Инструкция по эксплуатации регулятора расхода воздуха РРВ1 в системе вентиляции.

(версия 2016 10 24)

СТЭК-РРВ1-ИЭ

1. Назначение

РРВ1 - это регулятор расхода воздуха, предназначенный для автоматического поддержания скорости расхода воздуха в системе вентиляции, использующей преобразователь частоты вентилятора. Устройство также может выполнять функцию определения текущей скорости потока воздуха в воздуховоде.

Регулятор **РРВ1 не рекомендуется** использовать в системах вентиляции, имеющих ***среднюю*** скорость потока воздуха **меньше 4 м/с или больше 20 м/с**.

2. Комплект поставки

- Блок преобразования РРВ1-0/10П
- Розетка кабельная DIN 43650 C
- Напорная трубка с термодатчиком и розеткой кабельной DIN 43650 C
- Кронштейн для крепления компонентов регулятора
- Пластина крепления Напорной трубки
- Трубка соединительная, гибкая (2шт.)
- Винт М4×10 (2шт.)
- Винт М4×16 (3шт.)
- Гайка М4 (5шт.)
- Заклёпки вытяжные Ø4,0мм/L-10мм (4 шт.)
- Инструкция по эксплуатации РРВ (поставляется 1 экз. на 10 регуляторов)

3. Подготовка к монтажу

3.1. Перед монтажом компонентов регулятора необходимо убедиться в работоспособности **преобразователя частоты**, работающего с действующим вентилятором и возможности его включения в режим преобразования внешнего входного напряжения постоянного тока *(в диапазоне 0-10 В)* в пропорциональную частоту вращения крыльчатки вентилятора. Кроме того, если нагрузочный ток питания преобразователя частоты меньше 50 мА, следует подготовить автономный блок питания с выходным напряжением постоянному току 24±2 В (для питания РРВ).

3.2. Врезку (измерительное сечение) рекомендуется выбирать на прямом участке воздуховода на расстоянии не менее ПЯТИ эквивалентных диаметров воздуховода от мест, где изменяется направление потока воздуха по обе стороны от места врезки.

3.3. Отверстие для врезки напорной трубки желательно размещать на боковой (или верхней в крайнем случае) поверхности воздуховода *(во избежание образования в измерительных трубках «пробок» от конденсата влаги или засорения твердыми включениями, содержащимися в воздушном потоке)*.

3.4. Подготовить экранированный соединительный кабель с количеством изолированных медных жил не менее 3-х (каждая сечением не менее 0,2 мм²) в общей изолирующей оболочке с внешним диаметром не более 8 мм. Длина кабеля должна определяться длиной трассы прохождения от места врезки напорной трубки до контактов клеммной колодки управления в составе **преобразователя частоты** двигателя вентилятора.

3.5. Для монтирования крепежного кронштейна на воздуховоде подготовить ЗАКЛЁПОЧНИК для алюминиевых заклёпок.

4. Крепление компонентов регулятора

4.1. Просверлить в воздуховоде с учетом требований по п.п. 3.2 и 3.3 отверстие диаметром не менее, чем ширина погружаемой части Напорной трубки, входящей в комплект поставки.

4.2. Используя винты, гайки и пластину, входящие в комплект поставки, закрепить на кронштейне Блок преобразования и Напорную трубку согласно нижеприведённого рисунка.

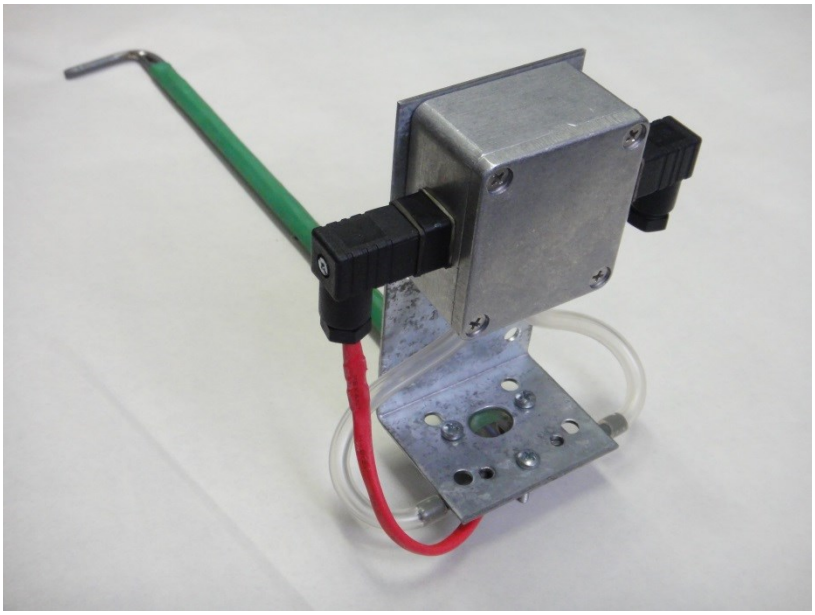


Рис.2 Регулятор РРВ1 в сборе с напорной трубкой

4.3. Поместить через просверленное (п.п. 4.1) отверстие Напорную трубку внутрь воздуховода *наконечником навстречу воздушному потоку*. По отверстиям кронштейна, высверлить четыре отверстия сверлом Ø4 мм в воздуховоде и с помощью ЗАКЛЁПОЧНИКА и Заклёпок вытяжных (из комплекта поставки) зафиксировать собранную конструкцию в положении, приведенном на рисунке 2.

Наиболее **важным** требованием к фиксации Напорной трубки является исключение горизонтальных участков и участков обратного наклона по всей длине измерительных трубок – от наконечника Напорной трубки до входных штуцеров Блока преобразования. В случае несоблюдения этого требования, из-за возможного закупоривания измерительных трубок конденсатом или пылью, сигналы, формируемые регулятором для управления преобразователем частоты, могут стать недостоверными. В результате этого станет невозможным поддержание скорости потока воздуха в системе вентиляции на заданном уровне *(частота вращения двигателя установится в одно из предельных значений, заданных в преобразователе частоты)*.

5. Электрические соединения

5.1. При выборе Преобразователя частоты для построения системы вентиляции, использующей РРВ1, следует отдавать предпочтение тем моделям, в которых имеется встроенный источник питания с выходным напряжением постоянного тока 24±2 В и нагрузочным током не менее 50 мА. В случае отсутствия возможности выбора - для питания РРВ1 следует использовать автономный источник постоянного напряжения с аналогичными выходными характеристиками и возможностью круглосуточной работы.

5.2. Оба варианта построения системы в части электрических соединений приведены на рисунках 3 и 4.

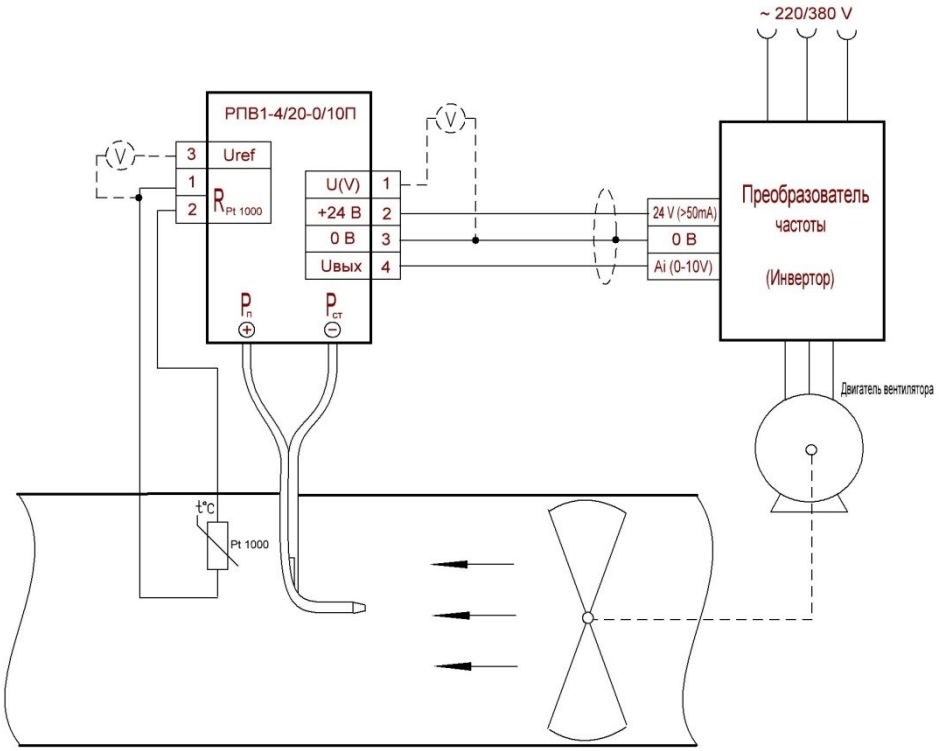


Рис.3 Схема соединений при питании Регулятора от Преобразователя частоты

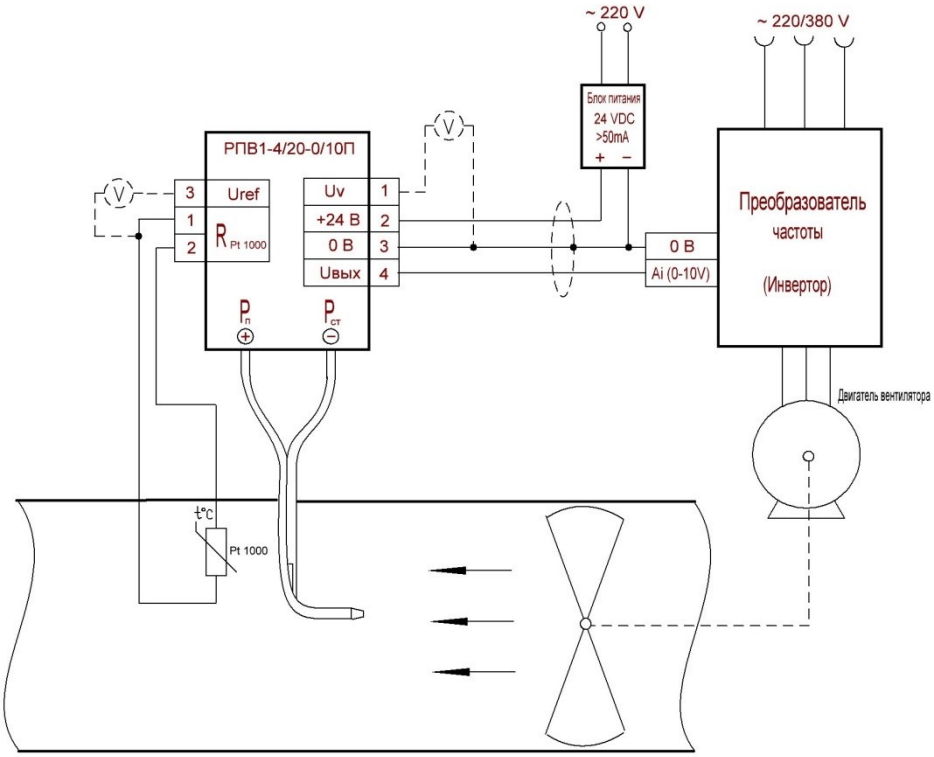


Рис.4 Схема соединений при автономном питании Регулятора

5.3. Обязательными требованиями, предъявляемыми к управляемому Преобразователю частоты, является следующие:

- наличие *входа* в виде напряжения постоянного тока в диапазоне от *0 В до 10 В* (преобразователи, имеющие только токовый вход 4-20 мА, применяться с РРВ1 не могут) ;
- возможность программирования пределов диапазона *частоты* ,управляющей двигателем системы, *от 0 Гц до 50 Гц* (в некоторых системах, применяющих осевые вентиляторы, для достижения экономии энергии частота питания двигателя может не уменьшаться, а наоборот, увеличиваться до 110 Гц);
- выходная мощность преобразователя частоты не должна быть меньше номинальной потребляемой мощности двигателя вентилятора.

6. Определение существующей скорости потока воздуха

6.1. Правила определения скорости потока воздуха в воздуховоде вентиляционной системы предполагают измерение точечных скоростей в нескольких точках сечения (ГОСТ 17.2.4.06-90) и их усреднение с целью определения средней скорости воздушного потока для последующей оценки расхода, выраженного в единицах м³/час.

Существуют методики определения расхода по одной точке сечения трубы (ГОСТ 8.361-79). Эти методики предполагают расположение измерительного датчика в точке сечения трубы, находящейся от стенки трубы на расстоянии одной четвертой (0,242) её эффективного диаметра. Теоретически считается, что скорость в этой точке равна средней скорости потока воздуха. Также известно, что скорость потока воздуха увеличивается от стенки трубы до её центра. Кроме того, усреднённая по времени скорость потока в любой точке сечения, находящейся на расстоянии большем чем, к примеру, на одной пятой от диаметра трубы будет связана со средней скоростью воздушного потока постоянным (индивидуальным для этой точки) безразмерным коэффициентом.

Исходя из вышеизложенного, для сохранения расхода воздуха на первоначальном уровне, достаточно одним и тем же средством измерений измерить скорость в выбранной *(одной и той же)* точке сечения трубы *(не ближе 0,2 внутреннего диаметра)* до модернизации привода вентилятора *(при управлении вентилятором с частотой питающей сети 50Гц)* и после модернизации. Критерием сохранения расхода будет равенство двух результатов *(до и после модернизации)*.

При недостаточном уменьшении потребляемой электрической мощности допускается снижение поддерживаемой скорости воздушного потока до 15% от первоначальной. В этом случае избыток расхода (относительно эргономического уровня), как правило, заложенный в проекте вентиляционной системы, останется положительным, но итоговое энергопотребление уменьшится на 40-50 %.

6.2. Для определения скорости потока воздуха до модернизации необходимо закреплённый согласно п.4 регулятор подключить к источнику питания (от отдельного источника питания или от Преобразователя частоты) по схеме, приведенной на рисунке 3 или 4. После этого в режиме питания двигателя вентилятора от существующей питающей сети переменного тока частотой 50 Гц измерить вольтметром постоянного тока (и зафиксировать) напряжение U_V (В) на контактах 1 и 3 выходного разъема РРВ1, соответствующее скорости потока воздуха V (м/с) в точке расположения наконечника Напорной трубки.

Без учёта индивидуальной для конкретного РРВ1 погрешности и допущения несоответствия размерностей двух физических величин (скорость и напряжение) можно считать

$$V = U_V \times 2. \qquad (1)$$

Если полученная скорость V потока выходит за пределы 5-18 м/с, то для повышения результата измерения следует переместить наконечник Напорной трубки к центру воздуховода и, наоборот, для снижения результата – переместить к внутренней поверхности воздуховода. При достижении желаемого результата закрепить Напорную трубку Пластиной крепления с помощью трёх винтов М4×16, входящих в комплект поставки (п.2). Если скорость V потока не достигает

значения 5 м/с, то необходимо разместить Напорную трубку за ближайшим изгибом воздуховодной трубы, причём установить её ближе к дальней стенке (из-за инерционности воздушной массы скорость потока может увеличиваться до 3-х раз от средней скорости потока в этом сечении).

7. Финишная настройка системы

7.1. Собрать схему электрических соединений согласно Рис. 3 или Рис. 4.

7.2. Преобразователь частоты включить в режим программирования.

7.3. Запрограммировать Преобразователь частоты на параметры линейного «разгона» двигателя от условно нулевой частоты питания до частоты 50 Гц и наоборот от 50 Гц до условно нулевой частоты для линейной «остановки» двигателя за время не менее 10 секунд. Время «разгона – остановки» выбирается экспериментально по критерию отсутствия вращения вала двигателя после совпадения по времени момента возврата частоты питающего напряжения к нулевому значению и момента остановки вала двигателя.

При наличии специальной подробной инструкции, разработанной для конкретного типа Преобразователя частоты (инвертора), во избежание ошибок при программировании, следует ей воспользоваться.

7.4. Преобразователь частоты включить в ручной режим и опробовать плавное включение и выключение двигателя вентилятора.

7.5. Снять крышку Блока преобразования РРВ1-4/20-0/10П путём временного удаления четырёх крепёжных винтов (см. рис.5).

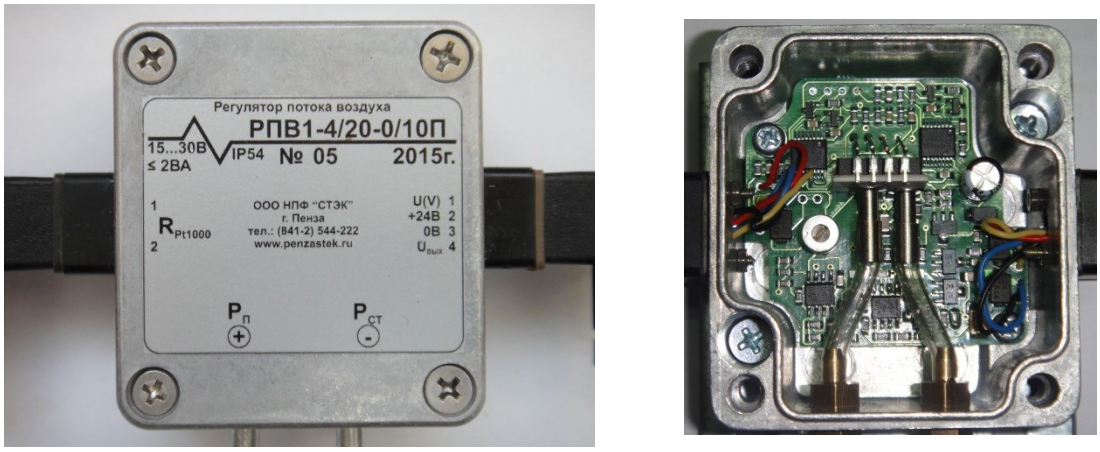


Рис.5 Блок преобразования РРВ1 в сборе и со снятой крышкой

7.6. Отключить систему от сети электропитания. Подключить вольтметр параллельно контактам 1 и 3 разъёма для подключения термометра сопротивления. Включить питание Блока преобразования.

7.8. Регулировочной отверткой повернуть шлиц подстроечного резистора, расположенного на печатной плате Блока преобразования в положение, при котором напряжение на вольтметре будет равным напряжению, измеренному в п.6.2. Это подготовит систему к отслеживанию заданного первоначально расходу воздуха в системе. *Напряжение U ref, устанавливаемое на контактах 1 и 3 задаёт скорость расхода, близкую к выражению (1), что позволяет устанавливать любой необходимый расход воздуха в пределах скорости потока от 4 м/с до 20 м/с.*

7.9. Включить электропитание системы.

7.10. Преобразователь частоты включить в автоматический режим (режим управления двигателем внешним положительным напряжением постоянного тока, который формируется на контакте 4 относительно контакта 3 выходного разъема Блока преобразования). Запустить систему вцелом.

7.11. Подключить вольтметр параллельно контактам 3 и 4 выходного разъема Блока преобразования (предел измерения вольтметра – 10 В постоянного тока). Если напряжение вольтметра отличается от напряжения, соответствующего необходимой скорости потока, больше,

чем на 0,5 В следует произвести более точную подстройку системы следующим образом:

-медленным поворотом шлица подстроечного резистора Блока преобразования следует увеличивать или уменьшать скорость вращения двигателя вентилятора до равенства текущего напряжения, соответствующего необходимой скорости потока воздуха с учётом флуктуаций показаний вольтметра.

Случайные флуктуации напряжения на измерительном выходе устройства неизбежны, т.к. они отражают присущую воздушному потоку турбулентность, имеющую спектр частот близкий к «розовому шуму» (фликкер-шум). При регулировке следует учитывать, что время переходного процесса достижения установившейся скорости потока в воздуховоде может считаться не раньше 10-ти секунд наблюдения.

7.12. По окончании регулировки следует отключить систему от сети электропитания и возвратить крышку Блока преобразования и крепёжные винты в исходное состояние.

7.13. Включить электропитание системы и с помощью вольтметра убедиться, что двигатель разгоняется до частоты, при которой скорость потока воздуха поддерживается на уровне, заданном при последней регулировке.

7.14. Проверить отрицательную обратную связь системы вентиляции по критерию поддержания скорости потока воздуха при изменяющихся условиях. Для этого изменить сечение входного канала приёмной камеры (перед вентилятором). При этом уменьшение сечения входного канала должно приводить к увеличению частоты вращения крыльчатки вентилятора, а увеличение сечения (например, путём открытия внутреннего шлюза приемной камеры) – к снижению частоты вращения крыльчатки. Увеличение или уменьшение частоты вращения можно наблюдать по встроенному цифровому индикатору Преобразователя частоты. Если индикатор отсутствует – можно подключить вольтметр к контакту 4 относительно контакта 3 выходного разъема РРВ1 и по напряжению косвенно определить увеличивается или уменьшается частота вращения крыльчатки.

Таким образом, частота вращения вала двигателя в рабочей системе вентиляции может изменяться, но объемный расход воздуха должен поддерживаться на заданном уровне.

Объёмный расход воздуха будет поддерживаться не только при изменении площади входного сечения, но и при изменении плотности воздуха, зависящей от его температуры. Другие физические параметры воздуха (влажность, текущее абсолютное атмосферное давление и т.д.) составляют величины второго порядка малости и, поэтому не учитываются в функции преобразования РРВ1.

8. Технические характеристики

8.1. Принцип действия Регулятора.

Принцип действия основан на формировании выходного электрического сигнала, связанного линейной зависимостью с массовым расходом воздуха.

$$Q_M = \rho V S, \qquad (2)$$

где:

- Q_M — массовый расход, кг/с;
- ρ — плотность вещества, кг/м³;
- V — средняя скорость потока, м/с;
- S — площадь сечения потока, м².

В качестве измерительной информации учитывается несколько параметров воздуха вентиляционной системы: температура, динамическое давление и статическое давление.

8.1.1. На рис.6 приведена Функциональная схема системы автоматического регулирования расхода воздуха в воздуховоде, использующая РРВ1-4/20-0/10П, на которой элементы, требующие пояснений, имеют следующие условные обозначения.

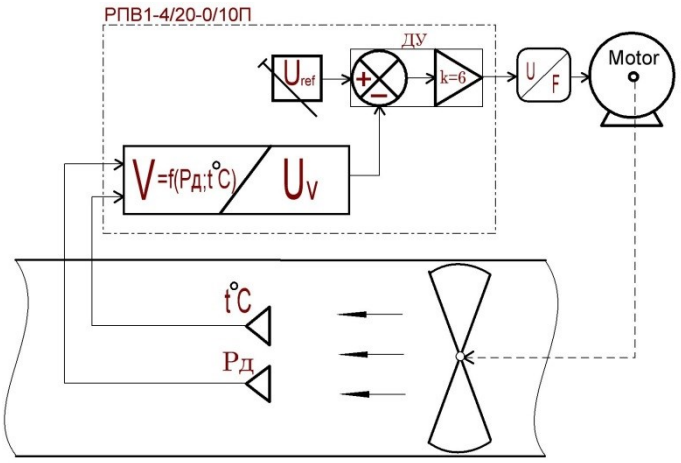


Рис.6 Функциональная схема системы автоматического регулирования расхода воздуха в воздуховоде

Рд – напорная трубка (трубка Пито), формирующая динамическое (или скоростное) давление (мм вод.ст.)

$$Рд = Рп-Рс, \qquad (3)$$

где: Рп – полное давление; Рс – статическое давление.

t°C – датчик температуры (термометр сопротивления платиновый $Rt_{\circ}$ = 1000 Ом).

V=f(Рд; t°C)/Uv – преобразователь скорости потока воздуха в напряжение постоянного тока (м/с → В).

Uref – источник образцового напряжения, задающий среднюю скорость потока воздуха.

ДУ – дифференциальный усилитель разности двух напряжений постоянного тока с коэффициентом усиления k = 10 .

U/F – преобразователь постоянного напряжения в частоту управления и питания асинхронного двигателя.

Motor – асинхронный двигатель вентилятора в воздуховоде.

8.1.2. Скорость воздушного потока V в измерительном канале преобразователя расчитывается по формуле

$$V = (2\,Рд/\rho)^{½}, \qquad (4)$$

где ρ — плотность воздуха при рабочих условиях, кг/м³.

Наибольшим влиянием на изменение ρ при рабочих условиях оказывает температура, поэтому в процессе преобразования температура учитывается. Остальные физические величины воздуха из-за малости их влияния в регулируемом потоке преобразователь не использует.

8.1.3. В системе применяется принцип регулирования частоты питающего напряжения двигателя вентилятора при использовании двух параметров: задающего образцового напряжения Uref , которое устанавливается Пользователем, и выходного напряжения Uv измерительного канала, создаваемого преобразователем скорости потока воздуха.

Напряжение Uref *можно контролировать при его регулировке, подключив вольтметр к контактам 1 и 3 разъёма, к которому подсоединяется термодатчик.*

При этом измерительный канал настраивается таким образом, чтобы его выходное напряжение

U_V соответствовало зависимости:

$$U_V = V/2 = 2{,}018 \cdot [Кт \cdot Рд \cdot (273 + t°)/293]^{½}, \quad (5)$$

где V – скорость воздушного потока, м/с;

Кт – безразмерный коэффициент используемой трубки Пито (он индивидуален для каждой трубки, но обычно, Кт ≈1±0.1);

Рд – динамическое (скоростное) давление, мм вод. ст.;

t° - температура потока, (°С).

Кроме этого, учитывая, что ,как правило, температура воздуха в вентилируемом помещении приводится к «нормальной» (летом охлаждается, зимой подогревается) можно считать, что массовый расход воздуха должен быть стабилен. В этой связи согласно выражению (2) в выходном сигнале регулятора, учитывается изменение плотности воздуха ρ от его температуры с дополнительным множителем (273+ t°)/293.

Этот множитель приводит объёмный расход холодного или горячего воздуха к нормальной температуре 20°С.

Таким образом, измерительный канал формирует сигнал, стабилизирующий массовый расход воздушного потока, плотность которого изменяется от температуры.

8.1.4. Параметры Регулятора приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры Регулятора РРВ1	
Диапазон преобразования скорости потока воздуха, **V**, м/с	4,0-20,0
Диапазон выходного сигнала, измерительного канала, В	0-10
Диапазон регулировки выходного сигнала для управления частотным приводом, В	0-10
Абсолютная погрешность, м/с, не более	±1
Диапазон компенсированных температур, ºС	-30…40
Время переходного процесса, с, не более	60
Питающее напряжение, В	22-26
Потребляемая мощность, В·А, не более	1,2
Рабочий диапазон температур, ºС	-40…+80
Габаритные размеры, мм, не более	85×70×80
Масса, кг, не более	0,35

Россия, 440000, г.Пенза, ул.Пушкина, 3, оф.408, ООО «НПФ «СТЭК»
т: +7(8412) 52-22-33, 533-177, penzastek@ya.ru , www.penzastek.ru