

Моделирование процесса прогноза и повышения надежности работы систем вентиляции

Н.И. Галкина

Жилые помещения, офисы и промышленные здания имеют систему вентиляции. Эффективность вентиляционной системы влияет на чистоту воздуха в помещении, на здоровье людей, которые находятся в данном помещении. Работа вентиляционных систем без отказов гарантирует создание здорового и чистого микроклимата на работе и дома.

Среди многообразия вентиляционных систем, наиболее сложной, с технической точки зрения, является система механической местной вытяжной вентиляции. Она содержит практически все элементы, характерные для остальных типов вентиляционных систем, а также в ее состав входят элементы, выполняющие самостоятельные важные функции.

Качество работы местной вытяжной вентиляции может быть оценено различными группами критериев [1,2]. Применительно к инженерной практике, используют перечень показателей качества, образующий три основные группы параметров:

- технические параметры, включающие эффективность работы, производительность и потери давления;
- экономические параметры, учитывающие собственно экономические показатели, а также уровень энергопотребления;
- функциональные параметры, включающие надежность работы (устойчивость к абразивному, коррозионному действию, залипанию и засорению и т.п.) и характеристики электро-, взрыво-, и пожаробезопасности;

Основным функциональным параметром оценки качества сложных технических систем (систем местной вытяжной вентиляции) выступает надежность. Только критерии надежности позволяют оценить работу системы в любой момент времени после начала ее эксплуатации.

Надёжность технических систем – это сложное свойство, которое в свою очередь обуславливается такими важными показателями, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Нарушение работоспособности вентиляционных систем может произойти вследствие отказов [2].

При появлении отказа вентиляционная система перестаёт выполнять своё основное функциональное назначение [3], а именно обеспечение оптимальных параметров микроклимата в помещении, необходимых санитарно-гигиенических требований качества воздуха рабочих зон и приземного слоя атмосферы.

Применительно к вентиляционным системам, можно утверждать, что в подавляющем большинстве случаев для них характерны отказы постепенного типа (износ или старение). С одной стороны, это подтверждается тем фактом, что безаварийная работа элементов систем вентиляции в основном гарантируется их прочностными характеристиками основных элементов [4]. С другой стороны, постепенное изменение этих характеристик и, как следствие уровней вибрации, абразивного и коррозионного износа и т.п., часто оказывает главное отрицательное влияние на работу вентиляционной системы и требует проведение ремонтов или специальных планово-предупредительных мероприятий [5]. В этом плане особую роль играет диагностирование технического состояния элементов вентиляционных систем. В целом вентиляционные системы могут быть охарактеризованы как сложные технические системы, надёжность которых обусловлена накапливающимися отказами.

Так как процесс появления отказов в вентиляционных системах по своей физической природе носит случайный характер, то критерии надёжности являются статистическими величинами, определяемыми с использованием математической статистики и теории вероятностей.

Учитывая специфику функционирования систем вентиляции, к основным критериям безотказности этих систем [6] можно отнести

вероятность безотказной работы, частоту возникновения отказов, интенсивность возникновения отказов, среднее время безотказной работы, наработку на отказ (среднее время работы между отказами).

Математическое описание критериев безотказности использует статистические методы [7, 8, 9]. Применительно к практике проектирования и эксплуатации вентиляционных систем статистические методы во всей своей полноте неприемлемы. Как уже было сказано ранее, это обусловлено отсутствием каких либо статистических данных, начиная лабораторными (стендовыми) испытаниями и заканчивая промышленными экспериментальными определениями безотказности.

Поэтому для определения количественных характеристик надежности работы вентиляционных систем предложен подход, базирующийся на анализе и оценке физических предпосылок возникновения отказов, который включает в себя следующие моменты: анализ и систематизацию математических методов определения основных параметров безотказности, анализ и систематизацию всего комплекса данных, связанных с организацией безотказной работы вентиляционных систем на производстве, анализ и систематизацию физических процессов и факторов, обуславливающих возникновение отказа вентиляционных систем, разработку инженерной методики прогноза и повышения надежности работы систем механической местной вытяжной вентиляции, разработку программного комплекса по прогнозу и повышению надежности работы систем механической местной вытяжной вентиляции, апробацию инженерной методики надежности в производственных условиях, разработку рекомендаций по повышению надежности вентиляционных систем [10].

Расчет надежности по инженерной методике (рис. 1) включает в себя два подхода: точный расчет при наличии статистических данных и приближенный расчет по известным математическим зависимостям. Расчет имеет три основных этапа: представление исходных данных, определение

основных критериев надежности, расчет величины вероятности безотказной работы по выбранному закону распределения.

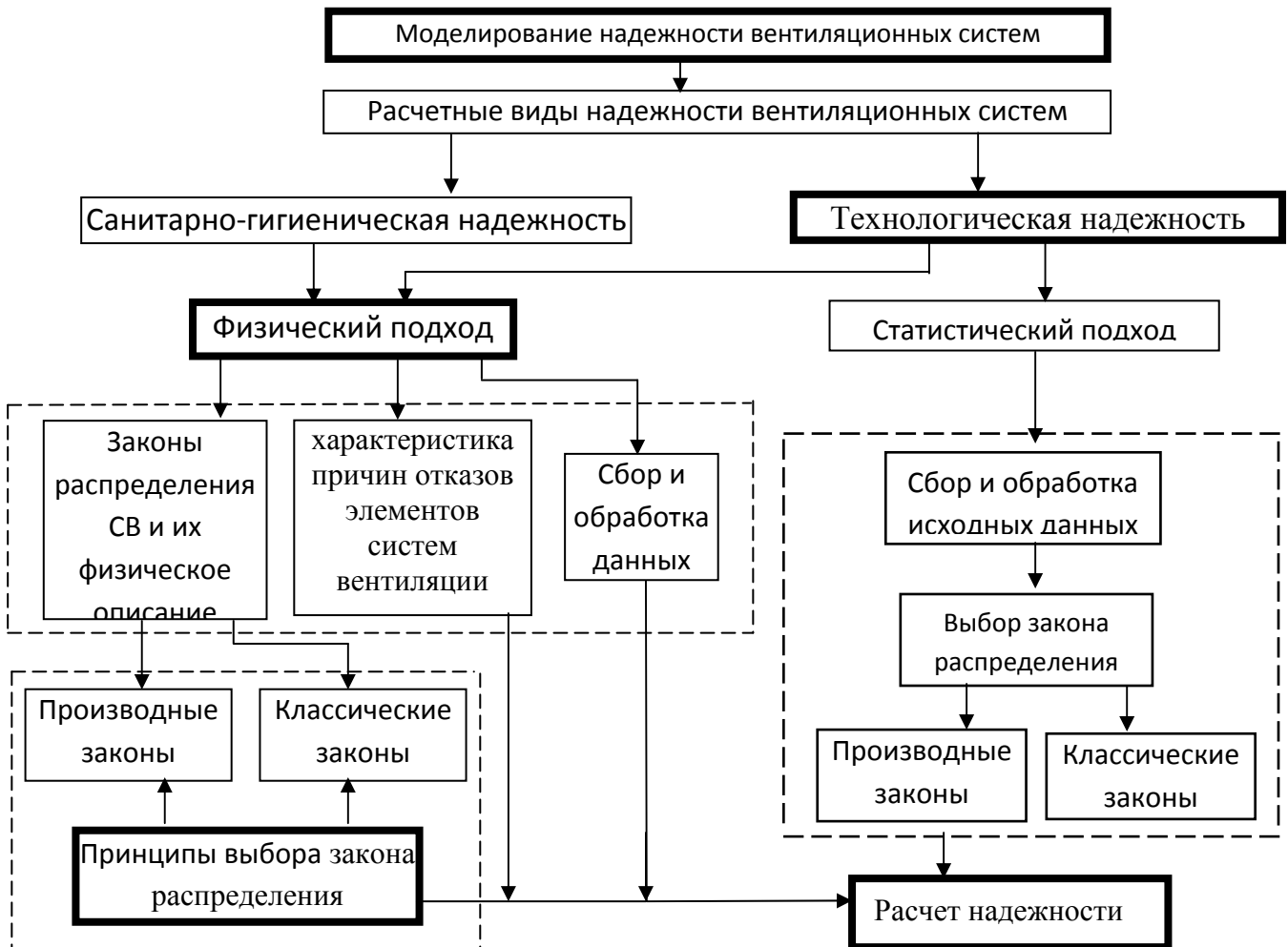


Рис. 1. - Блок-схема инженерной методики расчета надежности работы вентиляционных систем.

При недостаточной достигнутой величине надежности, её значение может быть повышено путем схемных решений или за счет резервирования наиболее слабых мест систем защиты воздуха.

Литература:

1. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем. – М.: Дрофа, 2008. – 239с.

2. Капур К., Ламберсон Л. Надёжность и проектирование систем/ Под. ред. И.А. Ушакова; Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 604 с.
3. Надёжность и долговечность технических систем/ Е.С. Переверзев. – М.: Высш. шк., 1993. – 312 с.
4. Статистико-вероятностная оценка прочностной надёжности элементов механических систем: Методические указания/ Сост. А.Б. Колобов. – Иваново: ИГЭУ, 1997. – № 742. – 40 с.
5. Страхова Н.А., Журавлев В.П. Надёжность как критерий выбора систем защиты воздушного бассейна// Изв. акад. пром. экологии. – М.: Изд-во АПЭ, 1998. – № 1. – С. 64-67. Райкин А.Л. Элементы теории надёжности при проектировании технических систем, М.: Недра, 1967. – 318 с.
6. Райкин А.Л. Элементы теории надёжности при проектировании технических систем, М.: Недра, 1967. – 318 с.
7. Новгородский Е.Е., Трубников А.А. Анализ подходов к оценке эффективности улавливания вредностей и прогноза загрязнения воздуха рабочих зон [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №3. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/961> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
8. Петренко С.Е. Параметры надёжности эксплуатации насосных станций и мероприятия по их повышению [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2010, №4. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n9y2010/256> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
9. Strategic Planning for Energy and the Environment of the Association of Energy Engineers. Vol.16, № 4, 1997. Atlanta, Georgia, USA.
10. Mechanical Ventilation in Office Buildings and the Sick Building Syndrome. An Experimental and Epidemiological Study Jaakkola1, Olli P. Heinoneon2, Article first published online: 22 APR 2004. DOI: 10.1111/j.1600-0668.1991.02-12.x.