

УДК 697

## **Установленная мощность центральных систем кондиционирования класса VRF**

Тимофеевский А.Л.  
alt1960@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий

*Реалиями настоящего времени в области климатической техники, устанавливаемой в России, является использование центральных систем кондиционирования воздуха иностранного производства. При этом термины в иностранной технической документации не всегда соответствуют российским нормам. Одним из таких терминов является установленная мощность. Как показывает опыт, ее выбор для сложного климатического оборудования часто вызывает трудности у инженерно-технических работников. В статье обсуждается подход к обоснованному определению этой величины для систем класса VRF (“Variable Refrigerant Flow”).*

Ключевые слова: кондиционирование, VRF, потребляемая мощность, установленная мощность.

## **The established capacity of central air-conditioning systems of class VRF**

Timofeevskiy A.L.  
alt1960@mail.ru

Saint-Petersburg state university of refrigeration and food engineering

*Realities of the present in the field of the climatic units, established in Russia, is use of central air-conditioning systems of foreign manufacture. Thus terms in foreign engineering specifications not always correspond to the Russian norms. One of such terms is the established capacity. As shows experiment, its choice for the climatic equipment often causes difficulties in technical specialists. In article the approach to well-founded definition of this size for systems of class VRF (“Variable Refrigerant Flow”) is discussed.*

Keywords: air-conditioning, VRF, the power consumption, the established capacity.

Суммарная установленная мощность оборудования на объекте является одной из величин, на которых основывается договор между потребителем электроэнергии и ее поставщиком.

Нормативные документы дают следующие определения мощности:

**установленная мощность электроустановки** – это наибольшая активная электрическая мощность, с которой электроустановка может длительно работать без перегрузки в соответствии с техническими условиями или паспортом на оборудование [1];

**разрешенная мощность** – это величина электрической мощности, которую на основании технических условий энергоснабжающая организация разрешила потребителю присоединить к своим сетям [2].

Суммарная **установленная** мощность электроприемников, которые хочет использовать потребитель рассчитывается по **разрешенной** для данного объекта полной мощности, с учетом нормативных коэффициентов спроса, одновременности и мощности ( $\cos\varphi$ ).

*Пример:* Пусть разрешенная полная расчетная мощность, подводимая к объекту, равна 7,6 кВА.

При произведении коэффициентов спроса и одновременности  $K_c \times K_o = 0,7$  и нормативном  $\cos\varphi = 0,92$  установленная мощность всех электроприемников не должно превышать  $P_{уст} = 7,6 \times 0,92 / 0,7 = 10$  кВт (в противном случае потребителю придется заплатить за перекладку кабеля и замену автоматических выключателей на вводе).

Ток однофазной или трехфазной сети рассчитывается по формулам (1) и (2):

$$I_{1\phi} = \frac{P_{актив}}{U_{\phi} \times \cos\varphi} \quad (1)$$

$$I_{3\phi} = \frac{P_{актив}}{1,73 \times U_{л} \times \cos\varphi} \quad (2)$$

Расчетный ток для однофазной сети объекта с разрешенной полной мощностью 7,6 кВА равен:  $I_{1\phi} = 7600 \text{ ВА} / 220 \text{ В} = 34,6 \text{ А}$ . Далее по величине расчетного тока производится выбор приборов защиты и сечения проводов (из условия нагрева их изоляции).

Таким образом, если установленная мощность была определена неправильно, то кабель и защитные устройства могут быть подобраны неверно.

Наружные агрегаты многозональных кондиционеров класса VRF могут комплектоваться разным количеством внутренних блоков, поэтому в технической документации вместо установленной мощности системы приводятся данные по потребляемой мощности наружных блоков в широком диапазоне температур наружного и внутреннего воздуха и при разном проценте их загрузки внутренними блоками.

Установленная мощность кондиционеров с герметичными компрессорами не равна их номинальной мощности. Это связано с тем, что из-за нестандартного способа охлаждения встроенного электродвигателя его номинальная мощность может быть значительно меньше потребляемой мощности компрессора.

Например, номинальная мощность встроенного двигателя компрессора в инверторных кондиционерах RXS20E, RXS25E и RXS35E фирмы Daikin

одинакова и равна 600 Вт, а их максимальные потребляемые мощности (в режиме нагрева) равны 690, 880 и 1150 Вт соответственно.

Использование одного и того же герметичного компрессора в разных по мощности кондиционерах возможно благодаря переменной частоте вращения двигателя и охлаждению обмоток статора потоком фреона. Увеличение производительности кондиционера не приводит к перегрузке электродвигателя компрессора, так как рост потребляемой мощности сопровождается увеличением массового расхода фреона, охлаждающего обмотки статора. Это позволяет использовать для привода герметичных компрессоров встроенные двигатели, номинальная мощность которых в 1,5-2 раза меньше, чем у двигателей сальниковых компрессоров той же производительности.

В технической документации кондиционеров с герметичными компрессорами приводятся значения мощности в широком диапазоне температур наружного воздуха (обычно +40°C и выше). Для большинства городов России расчетная летняя температура наружного воздуха по параметрам Б значительно ниже (например, для Санкт-Петербурга +24,6°C).

Эксплуатационные факторы, негативно влияющие на потребляемую мощность кондиционера (облучение солнцем, размещение на чердаке, загрязнение поверхности теплообмена и т.д.) часто учитываются проектировщиками с помощью увеличения расчетной температуры. Например, в [3] при облучении солнцем конденсаторов с воздушным охлаждением расчетное значение температуры наружного воздуха предлагается увеличивать на 5К, а при размещении их на плоской темной кровле на 10К. Но даже в этом случае наружная расчетная температура для Петербурга не превышает +35°C. В то же время, если принять меры для организации нормального теплообмена (экран от солнца, подсыпка белого гравия на темную кровлю вокруг наружного блока, организация соответствующего воздухообмена на чердаке и т.д.), то эта температура будет ощутимо ниже.

Таким образом, можно констатировать, что однозначных рекомендаций по выбору максимальной наружной расчетной температуры в нормативных документах в настоящее время нет.

Исходя из сказанного, можно предложить два варианта выбора установленной мощности кондиционера, работающего в режиме охлаждения.

Первый вариант – принять в качестве установленной мощность, потребляемую оборудованием при абсолютном максимуме температуры наружного воздуха, зафиксированном в данной местности. Такой выбор позволяет надеяться, что при правильном монтаже и эксплуатации реальная потребляемая мощность кондиционера не превысит его установленную мощность, которая в то же время не будет завышенной. В этом случае при неправильном монтаже или эксплуатации выбранные проектировщиком внешние защитные устройства кондиционера (например, автоматический выключатель или тепловое реле) должны отключить его от электропитания.

Второй вариант – принять в качестве установленной мощность, потребляемую кондиционером при максимальной температуре наружного воздуха, приведенной в документации. В этом случае при неправильном

монтаже или эксплуатации должны сработать внутренние защитные устройства кондиционера (например, датчик тока).

Если кондиционер может работать в режиме теплового насоса, необходимо сравнить потребляемые им мощности при охлаждении и нагреве и выбрать максимальную из них в качестве установленной мощности.

По выбранной установленной мощности рассчитывается максимальный рабочий ток. Коэффициент мощности  $\cos\phi$ , необходимый для этого расчета, можно вычислить по известным из документации значениям номинальной мощности и номинального тока. Далее по максимальному рабочему току с запасом 25-30% выбирается номинальное значение автоматического выключателя. При превышении предельного тока должна сработать одна из внутренних защит самого кондиционера (токовая, по давлению, по температуре нагнетания).

В зарубежной технической документации для выбора сечения силовых проводов используется расчетная величина, которая называется *MCA* (рис.1).



Рис.1 Величина тока  $MCA=11,9$  А на шильде наружного блока системы VRF

Эта аббревиатура расшифровывается как "Minimum circuit conductor ampacity" и переводится как "ток, по которому выбирают минимальное сечение проводника". Этот ток рассчитывается так:

$$MCA = 1,25 \times RLA + \sum FLA$$

В приведенной формуле используются еще две аббревиатуры, характерные для иностранной технической документации: *RLA* (Rated Load Amps) - номинальный рабочий ток компрессоров и *FLA* (Full Load Amps) – максимальный ток вентиляторов наружного блока.

Смысл величины *MCA* состоит в том, что кабель, присоединенный к "мультикомоторному" потребителю, не должен разрушиться от тока перегрузки, до срабатывания защитного токового реле, настроенного на нормативную для Европы цифру 125%.

В свою очередь, номинальный ток предохранителя кондиционера не должен превышать величину *MFA* (Max Fuse Amps), которая рассчитывается по формуле:

$$MFA = 2,25 \times RLA + \sum FLA$$

Пример: Выбор установленной мощности трехфазного наружного блока VRV фирмы Daikin по таблицам мощности, приведенным в технической документации [4].

Для предельных условий эксплуатации в Санкт-Петербурге (абсолютный максимум наружной температуры  $+35^{\circ}\text{C}$ , загрузка внутренними блоками 130%, предельная температура в помещении по мокрому термометру  $+24^{\circ}\text{C}$ ) потребляемая мощность наружного блока серии RXY10P7W1B в режиме охлаждения равна 7,8 кВт.

В случае работы в режиме нагрева при предельных параметрах воздуха  $T_{\text{нар}}=+13^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{пом}}=+18^{\circ}\text{C}$  потребляемая мощность этого же блока будет равна 9,43 кВт. Эту мощность следует принять в качестве установленной.

Для нахождения максимального рабочего тока наружного блока определим его  $\cos \varphi$ . Номинальная (стандартная) мощность блока RXY10P7W1B в режиме нагрева при загрузке 100% равна 7,7 кВт. При этом номинальный ток блока равен:  $I_{\text{ном}}=RLA+FLA=11,1+0,9=12\text{A}$  и  $\cos \varphi=7700/400/1,73/12=0,927$ .

Из формулы  $N_{\text{уст}} = I \times V \times 1,73 \times \cos \varphi$  при напряжении 380 В, установленной мощности 9,43 кВт и  $\cos \varphi=0,927$  максимальный рабочий ток будет равен 15,5 А, соответственно автоматический выключатель можно выбрать на номинальный ток 20 А.

Максимально возможный номинал автоматического выключателя для наружного блока равен 25 А, так как  $MFA=2,25 \times 11,3+0,9=26,3\text{A}$ .

Провода силового электропитания должны быть рассчитаны на больший ток, чем предохранитель. При номинальном токе предохранителя 20А площадь их сечения можно выбрать по току  $MCA=21,6\text{A}$ , приведенному в технической документации на систему VRV.

## Список литературы

1. Энергетика и электрификация. Термины и определения: ГОСТ 19431-84.- Взамен ГОСТ 19431-74; введ.01.01.86
2. Методические рекомендации по регулированию отношений между энергоснабжающей организацией и потребителями.- М.: МинЭнерго РФ, 2002
3. Тарабанов М.Г. Холодоснабжение систем кондиционирования воздуха // АВОК.- 2007.- №8.
4. DAIKIN EUROPE NV Технические данные. Инверторная система VRVIII с тепловым насосом RXYQ5-54P7W1B // EEDRU08-200 - Бельгия: Изд-во Lannoo.- 2008, 138 с.