,6	0,6...0,5
115/70	Q, кВт	112...86	124...95	99...76	184...143	203...158	164...127
	W, м/с	0,5...0,4	0,6...0,5	0,5...0,4	0,9...0,7	1,0...0,8	0,8...0,6
95/70	Q, кВт	109...84	121...93	97...74	181...140	200...154	161...124
	W, м/с	0,9...0,7	1,0...0,8	0,8...0,6	1,6...1,2	1,7...1,3	1,4...1,1
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -20 °С					
150/70	Q, кВт	111...86	123...95	99...76	182...141	201...156	162...126
	W, м/с	0,3...0,2	0,3	0,3...0,2	0,5...0,4	0,5...0,4	0,4...0,3
130/70	Q, кВт	105...81	116...90	93...72	173...134	191...148	154...119
	W, м/с	0,4...0,3	0,4...0,3	0,3	0,6...0,5	0,8...0,5	0,6...0,4
115/70	Q, кВт	101...78	112...87	90...69	167...130	184...143	149...115
	W, м/с	0,5...0,4	0,5...0,4	0,4...0,3	0,8...0,6	0,9...0,7	0,7...0,6
95/70	Q, кВт	98...75	109...84	87...67	163...126	180...139	145...112
	W, м/с	0,8...0,7	0,9...0,7	0,8...0,6	1,4...1,1	1,5...1,2	1,2...1,0

Приложение 3.4

Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности (Q) и скорости воды в трубках (w) тепловентилятора ТВ-12 с калорифером КСК-4-9 при расчетной воздухоподаче

Температурный график, $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, $мин^{-1}$					
		7200	8280	6120	14400	16560	12580
		При температуре наружного воздуха $t_н = -40$ °С					
150/70	Q, кВт	159...123	175...135	141...109	258...201	285...222	231...179
	w, м/с	0,4...0,3	0,5...0,4	0,4...0,3	0,7...0,5	0,8...0,6	0,6...0,5
130/70	Q, кВт	152...118	168...130	135...104	249...194	274...214	222...173
	w, м/с	0,6...0,4	0,6...0,5	0,5...0,4	0,9...0,7	1,0...0,8	0,8...0,6
115/70	Q, кВт	149...115	164...127	132...102	243...189	268...209	217...168
	w, м/с	0,7...0,6	0,8...0,6	0,6...0,5	1,2...0,9	1,3...1,0	1,0...0,8
95/70	Q, кВт	147...113	162...125	130...102	241...187	266...207	215...166
	w, м/с	1,3...1,0	1,4...1,1	1,1...0,9	2,1...1,6	2,3...1,8	1,9...1,4

Температурный график, $T_н/T_в$, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, $мин^{-1}$					
		7200	6250	6120	14400	16560	12580
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -30 °С					
150/70	Q, кВт	147...113	152...126	121...101	239...196	283...206	213...166
	w, м/с	0,4...0,3	0,4...0,3	0,4...0,3	0,6...0,5	0,7...0,6	0,6...0,5
130/70	Q, кВт	140...108	163...130	125...96	229...178	252...196	204...159
	w, м/с	0,6...0,4	0,6...0,4	0,5...0,3	0,8...0,6	0,9...0,7	0,7...0,6
115/70	Q, кВт	136...105	150...116	121...93	222...173	245...191	198...15[illegible]
	w, м/с	0,7...0,5	0,7...0,6	0,6...0,4	1,1...0,8	1,2...0,9	1,0...0,[illegible]
95/70	Q, кВт	132...102	147...114	118...91	220...170	241...188	195...15[illegible]
	w, м/с	1,1...0,9	1,3...1,0	1,0...0,8	1,9...1,5	2,1...1,6	1,7...1,3
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -20 °С					
150/70	Q, кВт	135...104	149...115	120...93	219...171	242...189	196...153
	w, м/с	0,4...0,3	0,4...0,3	0,3	0,6...0,5	0,7...0,5	0,5...0,4
130/70	Q, кВт	128...99	141...109	114...88	209...163	230...179	186...145
	w, м/с	0,5...0,4	0,5...0,4	0,4...0,3	0,8...0,7	0,8...0,6	0,7...0,5
115/70	Q, кВт	123...96	137...106	110...85	202...157	222...173	180...140
	w, м/с	0,6...0,5	0,7...0,5	0,5...0,4	1,0...0,8	1,1...0,8	0,9...0,7
95/70	Q, кВт	120...92	133...102	106...82	197...153	217...169	175...136
	w, м/с	1,0...0,8	1,1...0,9	0,9...0,7	1,7...1,3	1,9...1,5	1,5...1,2

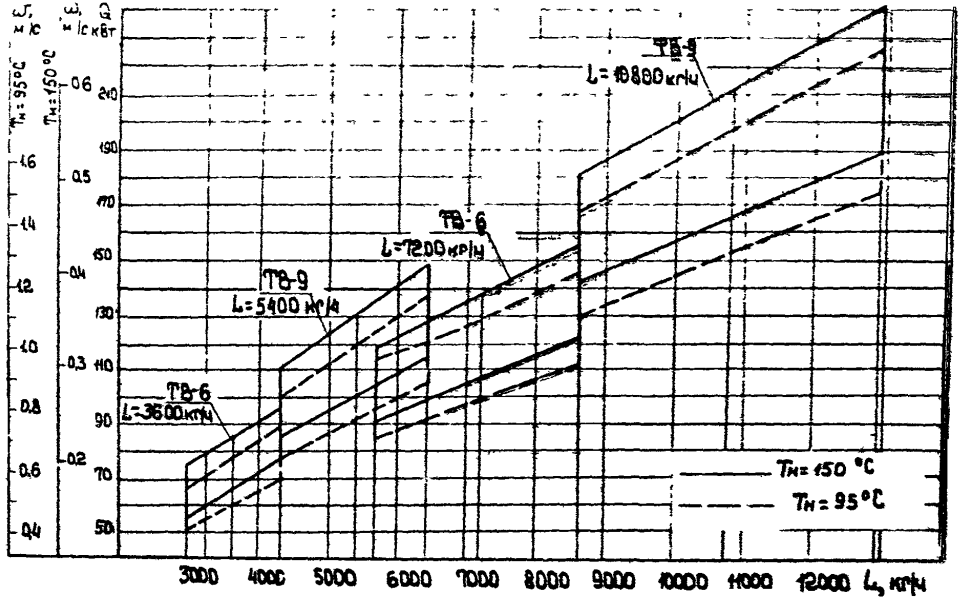
Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности (Q) и скорости воды в трубках (w) тепловентилятора ТВ-18 с калорифером КСК-4-10 при расчетной воздухоподаче

Температурный график, $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, $мин^{-1}$					
		10800	12420	9180	21600	24840	18360
		При температуре наружного воздуха $t_н = -40$ °С					
150/70	Q, кВт	234...181	269...200	200...151	381...297	420...328	340...265
	w, м/с	0,6...0,5	0,7...0,5	0,6...0,4	1,0...0,8	1,1...0,9	0,9...0,7
130/70	Q, кВт	225...174	249...192	206...154	367...286	404...316	328...255
	w, м/с	0,8...0,6	0,9...0,7	0,7...0,6	1,3...1,0	1,5...1,1	1,2...0,9
115/70	Q, кВт	219...169	243...188	196...150	359...278	395...308	320...249
	w, м/с	1,0...0,8	1,2...0,7	0,9...0,7	1,7...1,3	1,9...1,5	1,5...1,2
95/70	Q, кВт	217...167	239...185	192...147	356...246	393...305	317...246
	w, м/с	1,9...1,4	2,1...1,6	1,7...1,3	3,1...2,4	3,4...2,6	2,7...2,1

Продолжение прилож. 2.5

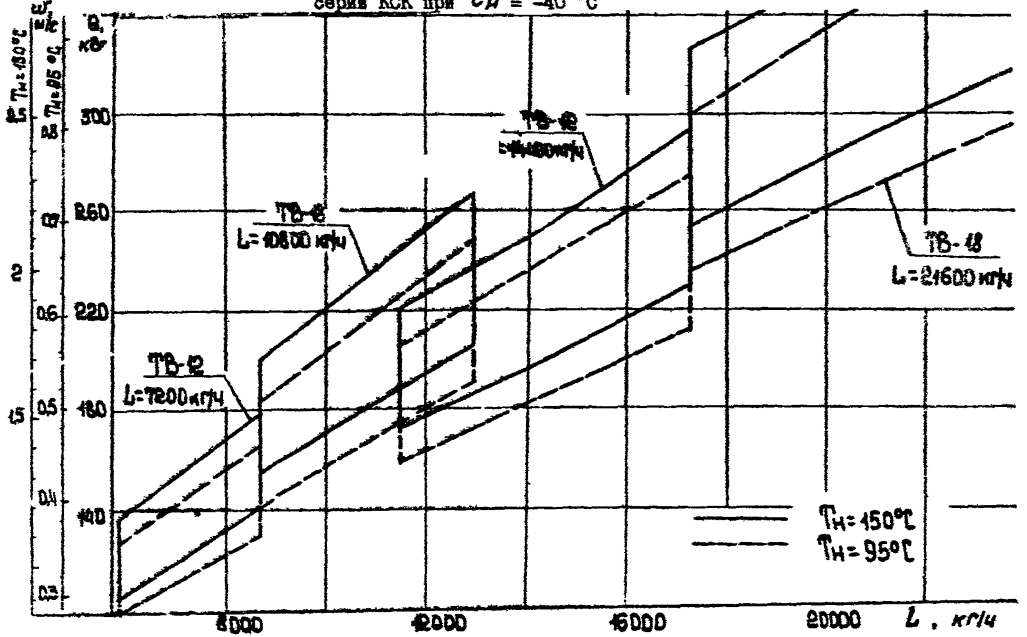
Температурный график, $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателей при частоте вращения, $мин^{-1}$					
		10500	12420	9180	21600	24840	18360
		При температуре наружного воздуха $t_н$ −20 °С					
150 [illegible]	Q, кВт	217...168	230...188	193...149	352...275	388...302	315...245
	w, м/с	0,6...0,5	0,6...0,5	0,5...0,4	1,0...0,7	1,0...0,7	0,9...0,7
130-70	Q, кВт	207...159	229...177	184...142	337...263	371...290	301...234
	w, м/с	0,7...0,6	0,8...0,6	0,7...0,5	1,2...0,9	1,3...1,0	1,1...0,8
115-70	Q, кВт	201...155	222...172	179...138	328...255	361...282	288...228
	w, м/с	1,0...0,7	1,1...0,8	0,9...0,7	1,6...1,2	1,7...1,4	1,4...1,1
95-70	Q, кВт	197...152	218...168	175...134	323...251	356...277	288...223
	w, м/с	1,7...1,3	1,9...1,4	1,5...1,2	2,8...2,2	3,1...2,4	2,5...1,9
		При температуре наружного воздуха $t_н$ −20 °С					
150-70	Q, кВт	199...154	220...171	177...137	324...253	356...276	289...225
	w, м/с	0,5...0,4	0,6...0,5	0,5...0,4	0,9...0,7	1,0...276	0,8...0,6
130-70	Q, кВт	189...146	209...162	168...130	308...240	339...264	275...214
	w, м/с	0,7...0,5	0,8...0,6	0,6...0,5	1,1...0,8	1,2...1,0	1,0...0,8
115-70	Q, кВт	183...141	202...156	162...125	296...232	328...256	266...207
	w, м/с	0,9...0,7	1,0...0,8	0,8...0,6	1,4...1,0	1,5...1,2	1,3...1,0
95-70	Q, кВт	177...137	196...151	157...121	291...226	321...249	259...201
	w, м/с	1,5...1,2	1,7...1,3	1,4...1,0	2,5...1,9	2,8...2,1	2,2...1,7

Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н$ -40 °С

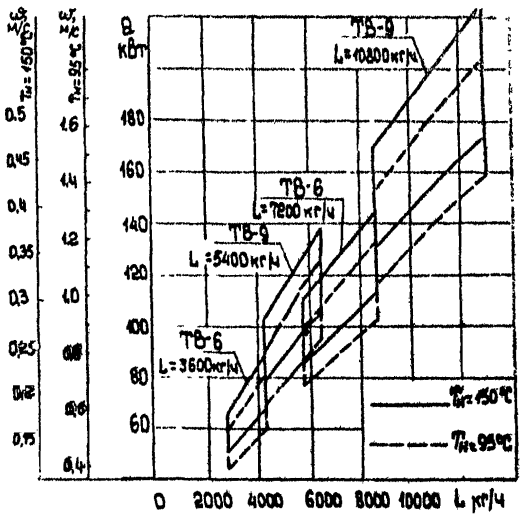


Приложение 3.6.2

Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н = -40\ ^{\circ}C$

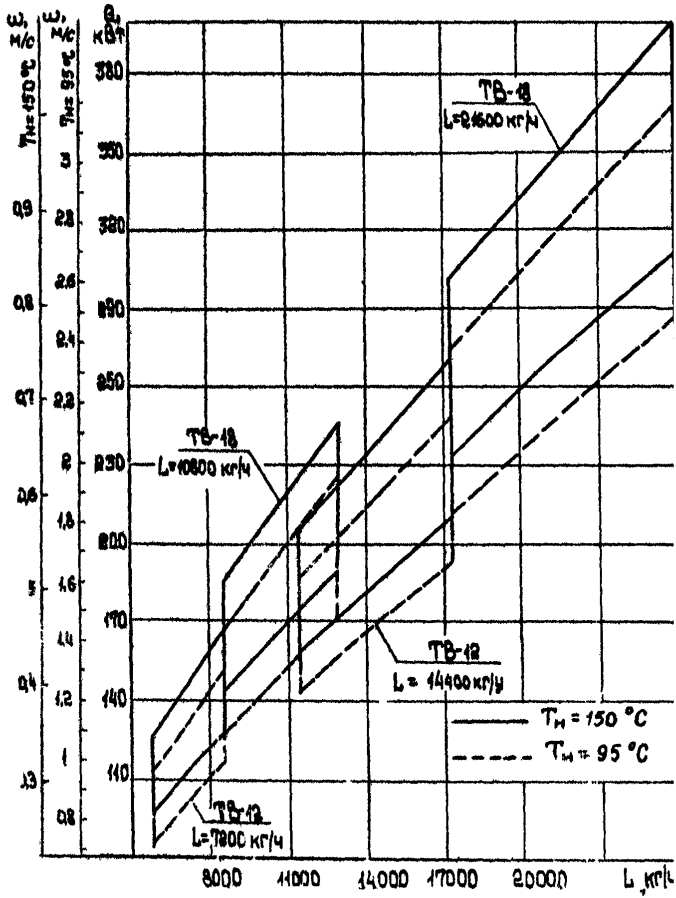


Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н = -30\ ^{\circ}C$



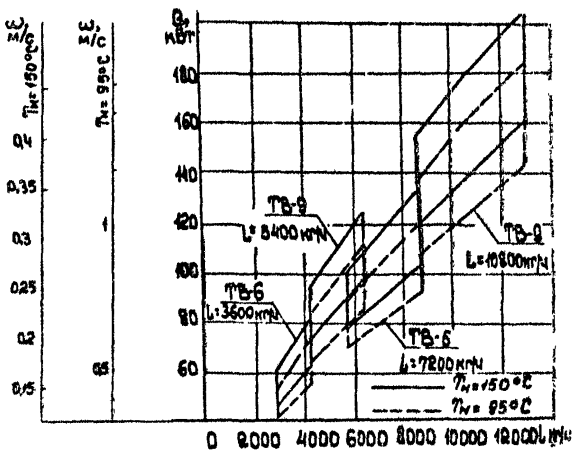
Приложение 3.7.2

Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н = -30\ ^{\circ}C$

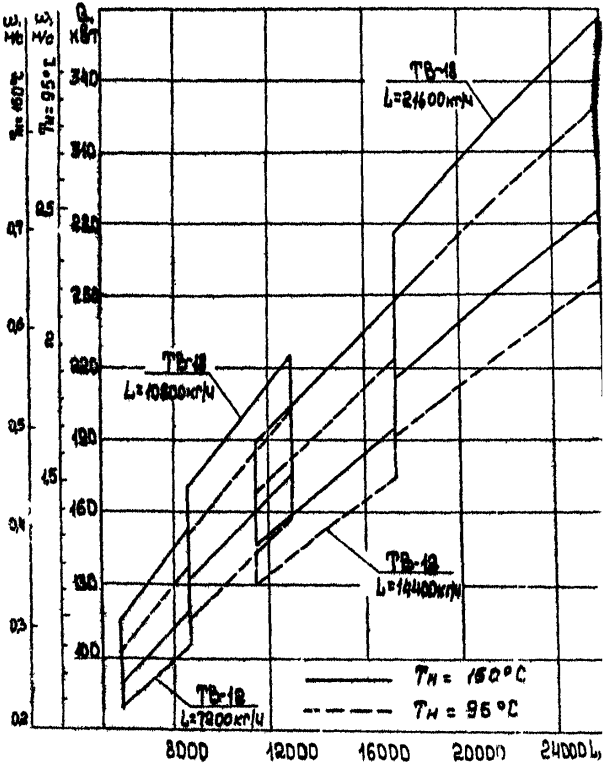


Приложение 3.8.I

Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н = -30\ ^{\circ}C$

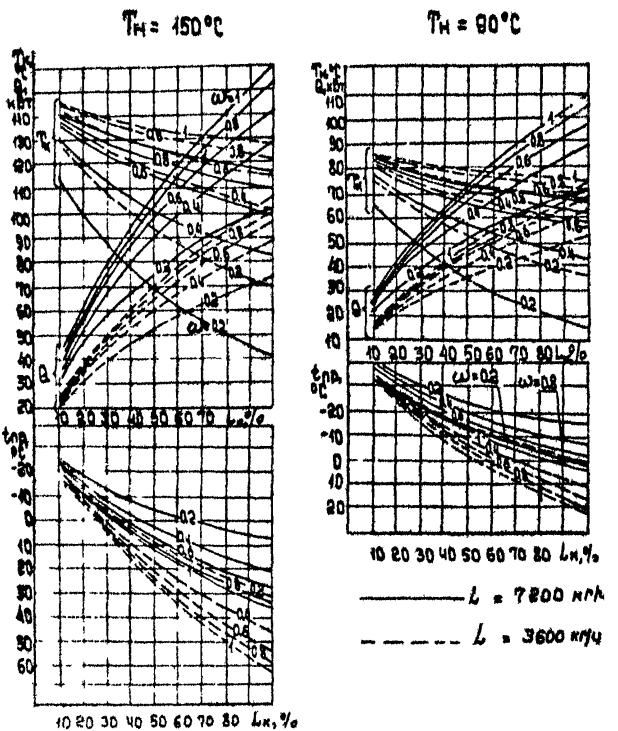


Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н = -20\ ^{\circ}C$



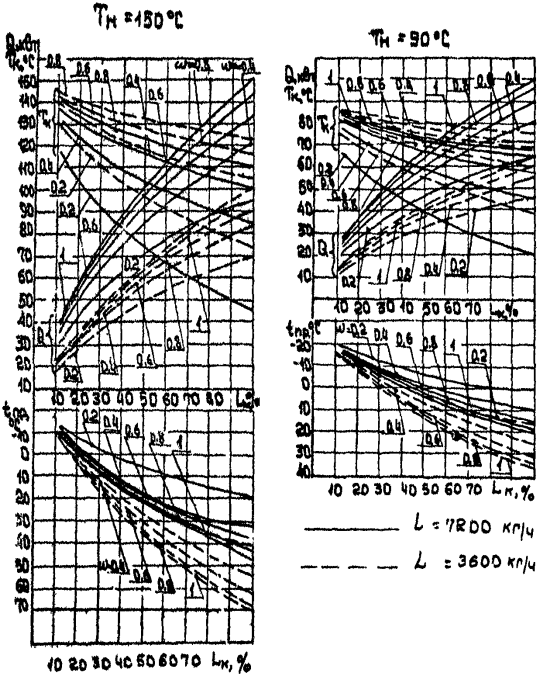
Приложение

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с элориферо КСК 4-7 при ω = 0,2 ... I м/с, $t_н$ = - 40 °С

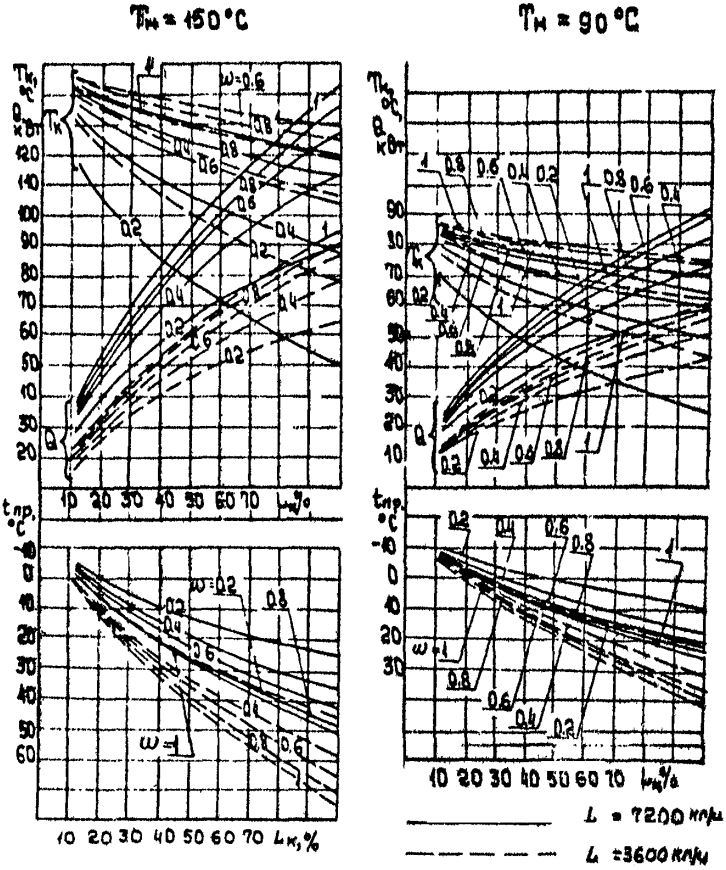


Приложение 4.2

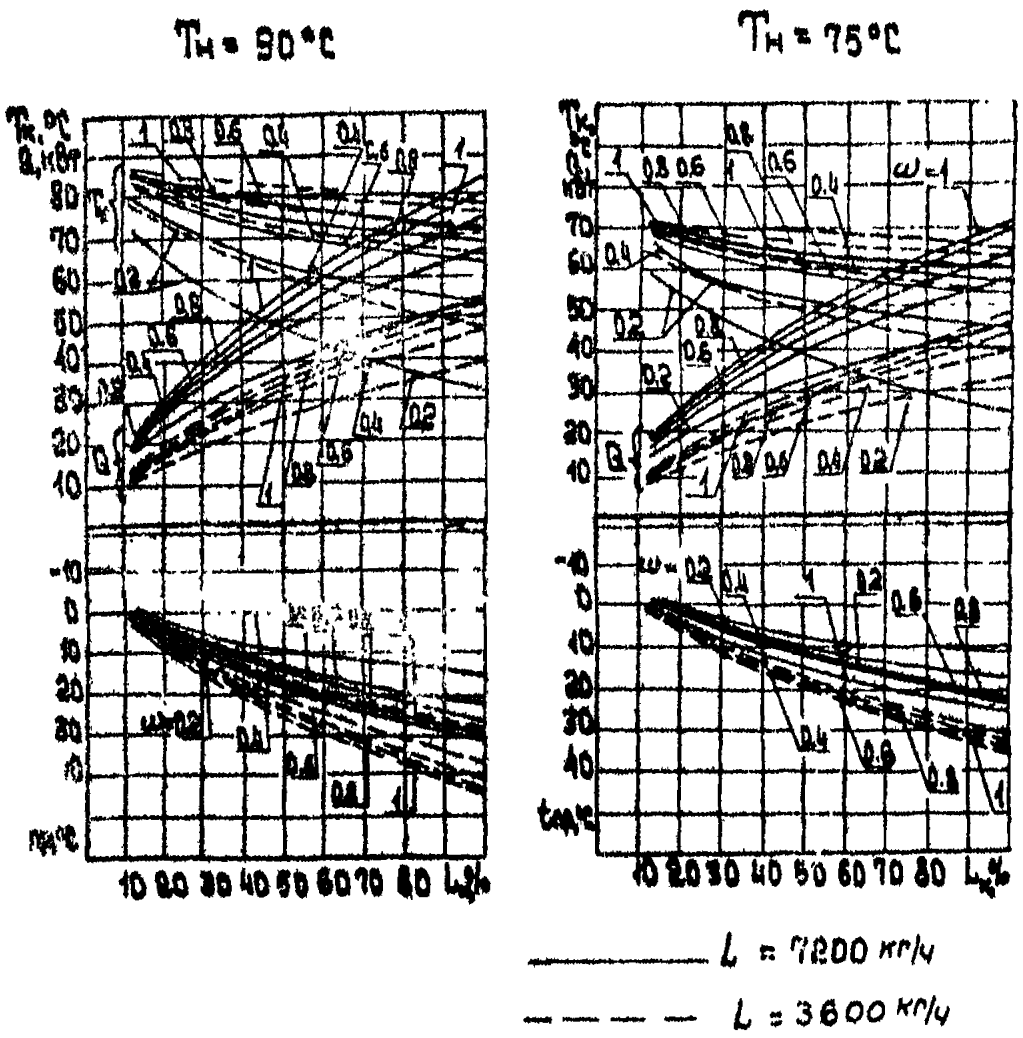
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при $\omega = 0{,}2...1$ м/с, $t_н = -30$ °С



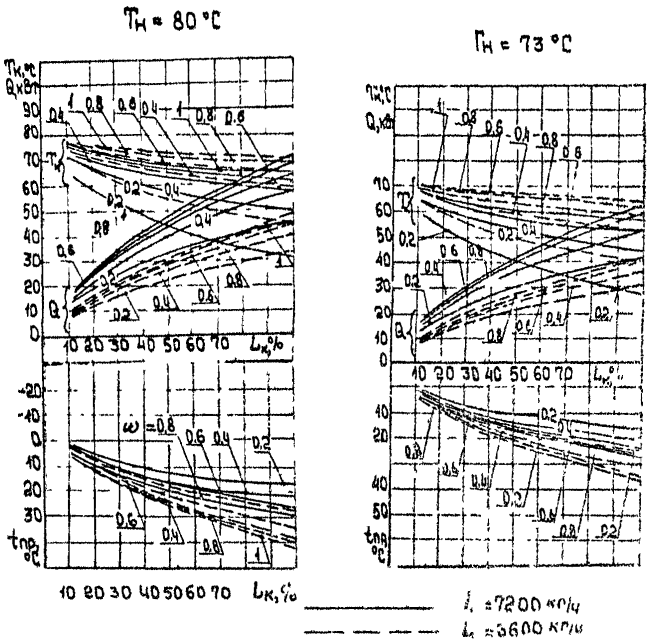
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω = 0,2... 1 м/с, $t_н$ = -20 °С



Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω = 0,2...1 м/с, $t_н$ = -10 °С



Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при $\omega = 0{,}2...1$ м/с, $t_н = -5$ °С

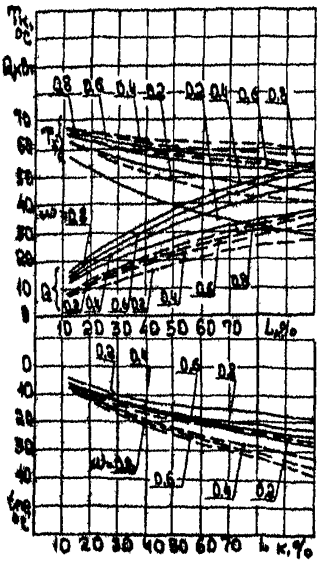


———— $L_к = 7200$ кг/ч

— — — — $L_к = 5600$ кг/ч

Приложение 4.6

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω = 0,2...1 м/с, $t_н$ =-0,5 °С, $T_н$ = 70 °С

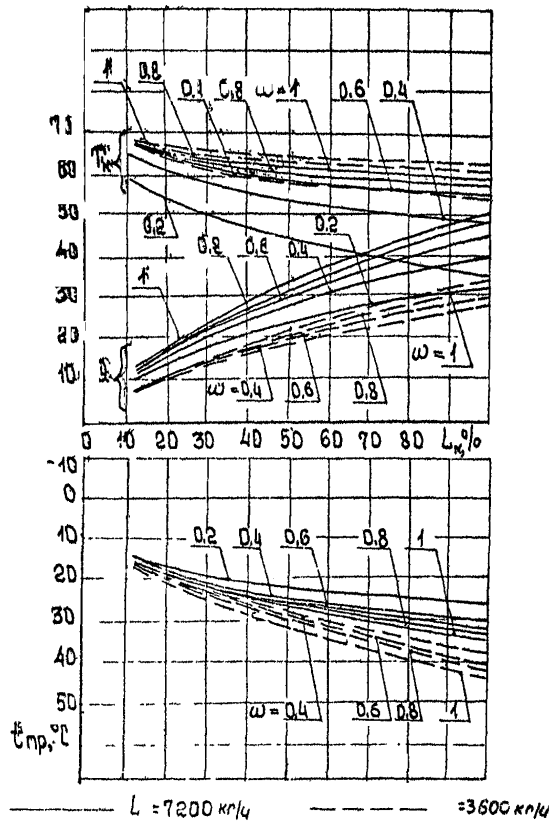


——— L =7200 кг/ч

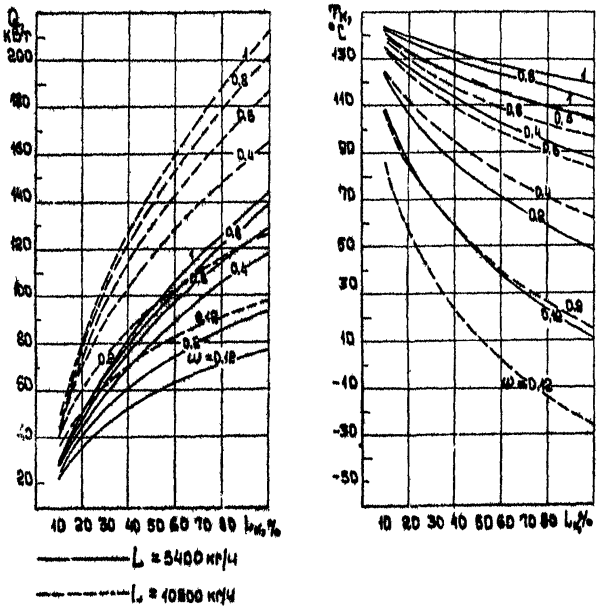
– – – – L =3600 кг/ч

Приложение 4.7

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСН 4-7 при $\omega = 0{,}2 \ldots 1$ м/с, $t_н = 10\ ^{\circ}C$, $T_н = 70\ ^{\circ}C$

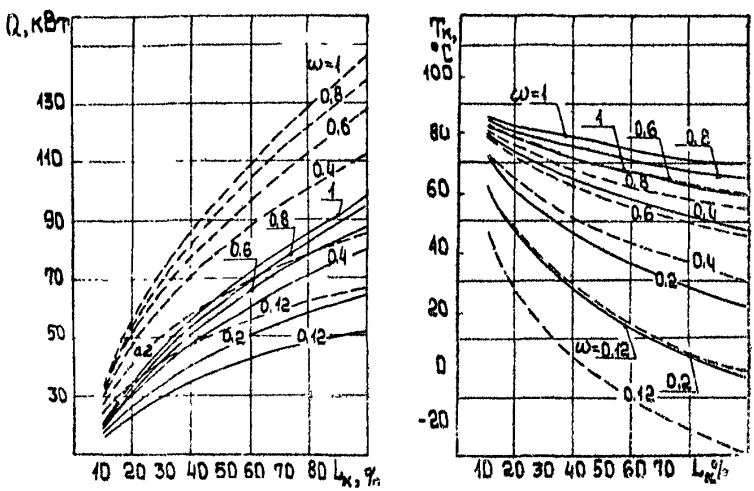


Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω = 0,2...I м/с, $t_н$ = -40 °С, $T_н$ =150 °С



Приложение 5.2

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω = 0,12...1 м/с, $t_н$ = -40 °С, $T_н$ = 90°С

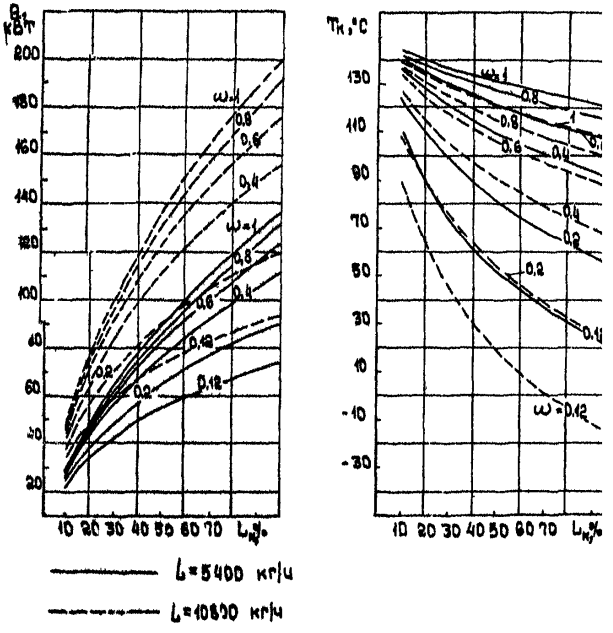


——— L = 5400 кг/ч

– – – – – L = 10800 кг/ч

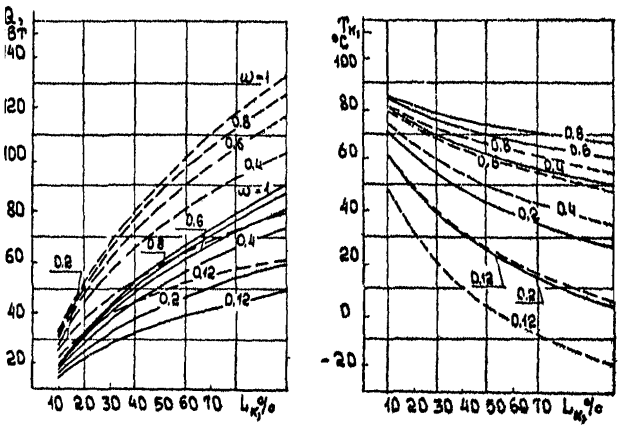
Приложение 5.3

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ = -30 °С, $T_н$ =150



Приложение 5.4

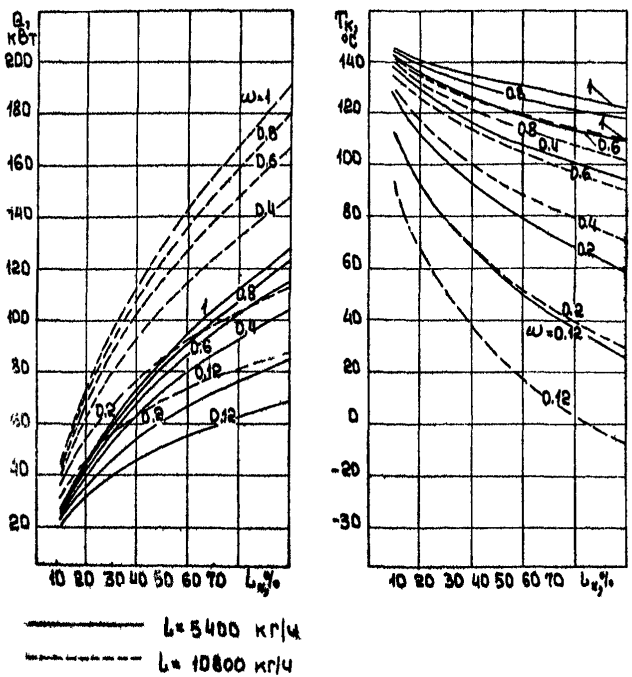
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с вентилятором ЦАГИ 4-8 при ω=0,12...1 м/с, $t_н$=-30°С, $T_н$=150°С



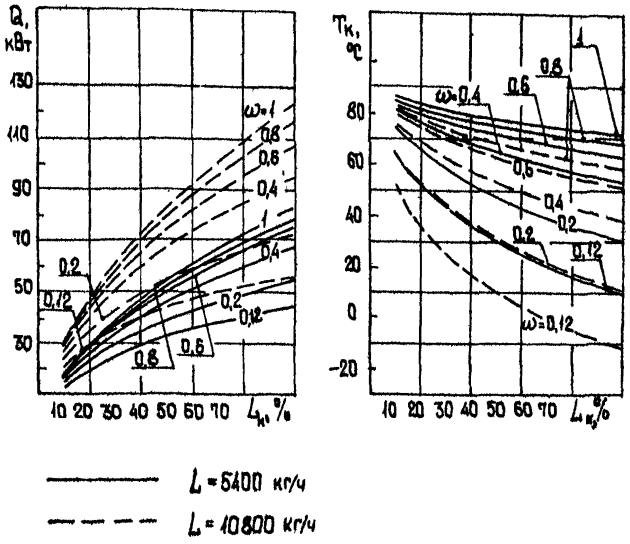
——— L = 5400 кг/ч

– – – – – L = 10800 кг/ч

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-20°С, $T_н$ =150 °С



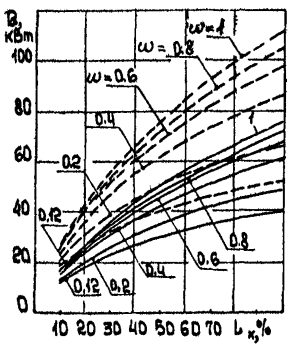
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$=-20 °С, $T_н$ =90 °С

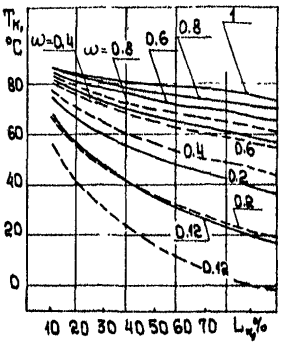


Приложение 5.7

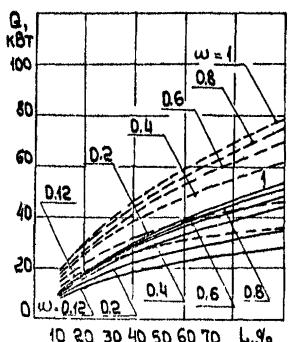
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,12...1 м/с

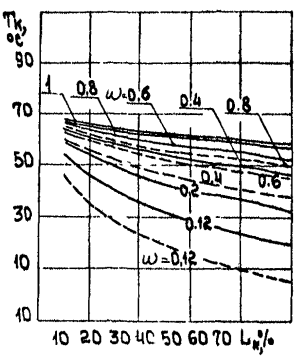
$t_н$ = -10°С, $T_н$ = 90°С



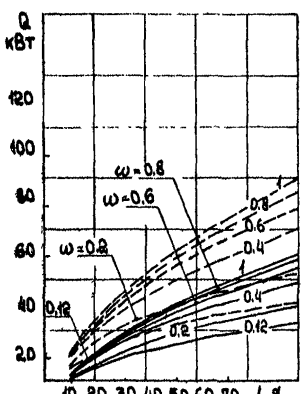


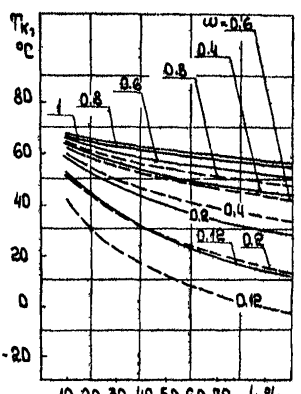
$t_н$ = -0,5, $T_н$ = 70°С





Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-10°С, $T_н$ = 70°С



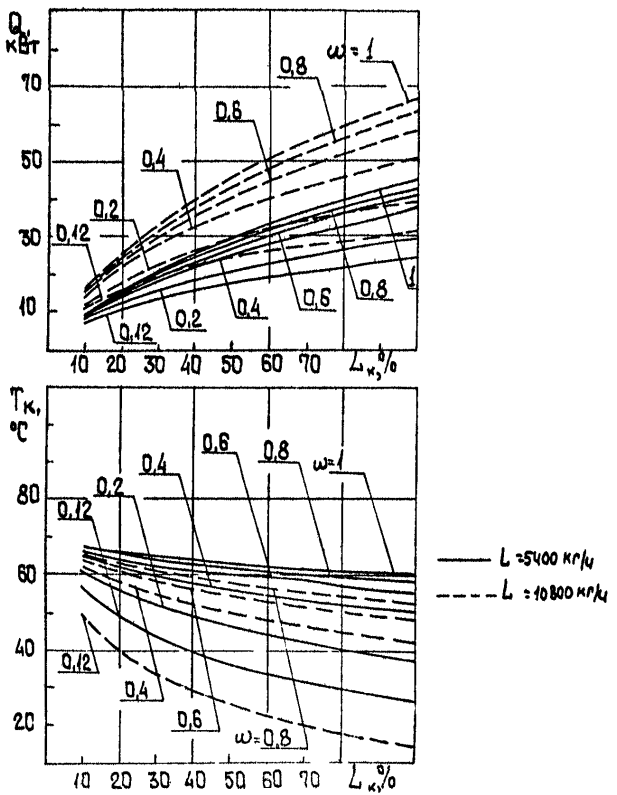


——— L = 5400 кг/ч

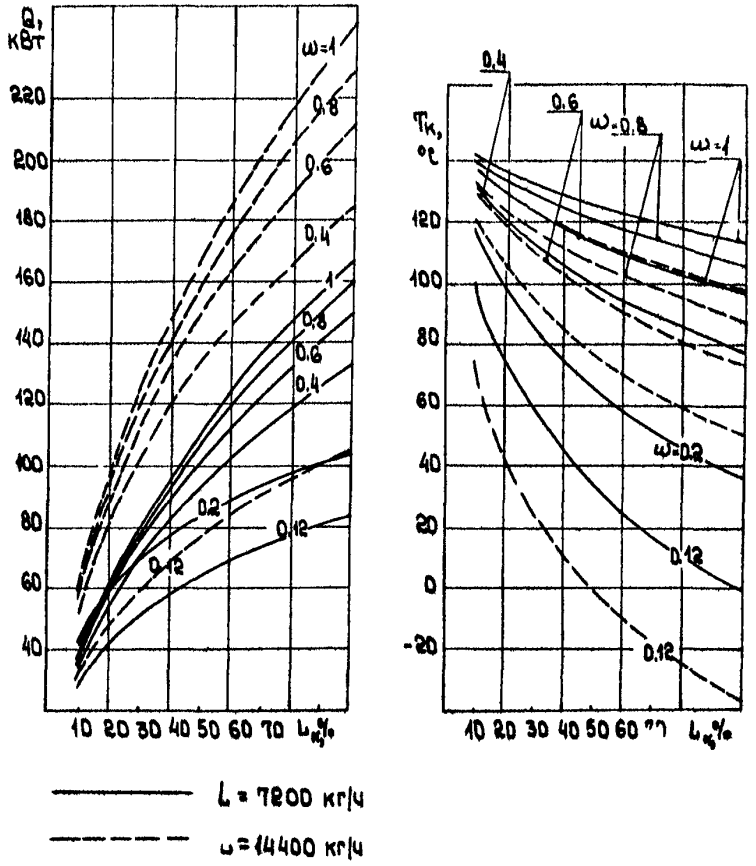
– – – – – L = 10800 кг/ч

Приложение 5

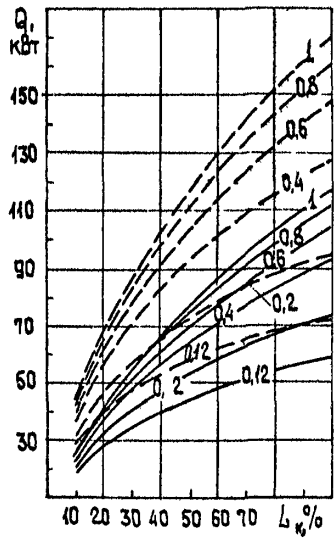
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω=0,12...1 м/с, $t_н$=10 °С, $T_н$= 70 °С

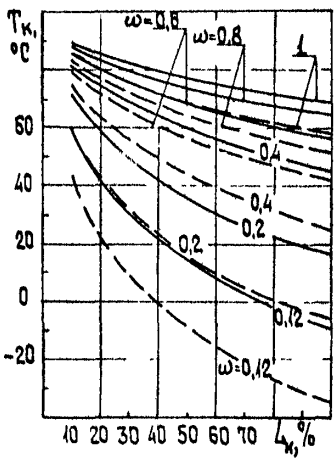


Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω -0,I2...I м/с, $t_н$ =-30 °С, $T_н$=I50 °С



Регулировочные характеристики теплопентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω=0,12...1 м/с, $t_н$ -30 °С, $T_н$=95 °С

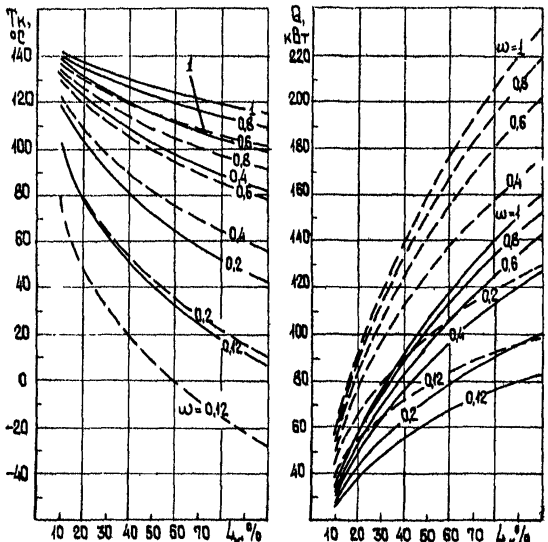




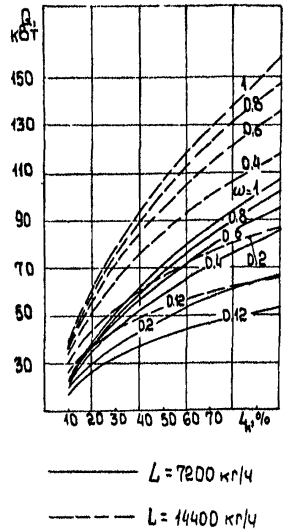
——— L = 7200 кг/ч

– – – – L = 14400 кг/ч

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-20 °С, $T_н$=I50 °С

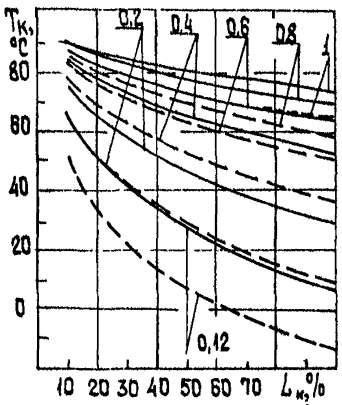


Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-20 °С, $T_н$ =95 °С

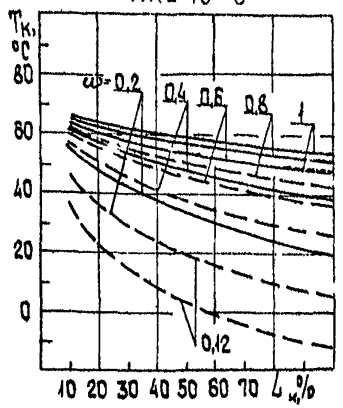


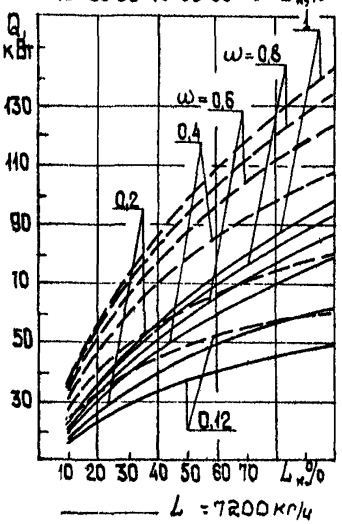
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω=0,I2...I м/с, $t_н$= -I0 °С

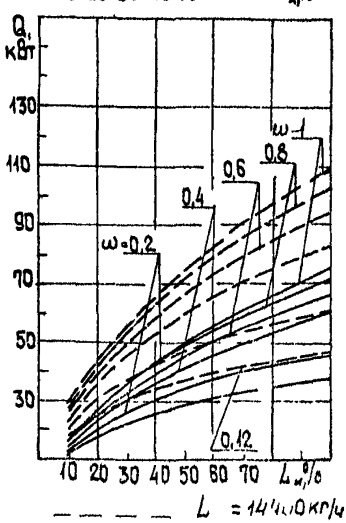
$T_н$ = 95 °С



$T_н$ = 70 °С

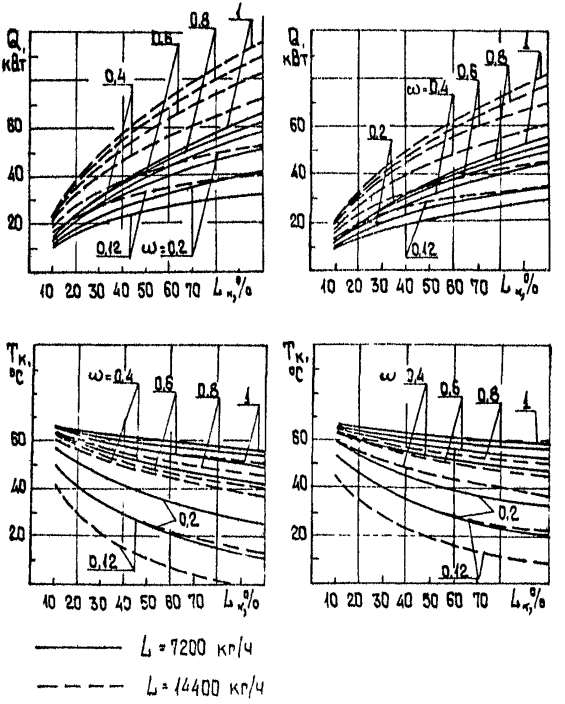




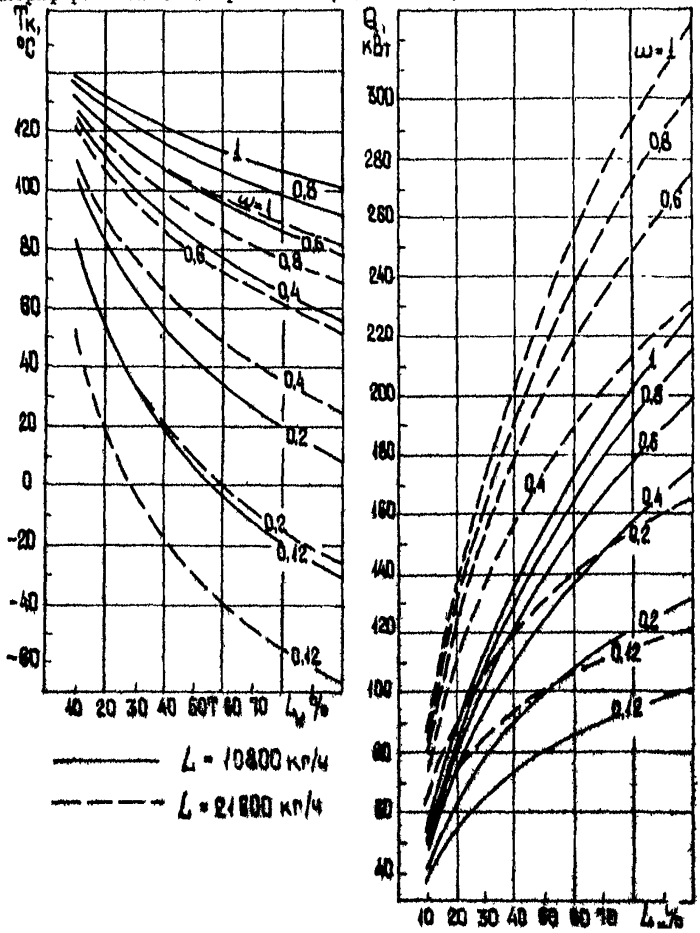


Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω = 0,I2...I м/с

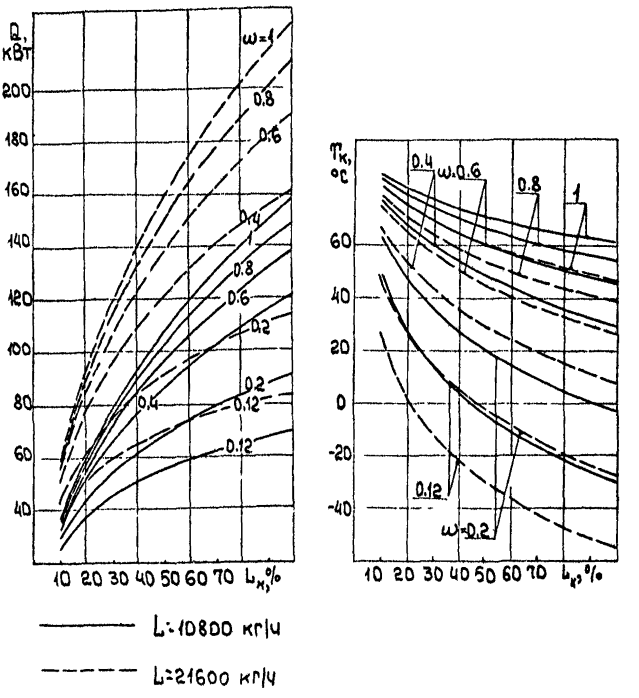
$t_н$=-0,5 °С, $T_н$ = 70 °С $t_н$ = I0 °С, $T_н$ = 70 °С



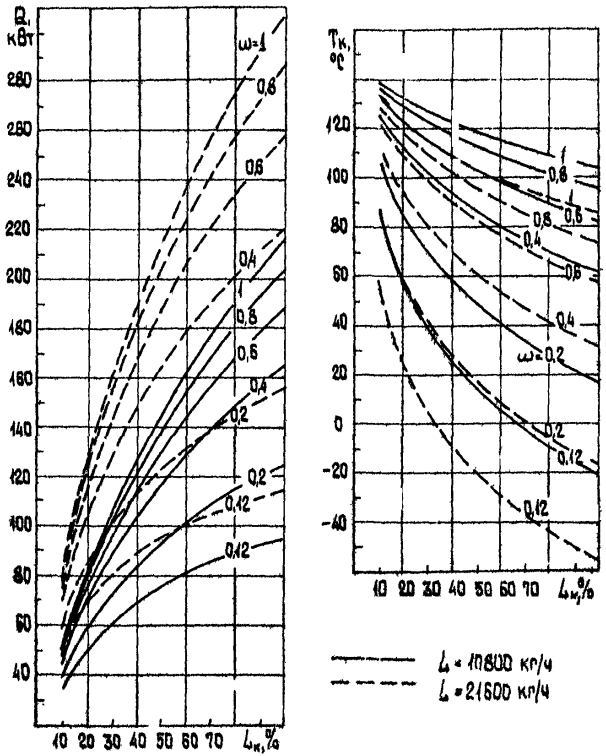
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-18 с калорифером КСК 4-10 при ω = 0,12...1 м/с, $t_н$=-30 °С, $T_н$=150°С



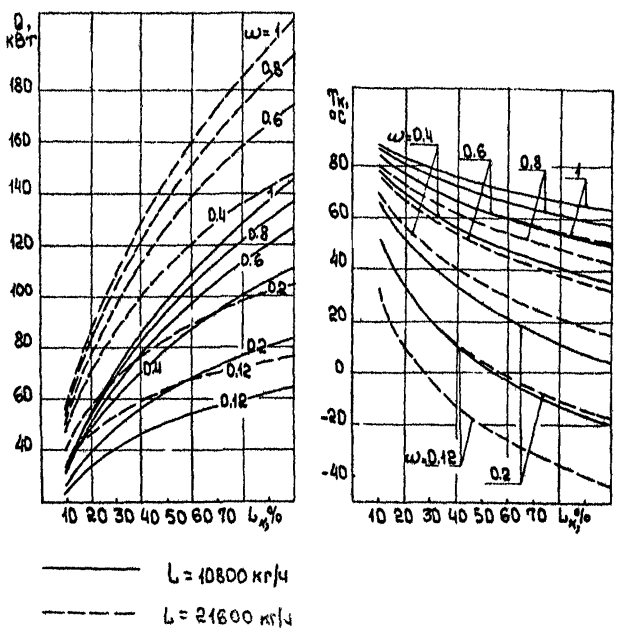
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω=0,I2...I м/с, $t_н$=-30 °С, $T_н$=95 °С



Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-18 с калорифером КСК 4-10 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-20 °С, $T_н$ =150 °С

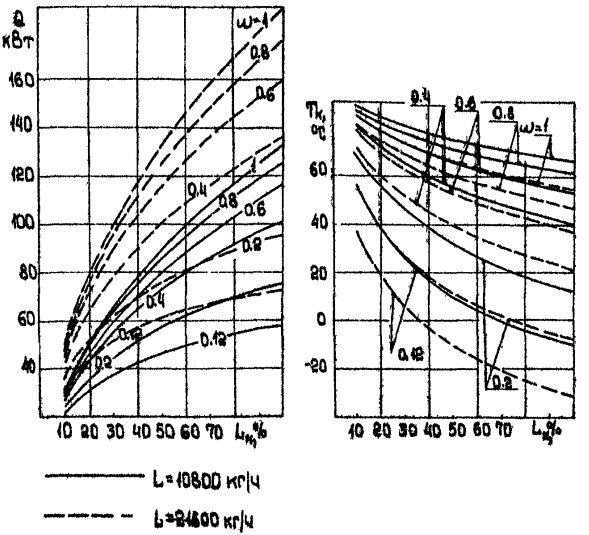


Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω =0,I2...Iм/с, $t_н$=-20 °С, $T_н$ =95 °С

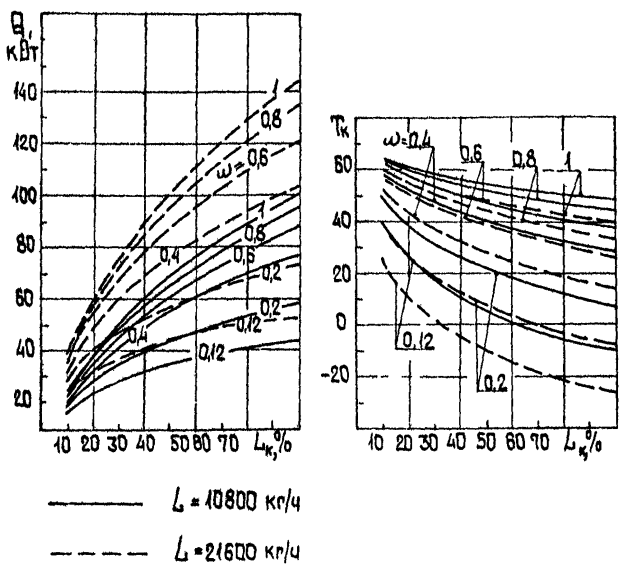


Приложение 7.5

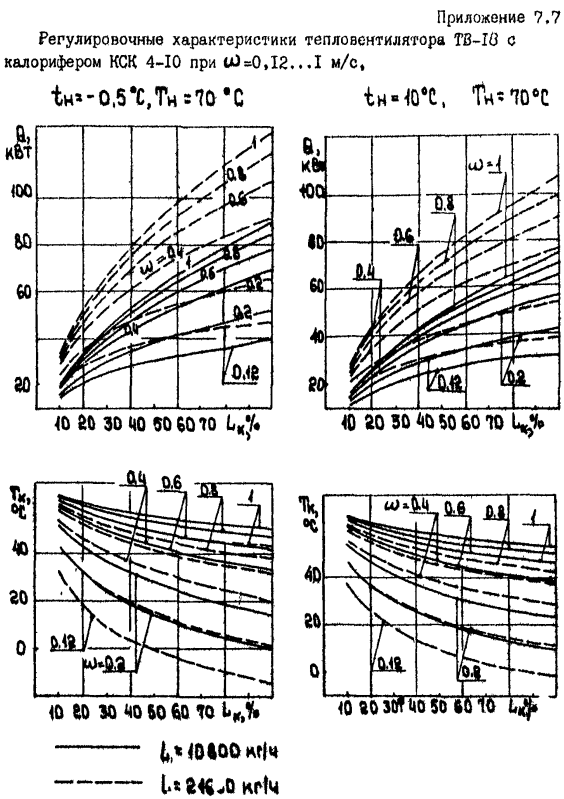
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-18 с калорифером КСК 4-10 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$=-10 °С, $T_н$=95 °С



Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-18 с калорифером КСК 4-10 при ω=0,12...1 м/с, $t_{н}$=-10 °С, $T_{н}$=70 °С

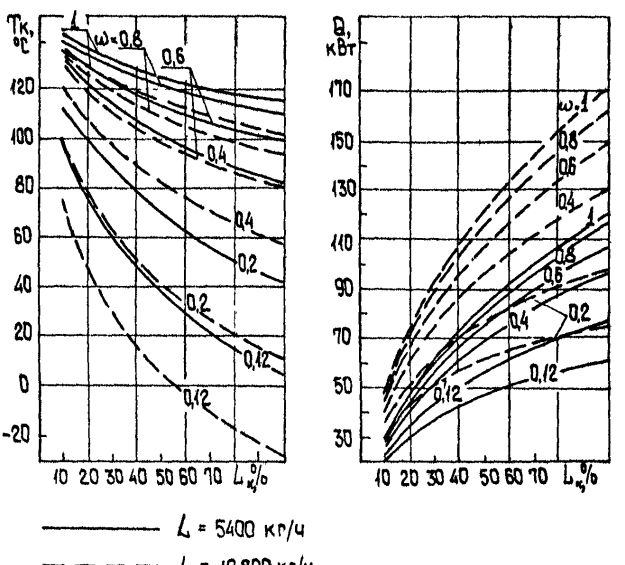


Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω=0,I2...I м/с,

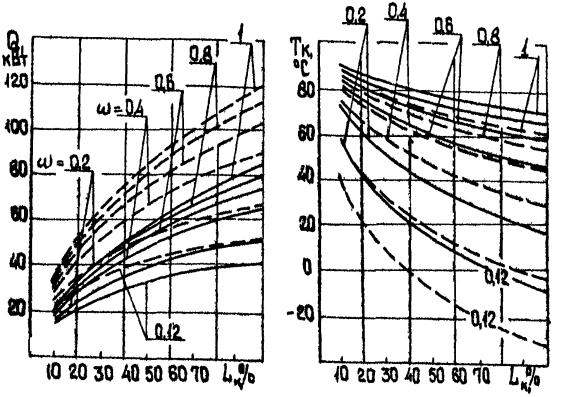


Приложение 8.I

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 9-8 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-40 °С, $T_н$ =I50°С



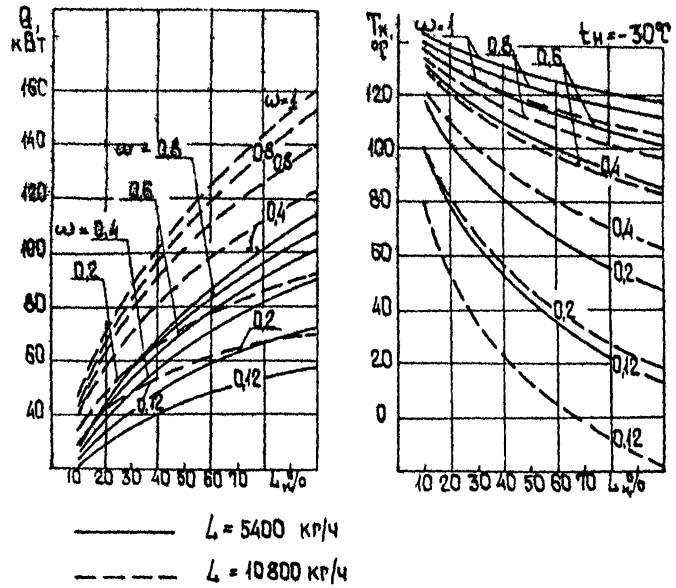
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω =0,12 м/с, $t_н$ =-40 °С, $T_н$ = 95 °С



——————— L = 5400 кг/ч

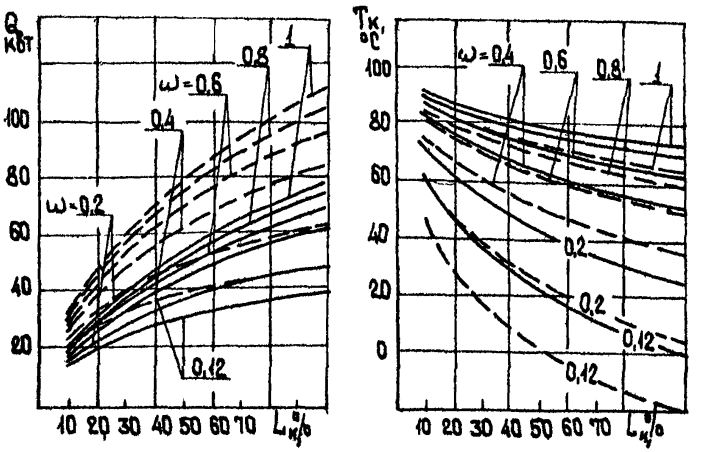
— — — — — L = 10800 кг/ч

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-30 °С, $T_н$=150 °С



Приложение 8.4

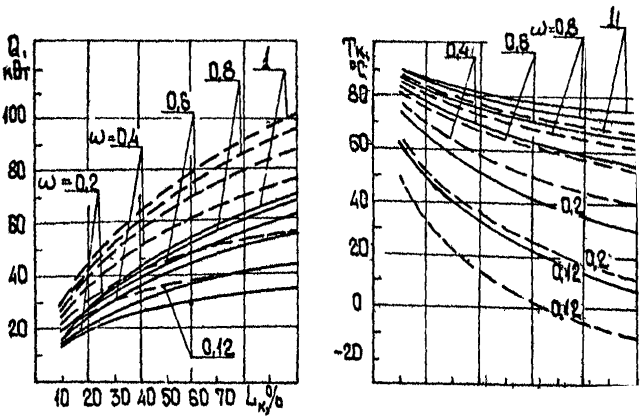
Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-30 °С, $T_н$ =95 °С



——— L = 5400 кг/ч

— — — L = 10800 кг/ч

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω=0,12...1 м/с, $t_н$=-20 °С, $\eta_н$=95%

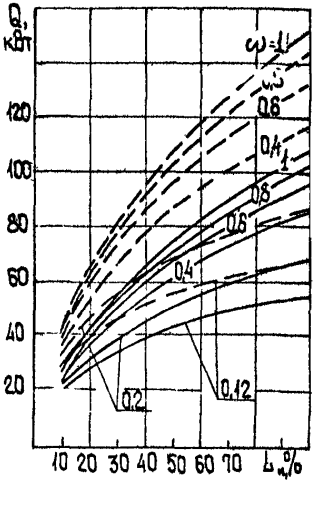


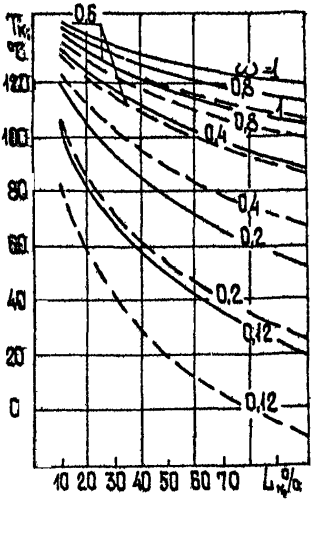
——— L = 5400 кг/ч

— — — — L = 10800 кг/ч

Приложение 8.6

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω=0,12...1 м/с, $t_н$=-20 °С, $T_н$=150 °С

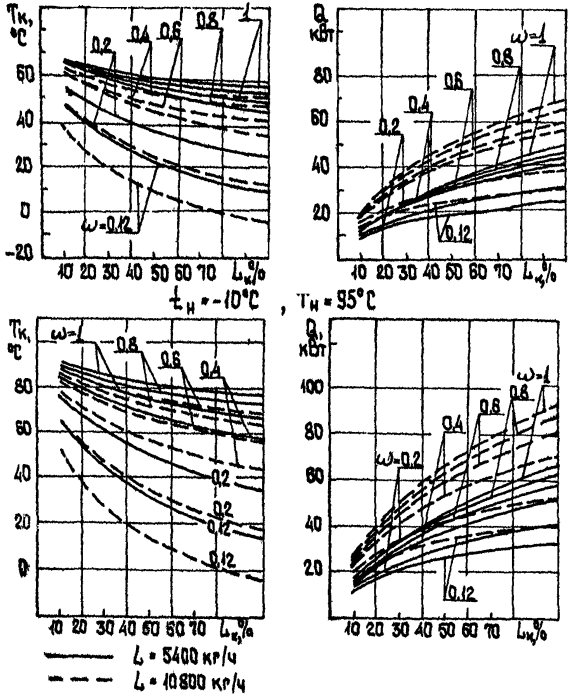




——————— L =5400 кг/ч

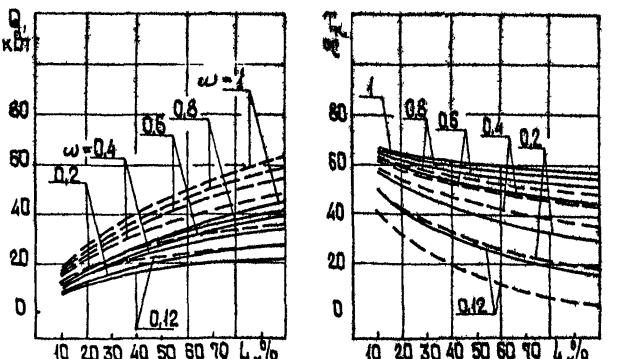
— — — — — — L =10800 кг/ч

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$=-10 °С, $T_н$=70 °С



Приложение 8.8

Регулировочные характеристики теплового вентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-9 при ω=0,12...1 м/с, $t_{нач}$=8,5 °С, $t_{н}$=70 °С

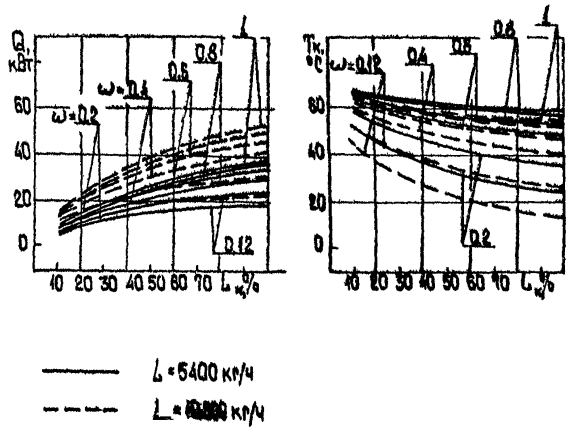


——— L = 5400 кг/ч

– – – – L = 10 800 кг/ч

Приложение 8.9

Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω=0,12...1 м/с, $t_н$=10 °С, $T_н$=70 °С



Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности (Q) и скорости воды в трубках (w) тепловентиляторов серии ТВ с трехрядными калориферами при расчетной воздухоподаче

Температурный график $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, $мин^{-1}$			
		ТВ - 6		ТВ - 9	
		3600	7200	5400	10800
		При температуре наружного воздуха $t_н = -40$ °С			
150/70	Q, кВт	73... 58	115... 91	104... 82	162...129
	w, м/с	0,3...0,2	0,4...0,3	0,4...0,3	0,6...0,5
130/70	Q, кВт	71... 56	111... 88	100... 79	157...125
	w, м/с	0,3	0,5...0,4	0,5...0,4	0,7...0,6
115/70	Q, кВт	69... 54	109... 86	98... 77	154...122
	w, м/с	0,4...0,3	0,7...0,5	0,6...0,5	1,0...0,8
95/70	Q, кВт	69... 54	109... 86	98... 77	154...122
	w, м/с	0,8...0,6	1,2...1,0	1,1...0,9	1,7...1,4

Продолжение прилож. 9.1

Температурный график Тн/Тк, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения мин⁻¹			
		ТВ - 12		ТВ - 18	
		7200	14400	10800	21600
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -40 °С			
150/70	Q, кВт	135...107	210...166	[illegible]...[illegible]	[illegible]...[illegible]
	w, м/с	0,5...0,4	0,7...0,5	0,7...0,5	1,1...0,8
130/70	Q, кВт	130...103	203...162	[illegible]...[illegible]	[illegible]...[illegible]
	w, м/с	0,6...0,5	1,0...0,8	0,8...0,7	1,4...1,1
115/70	Q, кВт	128...101	200...159	187...148	292...233
	w, м/с	0,8...0,6	1,3...1,0	1,2...0,9	1,8...1,5
95/70	Q, кВт	127...100	200...159	187...147	293...233
	w, м/с	1,4...1,3	2,3...1,8	2,1...1,7	3,3...2,6

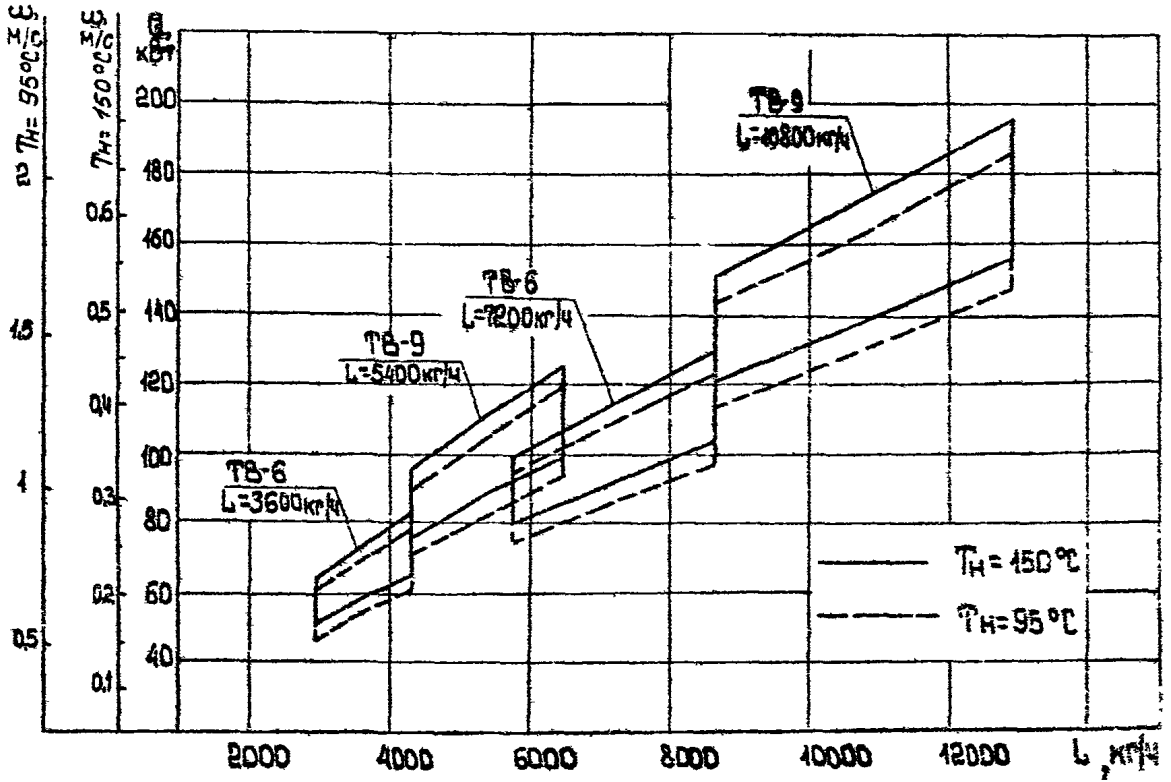
Температурный график $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения, $мин^{-1}$			
		Т В 12		Т В - 18	
		7200	14400	10800	21600
		При температуре наружного воздуха $t_н$ —30 С			
150/70	Q, кВт	125... 99	194.. 155	183 . 145	284...227
	w, м/с	0,4	0,7.. 0,6	0,7 . 0,5	1,0...0,8
130/70	Q, кВт	120 94	186 . 149	176 ..139	273 ..218
	w, м/с	0,6...0,4	0,9...0,7	0,8...0,7	1,0...1,3
115/70	Q, кВт	117... 92	182...145	171...135	267...213
	w, м/с	0,7...0,6	1,1...0,9	1,0...0,9	1,7...1,3
95/70	Q, кВт	115... 91	181...144	169...133	266...211
	w, м/с	1,3...1,0	2,1...1,6	1,9...1,6	3,0...2,4
		При температуре наружного воздуха $t_н$= -20 °С			
150/70	Q, кВт	114... 91	178...142	168...133	261...208
	w, м/с	0,4...0,3	0,6...0,5	0,6...0,5	0,9...0,7
130/70	Q, кВт	109... 86	170...136	160...127	249...199
	w, м/с	0,5...0,4	0,8...0,6	0,7...0,5	1,1...0,9
115/70	Q, кВт	106... 83	165...132	156...123	242...193
	w, м/с	0,6...0,5	1,0...0,8	1,0...0,9	1,5...1,2
95/70	Q, кВт	104... 82	163...129	152...120	239...190
	w, м/с	1,2...0,9	1,8...1,5	1,7...1,4	2,7...2,1

Продолжение прилож. 9.1

Температурный график $T_н/T_к$, °С	Показатель	Значение показателя при частоте вращения мин$^{-1}$			
		ТВ - 6		ТВ - 9	
		3800	7200	5400	10800
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -30 °С			
150/70	Q, кВт	68... 53	106... 84	96... 76	150...119
	w, м/с	0,2	0,4...0,3	0,3	0,4...0,3
130/70	Q, кВт	65... 51	102... 81	92... 73	144...115
	w, м/с	0,3...0,2	0,5...0,4	0,4...0,3	0,7...0,5
115/70	Q, кВт	63... 55	99... 79	90... 71	141...112
	w, м/с	0,6...0,4	0,6...0,5	0,6...0,4	0,9...0,7
95/70	Q, кВт	62... 49	99... 78	88... 70	140...111
	w, м/с	0,7...0,6	1,1...0,9	1,0...0,8	1,6...1,3
		При температуре наружного воздуха $t_н$ = -20 °С			
150/70	Q, кВт	62... 49	97... 77	88... 70	137...110
	w, м/с	0,2	0,3	0,3	0,5...0,4
130/70	Q, кВт	60... 47	93... 74	84... 66	131...105
	w, м/с	0,2	0,4...0,3	0,4...0,3	0,6...0,5
115/70	Q, кВт	57... 45	90... 72	81... 64	127...101
	w, м/с	0,4...0,3	0,6...0,5	0,5...0,4	0,8...0,6
95/70	Q, кВт	56... 44	89... 70	80... 63	126...100
	w, м/с	0,6...0,5	1,0...0,8	0,9...0,7	1,4...1,1

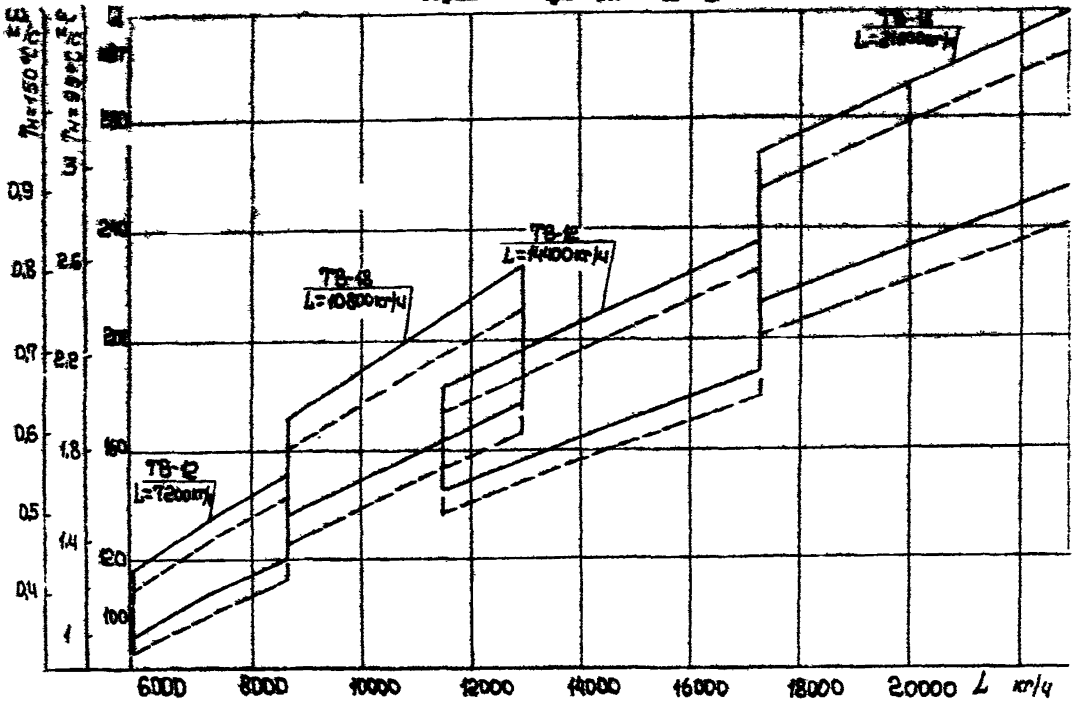
Приложение 9.2.I

Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с трехрядными калориферами серии КСК при $t_н = -40$ °С



Приложение 9.2.2

Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с трехрядными калориферами серии КГЗ при $t_н = -40\ ^{\circ}C$



Использованная литература

1. Козлова Н.П., Валге А.М., Скуратов В.В. и др. Методические рекомендации по расчету режимов работы отопительно-вентиляционных систем животноводческих ферм и комплексов.- Л.: НИПТИМЭСХ НЗ, 1987.

2. Временные рекомендации по определению температуры обратной воды на выходе из калориферов по ГОСТ 7201-70, А3-690. М.: ГПИ Сантехпроект, 1975.

3. Журавлев Б.А. Наладка и регулирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха. - М.: Стройиздат, 1980.

4. Тепловентиляторы ТВ-6, ТВ-9, ТВ-12, ТВ-18, ТВ-24, ТВ-36. Проспект ВНИИЖИВМАШ, 1982.

5. Калориферы КСК3-6-02ХЛ3А: КСК3-12-02ХЛ3А, КСК4-6-02ХЛ3А:- КСК4-12-02ХЛ3А. Информация Костромского калориферного завода.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ РАСЧЕТА И ВЫБОРА ТЕПЛОВЕНТИЛЯТОРОВ СЕРИИ ТВ	4
ПОРЯДОК РАСЧЕТА	II
ПРИЛОЖЕНИЕ I. Технические характеристики тепловентиляторов	I7
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Характеристики используемых в тепловентиляторах калориферов (ТУ 22-5757-84)	I8
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.I. Допустимые по тепловой мощности области работ тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами при изменении $t_н$ и $T_н$	I9
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.2. Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности и скорости воды в трубках тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК4-7 при расчетной воздухоподаче	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.3. Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности и скорости воды в трубках тепловентиляторов ТВ-9 с калорифером КСК4-8 при расчетной воздухоподаче	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.4. Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности и скорости воды в трубках тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК4-9 при расчетной воздухоподаче	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.5. Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности и скорости воды в трубках тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК4-I0 при расчетной воздухоподаче	29

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.6.I. Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТР с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н$=-40°С 31

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.6.2. Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТБ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н$=-40°С 32

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.7.I. Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н$=-30°С 33

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.7.2. Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н$=-30°С 34

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.8.I. Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н$=-20°С 35

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.8.2. Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с четырехрядными калориферами серии КСК при $t_н$=-20°С 36

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.I. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω = 0,2...I м/с, $t_н$= -40°С 37

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.2. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω =0,2...I м/с, $t_н$=-30°С 38

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.3. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω = 0,2...I м/с, $t_н$=-20°С 39

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.4. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω =0,2...I м/с, $t_н$ = -I0°С 40

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.5. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω =0,2...I м/с, $t_н$ =-5°С 4I

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.6. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω =0,2...I м/с, $t_н$ =-0,5°С 42

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.7. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-6 с калорифером КСК 4-7 при ω =0,2...I м/с $t_н$ =I0°С, $T_н$ =70°С 43

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.I. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-40°С, $T_н$ =I50°С 44

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.2. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-40°С, $T_н$ =90°С 45

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.3. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω = 0,I2...I м/с, $t_н$=-30°С, $T_н$ =I50°С 46

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.4. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-30°С. $T_н$ =90°С 47

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.5. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-20°С. $T_н$ =150°С 48

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.6. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-20°С. $T_н$ =90°С 49

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.7. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-10°С. $T_н$ =90°С; $t_н$ =-0,5°С, $T_н$ =70°С 50

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.8. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,12...1 м/с. $t_н$ =-10°С, $T_н$ =70°С 51

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.9. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 4-8 при ω =0,12...1 м/с $t_н$ =-10°С. $T_н$ =70°С 52

ПРИЛОЖЕНИЕ 6.I. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-30°С, $T_н$ =I50°С

ПРИЛОЖЕНИЕ 6.2. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-30°С, $T_н$ =95°С

ПРИЛОЖЕНИЕ 6.3. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,I2...I м/с. $t_н$ =-20°С, $T_н$ =I50°С

ПРИЛОЖЕНИЕ 6.4. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,I2 ...I м/с. $t_н$ =-20°С, $T_н$ =95°С

ПРИЛОЖЕНИЕ 6.5. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,I2...I м/с. $t_н$ =-I0°С, $T_н$ =95°С; $T_н$ =70°С

ПРИЛОЖЕНИЕ 6.6. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I2 с калорифером КСК 4-9 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-0,5°С, $T_н$ =70°С; $t_н$ =I0°С, $T_н$ =70°С

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.I. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-30°С, $T_н$=I50°С 59

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.2. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-30°С, $T_н$=95°С 60

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.3. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-20°С, $T_н$=I50°С 6I

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.4. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-20°С, $T_н$ =95°С 62

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.5. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-I0°С, $T_н$ =95°С 63

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.6. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω =0,I2...I м/с, $t_н$ =-I0°С, $T_н$ =70°С 64

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.7. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-I8 с калорифером КСК 4-I0 при ω =0,I2...I м/с $T_н$ =70°С $t_н$ =-0,5°С ; $t_н$=I0°С 65

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.1. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω = 0,12...1 м/с, $t_н$ =-40 °С, $T_н$ = 150 °С 66

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.2. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω = 0,12...1 м/с, $t_н$ =-40 °С, $T_н$ =95 °С 67

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.3. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =-30 °С, $T_н$ = 150 °С 68

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.4. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω = 0,12...1 м/с, $t_н$ =-30 °С, $T_н$ = 95 °С 69

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.5. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω = 0,12...1 м/с, $t_н$ =-20 °С, $T_н$ = 95 °С 70

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.6. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω = 0,12...1м/с, $t_н$ =-20 °С, $T_н$ = 150 °С 71

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.7. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω = 0,12...1 м/с, $t_н$ =-10 °С, $T_н$ = 95 °С; $T_н$ = 70 °С 72

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.8. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω =0,12...1 м/с, $t_н$ =0,5 °С, $T_н$ = 70 °С 73

ПРИЛОЖЕНИЕ 8.9. Регулировочные характеристики тепловентилятора ТВ-9 с калорифером КСК 3-8 при ω = 0,I2...I м/с, $t_н$ = I0 °С, $T_н$ = 70 °С 74

ПРИЛОЖЕНИЕ 9.I. Рекомендуемый диапазон изменения тепловой мощности (Q) и скорости воды в трубках (ω) тепловентиляторов серии ТВ с трехрядными калориферами при расчетной воздухоподаче 75

ПРИЛОЖЕНИЕ 9.2.I. Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с трехрядными калориферами серии КСК при $t_н$ =-40 °С 79

ПРИЛОЖЕНИЕ 9.2.2. Допустимые области работы тепловентиляторов серии ТВ с трехрядными калориферами серии КСК при $t_н$ =-40 °С 80

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА 8I

Руководство по расчету и применению тепловентиляторов серии ТВ в системах обеспечения микроклимата животноводческих помещений.
Ответственный
за выпуск – Чураков Б.Ф.

РТП НИПТИМЭСХ НЗ Заказ № 852 : Подписано
к печати 30.II.90. Объем 5,75 печ.л. Тираж 299

gost.e-ecolog.ru