

УДК 614.8.084:519.2

Оценка параметров модели системы вентиляции промышленного помещения

Григорюк Е.Н.

По мере ускорения темпов технического прогресса воздействие хозяйственной деятельности человека на природу становится все более разрушительным. В настоящее время человек испытывает на себе неблагоприятное воздействие физических и химических факторов. Одной из наиболее серьезных проблем современных промышленных предприятий является плохое качество воздуха производственных помещений. В настоящий момент специалисты насчитывают более тысячи отравляющих веществ, которые могут негативно повлиять на самочувствие работников и привести к возникновению опаснейших заболеваний. В связи с этим наиболее остро встает вопрос об обеспечении производственной и экологической безопасности промышленных предприятий. В статье рассматривается способ построения модели системы вентиляции промышленного помещения в среде моделирования Simulink в комплексе Matlab. Производится модельный эксперимент и оценка динамических показателей.

Ключевые слова: модельный эксперимент, система вентиляции, модель системы.

Estimation of the model ventilation system parameters for industrial premises

Grigorjuk E.N.

With advances in technical progress, the impact of human activities on the environment is becoming more and more devastating. Nowadays, people are suffering from negative effects of various physical and chemical factors. One of the most serious problems of modern manufacturing companies is poor air quality inside the industrial premises. Specialists have discovered more than a thousand of toxic substances so far, which may negatively affect the state of health of workmen and cause dangerous diseases. Thereupon, the issue of ensuring industrial and ecological safety of manufacturing companies has become very acute. The paper considers the way of designing a model ventilation system for industrial premises using Simulink simulation environment in Matlab complex. The model experiment and the estimation of dynamic indicators are under way.

Keywords: model experiment, ventilation system, system model.

Введение

Отклонение от нормальных параметров микроклимата рабочей зоны негативно отражается на трудовой деятельности персонала, что приводит к трудовым потерям и ухудшению самочувствия. Плохое качество воздуха является одной из основных причин низкой работоспособности [1].

В статье анализируется и описывается разработанная компьютерная модель системы вентиляции, предназначенная для оценки состояния воздуха рабочей зоны. Целью работы является проведение модельного эксперимента, который способен выявить слабые места в процессе работы действующей вентиляции. Данная модель может считаться базовой и

использоваться в качестве основы в разработке компьютерных моделей более сложных вентиляционных систем.

Разработка и расчет параметров модели

Расчет вентиляции имеет важное значение с точки зрения экологии промышленного помещения, с целью снижения негативного воздействия на персонал, поэтому важно правильно смоделировать ее работу и определить критические параметры, при которых она может выйти из строя [2].

Разработка модели системы производится в среде моделирования Simulink в комплексе Matlab. Система Matlab (MATrix LABoratory) – это язык программирования высокого уров-

ня, допускающий работу в режиме командного интерпретатора, главным предназначением которого является выполнение матричных вычислений.

Структурную модель работы системы вентиляции можно представить в виде «черного ящика», на входе и выходе которого основные параметры системы (рис. 1) [3], математическая модель позволяет определить значения параметров и установить их зависимость от определенных факторов.

Характеристики входных и выходных данных могут быть заданы различными способами. Так, например, для описания течения воздуха по прямолинейным участкам воздухопроводов обычно используются различные типы уравнений, описывающие это течение при определенных условиях с той или иной степенью точности. Характеристики таких элементов как вентиляторы, фильтры, воздухонагреватели, обычно задаются с помощью, так называемых аэродинамических характе-

ристик, представляющих собой набор необработанных экспериментальных данных, отражающих зависимость потерь давления от расхода воздуха при его течении через элемент. В некоторых случаях характеристика элемента может быть задана полуэмпирическим способом, то есть при использовании значений коэффициентов местных сопротивлений в сочетании с уравнением движения воздуха. Для наглядного отображения движения вредных веществ через систему местной вентиляционной сети и воздухообмена представим процесс перекачки воздуха при исправном режиме работы в виде структурной схемы (рис. 2) [4].

Основными параметрами на выходе из каждого звена структурной схемы вентиляционной сети являются воздухообмен и концентрация вредных веществ.

На основании структурной схемы вентиляционной сети разработаем имитационную модель вентиляции [5].



Рис. 1. Структурная модель работы системы вентиляции в виде «черного ящика».

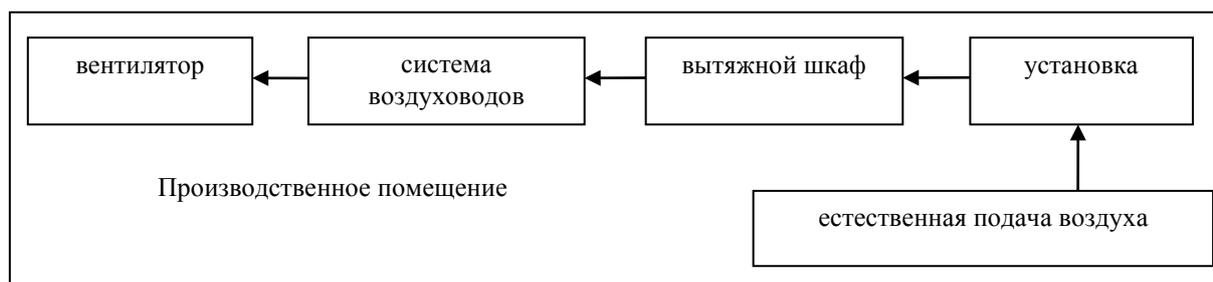


Рис. 2. Структурная схема вентиляционной сети.

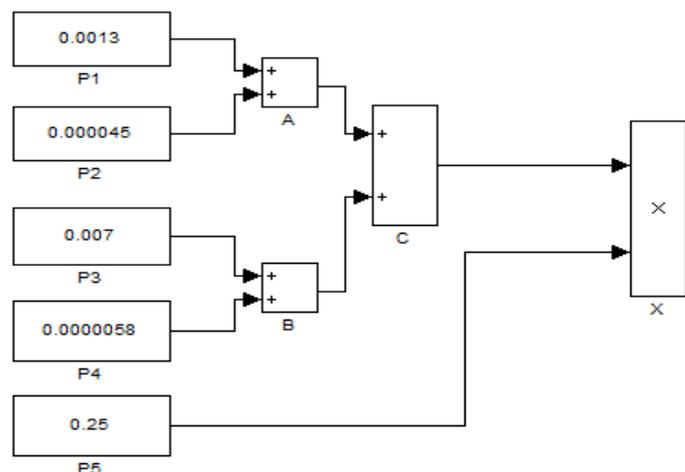


Рис. 3. Модель работы системы вентиляции в виде «дерева происшествий».

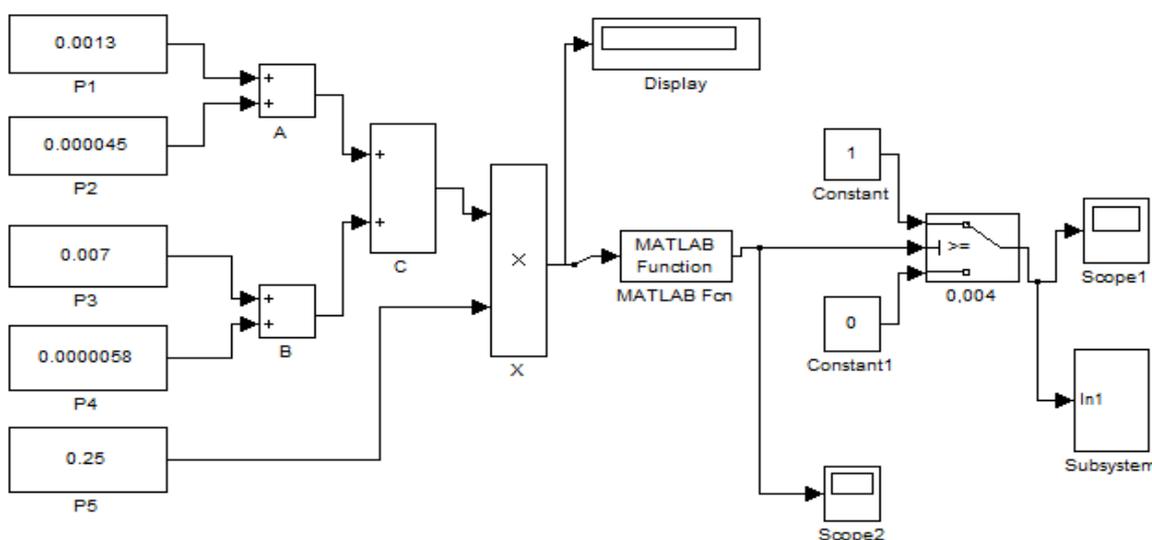


Рис. 4. Имитационную модель вентиляции помещения в комплексе Matlab.

Если в вентиляционной сети есть какие-то неисправности, то концентрация вредных веществ будет превышать предельно-допустимую концентрацию (ПДК), что приведет к отравлению персонала. Смоделируем «дерево происшествий» (рис. 3), в нем графически показаны пять причин, приводящих к аварии. Численные значения вероятностей возникновения происшествий, используемые в ходе модельного эксперимента, приведены в таблице 1 [6].

Таблица 1

Значения вероятностей возникновения событий

P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
0,0013	0,000045	0,007	0,0000058	0,25

На рисунке 3 приняты следующие обозначения:

- P – предпосылки к происшествию;
- P₁ – потеря мощности вентилятора;
- P₂ – затор в вентиляционной системе;
- P₃ – отсутствие электроснабжения;
- P₄ – выход из строя вентилятора;
- P₅ – не соблюдение техники безопасности;
- A – постепенное накопление концентрации вредных веществ;
- B – отказ работы вентиляционной системы;
- C – высокая концентрация вредных веществ;
- X – отравление персонала.

Проведем эксперимент с построением имитационной модели (рис. 4).

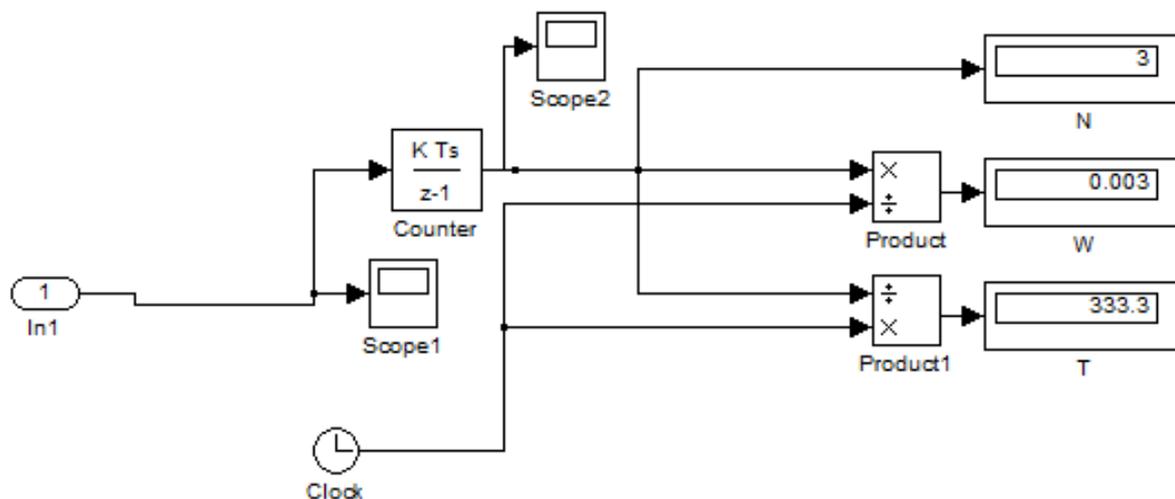


Рис. 5. Оценка параметров модели.

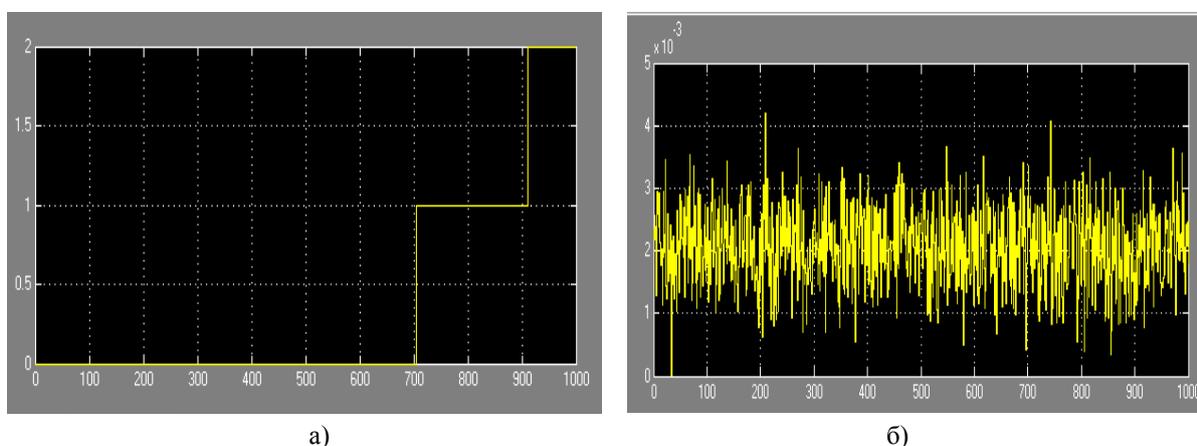


Рис. 6. Результаты моделирования

а) график аварийности; б) динамическая модель вероятности возникновения происшествия.

Данная модель дает возможность:

- оценить параметры модели (рис. 5);
- получить график аварийности (рис. 6 а);
- проанализировать динамическую модель вероятности возникновения происшествия (рис. 6 б).

Из графика рис. 6 б видно, что происшествие произошло два раза из тысячи возможных ($T=1000$ шагов – интервал модельного времени).

Заключение

Проектирование и расчет вентиляционных систем промышленных предприятий является актуальным на нынешнем этапе развития техносферы. Разработанный алгоритм построения модели работы системы вентиляции может считаться базовым, и применяться при

разработке более сложных систем. Проведенный эксперимент позволяет определить наиболее значимые предпосылки возникновения происшествия, оптимизировать модель вентиляции путем внедрения необходимых мер повышения безопасности работы системы, а так же, в перспективе, рассчитать экономическую эффективность от внедрения необходимых мер безопасности.

Литература

1. Ананьев В.А., Балужева Л.Н., Гальперин А.Д. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. – М.: Евроклимат, 2001. – 416 с.
2. Антимонов С.В., Соловых С.Ю., Василевская С.П. Виды систем вентиляции и методика расчета воздухообмена в помещениях:

Методические указания по курсу вентиляционные установки – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 21 с.

3. *Перегудов В.Ф., Тарасенко В.П.* Введение в системный анализ. – М.: Наука, 1989.

4. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.

5. *Серёда С.Н.* Оценка параметров моделей систем обеспечения безопасности // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*, 2011, №1. – С.10-13.

6. *Белов П.Г.* Моделирование опасных процессов в техносфере. – М.: Издательство Академии гражданской защиты МЧС РФ, 1999. – 124 с.

7. *Терёхин В.В.* Моделирование в системе MATLAB: Учебное пособие – Новокузнецк: Кузбассвузиздат, 2004. – 376 с.

8. *Семченко М.С., Семченко Н.М.* Система Matlab. Часть 1.: Учебное пособие. – СПб: Изд. СПбГУКиТ, 2004. – 140 с.

Theory and Practice. – Moscow: Evroklimat, 2001. – 416 p.

2. *Antimonov S.V., Solovyh S.Y., Vasilevska S.P.* Types of ventilation and method of calculation of ventilation in rooms: Guidelines on the course ventilation systems – Orenburg: OSU, 2003. – 21 p.

3. *Peregoudov V.F., Tarasenko V.P.* Introduction to systems analysis. – Moscow: Nauka, 1989.

4. *Sovetov B.Y, Yakovlev S.A.* Modeling of systems. – Moscow: Higher School, 2001. – 343 p.

5. *Sereda S.N.* The model parameters estimation of the environmental safety systems // *Engineering industry and life safety*, 2011, № 1. – P. 10-13.

6. *Belov P.G.* Modeling of dangerous processes in the technosphere. – Moscow: Publishing House of the Academy of Civil Defence Emergency Situations Ministry, 1999. – 124 p.

7. *Teriokhin V.V.* Modeling in MATLAB system: Study Guide – Novokuznetsk: Kuzbassvuzizdat, 2004. – 376 p.

8. *Semchenok M.S., Semchenok N.M.* The Matlab system. Part 1: Textbook. – St. Petersburg: Pub. SPbGUKIT, 2004. – 140 p.

References

1. *Anan'ev V.A., Balueva L.N., Galperin A.D.* Ventilation and conditioning systems.

Статья поступила в редакцию 23 мая 2013 г.

Григорюк Екатерина Николаевна – аспирант Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: kat-grigoryuk@yandex.ru

Grigorjuk Ekaterina Nikolaevna – Graduate student, Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: kat-grigoryuk@yandex.ru