

КПД систем вентиляции

Н.И. Галкина

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Рассматриваются актуальные вопросы, связанные с определением КПД системы приточной вентиляции по составным элементам установки. Предложена зависимость для определения КПД установки с учетом потерь давления в элементах установки.

Ключевые слова: вентиляция, приточная установка, КПД, электродвигатель, критерии качества, потери давления, мощность.

Вентиляционные системы широко распространены как в быту, так и в промышленности. Они представлены различными сочетаниями элементов в зависимости от способа перемещения воздуха, назначения, а также зоны обслуживания [1]. В ряду вентиляционных систем наиболее сложной по составу элементов и выполняющих ими функций, с точки зрения обеспечения требуемых параметров микроклимата в рабочей зоне, являются системы механической общеобменной приточной вентиляции.

Применительно к инженерной практике, для оценки качества работы сложных технических систем (приточной общеобменной вентиляции), используют широкий перечень показателей качества, которые можно разделить на три группы [2]:

- технические параметры (КПД работы, производительность и потери давления);
- функциональные параметры (надежность, электробезопасность, взрывобезопасность и пожаробезопасность);
- экономические параметры (приведенные затраты, экономическая эффективность, уровень энергопотребления).

Из них наибольший интерес представляет группа технических параметров [3] (рис.1).

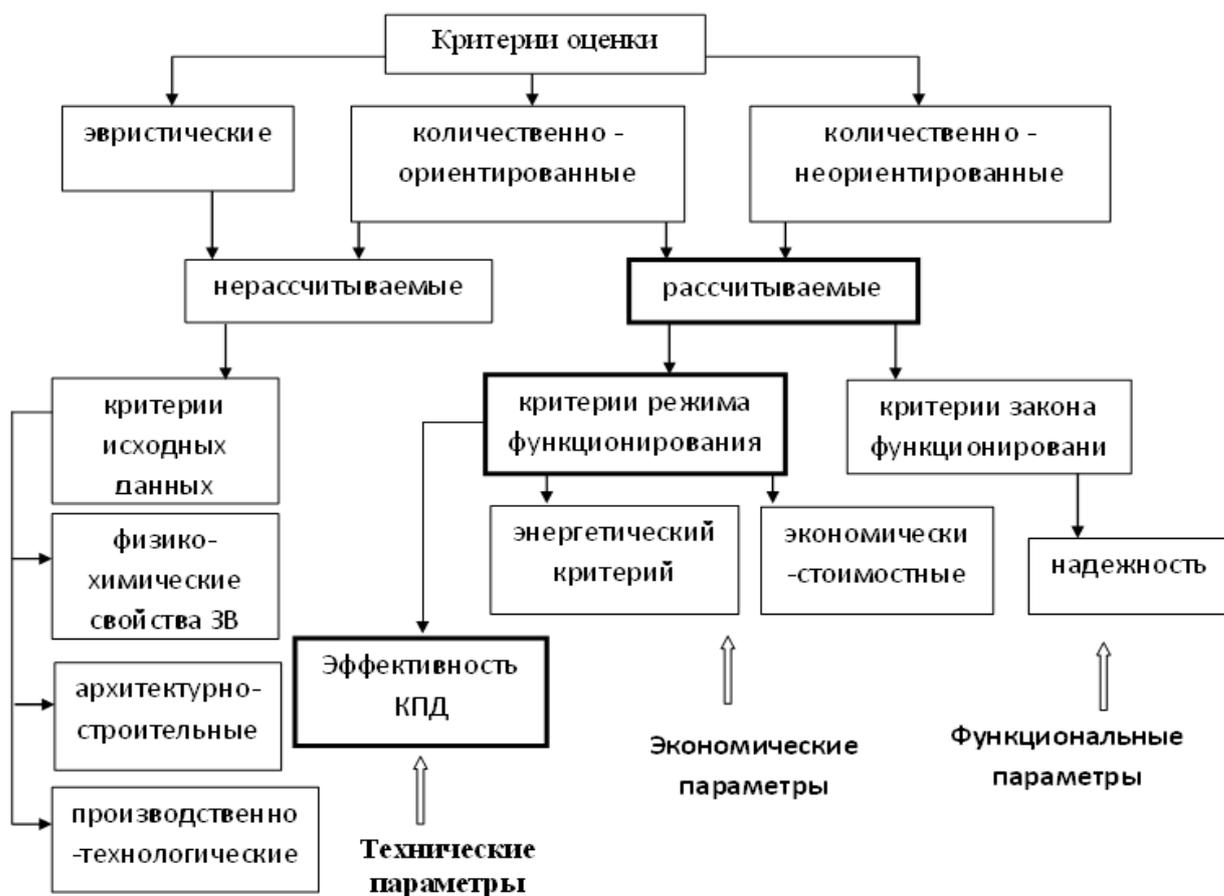


Рис. 1. – Критерии оценки качества технических систем

Основным техническим параметром оценки качества работы систем механической общеобменной приточной вентиляции, выступает КПД [4].

Современные методики расчета КПД технических систем делают акцент на КПД электродвигателя вентилятора, но КПД системы вентиляции гораздо шире и включает в себя КПД всех составляющих элементов (электродвигателя, привода электродвигателя, аэродинамический КПД вентилятора). КПД системы напрямую связано с потерями давления в этой системе.

Потери давлений в системах вентиляции можно представить в виде трёх основных частей[5,6]:

1. потери давлений в вентиляционной камере (на входном клапане, в фильтре, в калорифере, в шумоглушителе);

2. потери при транспортировке воздуха по сети воздуховодов (по длине, на местные сопротивления);

3. потери давлений на выходе (воздухораспределители, вентиляционные решетки, плафоны, перфорированные воздухораспределители и др.).

КПД системы вентиляции определяется как отношение «полезной мощности» вентилятора к потребляемой мощности вентилятора. К «полезной» мощности приточной системы относится:

- мощность, затраченная на подготовку воздуха в приточной установке $N_{пр}''$;

- мощность потока, выходящего из распределителей воздуха $\sum N_{выхi}$.

Под потерями в приточной установке понимаются рекомендуемые значения аэродинамических потерь в элементах приточной установки (во входном клапане $\Delta p''_{вх.кл}$, потери в фильтре $\Delta p''_{ф}$, в водяном калорифере $\Delta p''_{к}$, в шумоглушителе $\Delta p''_{гл}$) [7]. Значения потерь в приточных установках определены статистическим путем и приведены в таблице 1, в зависимости от производительности приточной установки.

Значительные потери возникают при транспортировке воздуха по сети воздуховодов различной конфигурации, а меньшие – это потери давления на выходе.

Если речь идет о вытяжной системе, то ее «полезным» эффектом является перемещение загрязненного воздуха, его обработка (очистка, охлаждение), а также выброс в атмосферу [8].

Кинетическую энергию выбрасываемого воздуха можно считать полезной в случае установки факельного выброса загрязняющих веществ, в противном случае эта энергия потеряна для вытяжной системы [9]. Для увеличения эффективности вытяжной системы следует уменьшать скорость на выходе вплоть до нулевой, что приводит к увеличению габаритов

вытяжной установки, а попытки уменьшить ее габариты приводят к уменьшению эффективности системы [10].

Таблица № 1

Значения потерь в приточных установках в зависимости от производительности

Параметры	Потери						
	0,1 – 0,6	0,6 – 1,2	1,2 – 2,4	2,4 – 6	6 – 12	12 – 25	25 – 45
Расход, тыс. м ³ /ч	0,1 – 0,6	0,6 – 1,2	1,2 – 2,4	2,4 – 6	6 – 12	12 – 25	25 – 45
Потери во входном клапане $\Delta p''_{вх.кл}$, Па	20	20	20	20	20	20	20
Потери в фильтре $\Delta p''_ф$, Па	70	100	100	150	150	150	150
Потери в калорифере $\Delta p''_к$, Па	40	70	100	100	100	100	100
Потери в шумоглушителе $\Delta p''_{гл}$, Па	20	20	20	20	20	20	40

К «полезной» мощности вытяжной системы также можно отнести:

- мощность на обработку воздуха в рассматриваемый период года (фильтрацию, рекуперацию теплоты) в системе $N''_{вытi}$;
- гидравлическую мощность потока, выходящего из установки $N''_{вых}$ определенную по «нормативной» скорости выхода потока $V''_{вых}$.

Анализ традиционных методик расчета КПД вентиляционных систем позволяет сделать следующие выводы:

- КПД вентиляторной установки системы гораздо выше КПД вентиляционной системы в целом;
- КПД вытяжной системы ниже, чем КПД сходной по основным параметрам приточной системы. Это связано со значительным количеством энергопотребляющего оборудования.

КПД системы приточной вентиляции зависит от сложности устройства установки и системы воздуховодов. Вклад различных составляющих в общий КПД системы различен и позволяет целенаправленно разрабатывать

мероприятия в области повышения энергоэффективности работы вентиляционных систем [11].

Основываясь на потерях в приточной камере и установочной мощности электродвигателя вентилятора, КПД приточной установки можно определить по формуле (1):

$$\eta = \frac{L \cdot (\sum \Delta P_{пр} + \sum \Delta P_{тр} + (I_i \cdot n \cdot \rho_{воз} \cdot \frac{V^2}{2})) \cdot \eta_E}{N}, \quad (1)$$

где L – расход воздуха [$\text{м}^3/\text{ч}$]; $\sum \Delta P_{пр}$ – суммарное давление на притоке [Па]; $\sum \Delta P_{тр}$ – суммарные потери по длине [Па]; I_i – коэффициент распределительных устройств; n – количество распределительных устройств; $\rho_{воз}$ – плотность воздуха [$\text{кг}/\text{м}^3$]; V – скорость воздуха [$\text{м}/\text{с}$]; N – мощность электродвигателя вентилятора [Вт].

Литература

1. Кокорин О.Я., Варфоломеев Ю.М. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений: Учебник. –М.: ИНФРА-М, 2008 -367с.
2. Галкина Н.И. Прогноз и повышение надежности работы систем местной вытяжной вентиляции. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.техн. наук – Ростов-на-Дону, 2004 – 23с.
3. Галкина Н.И. Моделирование процесса прогноза и повышения надежности работы систем вентиляции// Инженерный вестник Дона, 2013, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2086.
4. Караджи В.Г., Московко Ю.Г. Вентиляционное оборудование. Технические рекомендации для проектировщиков и монтажников. –М.: АВОК-ПРЕСС, 2010.432 с.

5. Караджи В.Г., Московко Ю.Г. Оценка аэродинамической эффективности вентиляционных систем //АВОК, 2008, №7. с.46.
6. Караджи В.Г.,Московко Ю.Г. Способы увеличения аэродинамической эффективности вентиляционных систем //АВОК, 2009, №5.с.28.
7. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям /Изд. 3-е перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1992. — 672 с.
8. Jaakkola¹, Olli P. Mechanical Ventilation in Office Buildings and the Sick Building Syndrome. An Experimental and Epidemiological Study. Prague. 2004. 12 p.
9. Новгородский Е.Е., Трубников А.А. Анализ подходов к оценке эффективности улавливания вредностей и прогноза загрязнения воздуха рабочих зон // Инженерный вестник Дона, 2013, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/ n3y2012/961.
10. Strategic Planning for Energy and the Environment of the Association of Energy Engineers. Vol.16, № 4, 1997. Atlanta, Georgia, USA. 98 p.
11. Галкина Н.И., Долгих Д.К. Оценка эффективности приточной вентиляционной системы // Международная научно-практическая конференция «Строительство и архитектура 2015». Ростов-на-Дону: Редакционно-издательский центр РГСУ, 2015. с. 237-238.

References

1. Kokorin O.Ja., Varfolomeev Ju. M. Sistemy i oborudovanie dlja sozdanija mikroklimata pomeshhenij [Systems and equipment to create microclimate in the premises]: Uchebnik. M.: INFRA-M, 2008.367 p.
 2. Galkina N.I. Prognoz i povyshenie nadezhnosti raboty system mestnoj vytyazhnoj ventiljicii [The prognosis and improving the reliability of systems of local exhaust ventilation]. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kand. tehn. nauk Rostov-na-Donu, 2004. 23 p.
-

3. Galkina N.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2086.
 4. Karadzhi V.G., Moskovko Ju.G. Ventiljacionnoe oborudovanie. Tehnicheskie rekomendacii dlj aproektirovshhikov i montazhnikov [Ventilation equipment. Technical recommendations for designers and installers].M.: AVOK-PRESS, 2010.432 p.
 5. Karadzhi V.G., Moskovko Ju.G. Ocenka ajerodinamicheskoy jeffektivnosti ventiljacionnyh system [Evaluation of the aerodynamic efficiency of ventilation systems]. AVOK.2008, №7. p. 46.
 6. Karadzhi V.G., Moskovko Ju.G. Sposoby uvelichenija ajerodinamicheskoy jeffektivnosti ventiljacionnyh system [Ways to increase aerodynamic effectiveness of ventilation systems]. AVOK. 2009, №5. p. 28.
 7. Idel'chik I.E. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivlenijam [Handbook of hydraulic resistance].Izd. 3-e pererab. i dop. M.: Mashinostroenie, 1992. 672 p.
 8. Jaakkola 1, Olli P. Mechanical Ventilation in Office Buildings and the Sick Building Syndrome. An Experimental and Epidemiological Study.Prague. 2004. 12 p.
 9. Novgorodskij E.E., Trubnikov A.A., Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/961.
 10. Strategic Planning for Energy and the Environment of the Association of Energy Engineers. Vol.16, № 4, 1997. Atlanta, Georgia, USA. 98 p.
 11. Galkina N.I., Dolgih D.K. Ocenka jeffektivnosti pritochnoj ventiljacionnoj sistemy [Evaluation of the efficiency of the supply air ventilation systems].Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Stroitel'stvo i arhitektura 2015». R-n-D.: Redakcionno-izdatel'skij centr RGSU, 2015. pp. 237-238.
-