

## Критерий перехода системы управления вентилятором в режим динамического регулирования производительности

*Д. В. Зедгенизов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация  
e-mail: dimzed2001@mail.ru

**Аннотация.** Представлен алгоритм перехода системы автоматического управления из режима стабилизации производительности вентилятора в режим динамического управления, основанный на сравнении относительной величины средней за такт управления оценки расхода воздуха через вентилятор с заданным значением производительности вентилятора, позволяющий использовать изменение угла закрытия створок регулятора воздухораспределения и регулирование частоты вращения вала вентилятора для снижения мощности, потребляемой на проветривание метрополитена.

**Ключевые слова:** тоннельный вентилятор, регулятор, производительность

## Criterion for the transition of the fan control system to the mode of dynamic performance control

*D. V. Zedgenizov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Institute of Mining N. A. Chinakala SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation  
e-mail: dimzed2001@mail.ru

**Abstract.** An algorithm for the transition of the automatic control system from the fan performance stabilization mode to the dynamic control mode is presented. The algorithm makes it possible to use the change in the closing angle of the air distribution regulator flaps and the regulation of the fan shaft speed to reduce the power required for ventilation of the subway.

**Keywords:** tunnel fan, regulator, performance

Системы автоматического управления тоннельными вентиляторами метрополитенов используют преобразователи тока статора приводного электродвигателя и функционируют на базе алгоритмов стабилизации заданного значения производительности вентилятора [1, 2]. Оборудование пристанционной вентиляционной сбойки регуляторами воздухораспределения створчатого типа позволяет перераспределять часть воздушных потоков, вызванных поршневым действием поездов между платформой станции и путевыми тоннелями (см. рис 1). При этом для экономии электроэнергии производительность вентилятора необходимо поддерживать минимально допустимой по требованиям нормирующих документов [3]. Исследованиями [4-11] установлено, что поршневое действие поездов снижает объём воздуха, проходящего через тоннельный вентилятор, работающий на вытяжку, в диапазоне от 1000 до 2600 м<sup>3</sup> за одну встречу поездов, что эквивалентно снижению производительности вентилятора от 8 до 39.3 %. Амплитуда колебаний производительности вентилятора не зависит от интенсивно-

сти движения поездов, а определяется временем между проходами обоих поездов мимо вентиляционной камеры, а также частотой вращения ротора вентилятора. Поэтому важно отслеживать время между проходами встречных поездов и соответственно изменять режим работы вентилятора. При этом, однако, в системе управления должна быть предусмотрена процедура выбора способа обеспечения требуемого воздухообмена на платформе станции: изменением частоты вращения вала вентилятора или регулированием угла открытия створок в вентиляционной сбойке. Учёт взаимного положения поездов при этом выборе является важнейшей задачей.

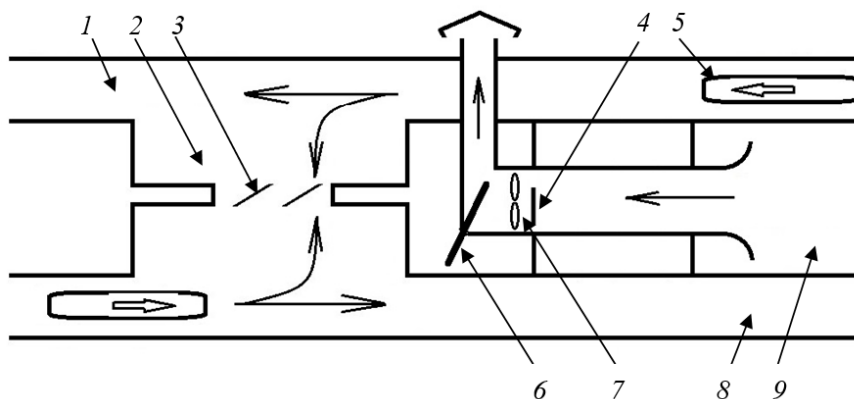


Рис. 1. Схема типового участка метрополитена в момент расположения поездов перед вентиляционной сбойкой:

1 – путевой тоннель (путь) №2, 2 – вентиляционная сбойка, 3 – створчатый регулятор воздухораспределения, 4 – шиберующий аппарат вентилятора, 5 – поезд метро, 6 – затвор гражданской обороны, 7 – тоннельный вентилятор, 8 – путевой тоннель №1, 9 – пассажирская платформа станции

В динамическом режиме управления необходимо отслеживать положение поездов и оперативно выбирать способ регулирования расхода воздуха на платформе станции при котором как можно большая часть требуемого расхода обеспечивается регулятором воздухораспределения, а вентилятор при этом работает с наименьшей частотой вращения.

Критерии перехода системы автоматического управления из режима стабилизации производительности вентилятора в режим динамического управления – относительное значение расхода воздуха, проходящего через вентилятор, которое вычисляется по формуле:

$$Q_{\text{отн}i} = Q_{\text{зад}i} / Q_i^*$$

где:  $Q_{\text{зад}i}$  – заданное значение расхода воздуха на платформе на  $i$ -м такте управления,  $\text{м}^3/\text{с}$ ,  $Q_i^*$  – оценка среднего за  $i$ -й такт управления расхода воздуха, проходящего через вентилятор,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Для реализации процедуры выбора режима регулирования предложен алгоритм, представленный на рис. 2.

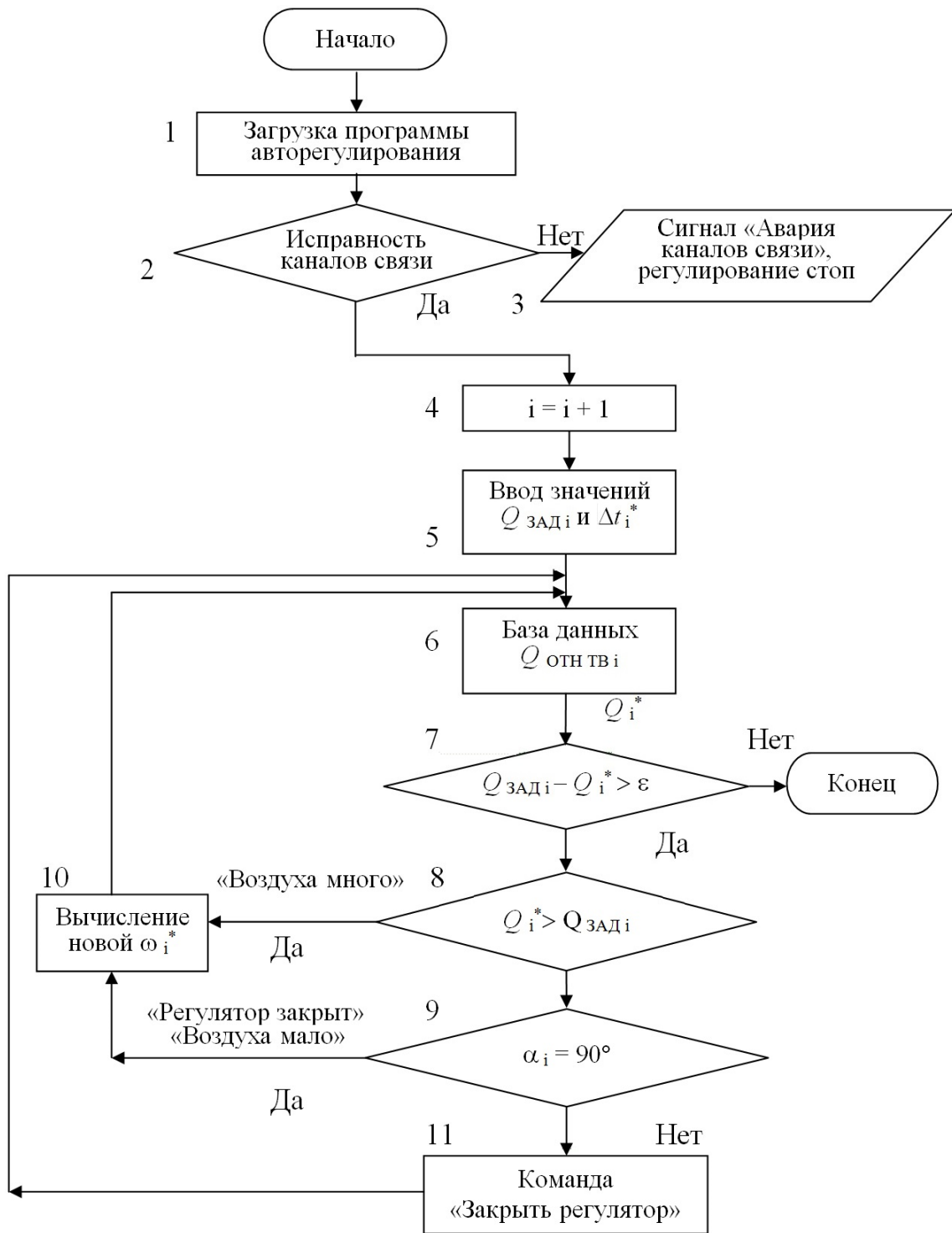


Рис. 2. Алгоритм перехода системы автоматического управления из режима стабилизации производительности вентилятора в режим динамического управления:

$\Delta t_i^*$  – оценка времени между прохождением двух встречных поездов мимо венткамеры на  $i$ -м такте управления, с;  $\alpha_i$  – значение угла закрытия створок регулятора воздухораспределения на  $i$ -м такте управления, рад;  $\omega_i^*$  – оценка частоты вращения вала вентилятора, рад/с;  $\varepsilon$  – допустимое отклонение расхода воздуха через вентилятор, м<sup>3</sup>/с

В блоке 5 алгоритма происходит считывание значения заданного расхода воздуха на платформе, а также производится оценка предполагаемого времени между прохождением пары встречных поездов мимо венткамеры. В блоке 6 из базы данных относительных значений расходов  $Q_{отн}$  формируется оценка среднего за  $i$ -й такт управления расхода воздуха, проходящего через вентилятор. В блоке 7, 8 и 9 происходит выбор способа обеспечения требуемого расхода воздуха. В случае, если необходимо изменять частоту вращения ротора, в работу вступает блок 10. Если же нужно регулировать створки, то работает блок 11.

Таким образом, впервые предложено управлять производительностью тоннельного вентилятора ММЗ, вычисляя сигнал задания перед каждым тактом управления на основе оценки предполагаемого времени между прохождением встречных поездов мимо вентиляционной камеры, угла закрытия створок регулятора воздухораспределения вентсбойки, текущей частоты вращения вала вентилятора и требуемого расхода воздуха на платформе станции, что позволяет снизить энергопотребление тоннельного вентилятора за счет максимально возможного использования поршневого действия поездов.

### **Вывод**

Разработан алгоритм перехода системы автоматического управления из режима стабилизации производительности вентилятора в режим динамического управления, основанный на сравнении относительной величины средней за такт управления оценки расхода воздуха через вентилятор с заданным значением производительности вентилятора, позволяющий использовать изменение угла закрытия створок регулятора воздухораспределения и регулирование частоты вращения вала вентилятора для снижения мощности, потребляемой на проветривание метрополитена.

*Работа выполнена в рамках проекта ФНИ номер гос. регистрации № 121052500147-6*

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Красюк А.М. Вентиляция метрополитенов /А.М.Красюк, И.В. Лугин. – Новосибирск: СО РАН: Наука, 2019. – 316 с.
2. Красюк А.М. Тоннельная вентиляция метрополитенов – Новосибирск: Наука, 2006. – 164с.
3. СП 120.13330.2012. Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003: утв. Приказом Минрегион РФ 30.06.2012: дата введ. 01.01.2013. – М., 2013. – 260 с.
4. Зедгенизов Д.В. Результаты экспериментального исследования процесса регулирования частоты вращения ротора тоннельного вентилятора метрополитена // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. –2017, –№ 1, Т.4. –С. 11-14.
5. Красюк А.М., Лугин И.В. Исследование динамики воздушных потоков от возмущающего действия поездов в метрополитене // ФТПРПИ. – 2007. – № 6. – С. 101-108.
6. Красюк А.М., Лугин И.В., Павлов С.А. Об эффекте возникновения циркуляционных колец и их влиянии на воздухораспределение в метрополитене мелкого заложения // ФТПРПИ. – 2010. – № 4. – С. 75-82.

7. Красюк А.М., Косых П.В., Русский Е.Ю. Влияние возмущений воздушного потока от поршневого действия поездов на тоннельные вентиляторы метрополитенов // ФТПРПИ. – 2014. – № 2. – С. 144-153.

8. Зедгенизов Д.В., Попов Н.А. О повышении эффективности управления тоннельными вентиляторами метрополитена мелкого заложения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. Изд. ИГД СО РАН. - Новосибирск. – 2018. - №4. – С. 123 – 133.

9. Ma, J.; Zhang, X.; Li, A.; Deng, B.; Lv, W.; Guo, Y.; Zhang, W.; Huang, L. Analyses of the improvement of subway station thermal environment in northern severe cold regions. Build. Environ. 2018, 143, 579–590.

10. Khaleghi, M.; Talaee, M.R. Analysis of unsteady air flow in the subway station influenced by train movement. Sci. Technol. Built Environ. 2019, 1–10.

11. Pan, S.; Fan, L.; Liu, J.; Xie, J.; Sun, Y.; Cui, N.; Zhang, L.; Zheng, B. A Review of the Piston Effect in Subway Stations. Adv. Mech. Eng. 2013, 5, 950205.

© Д. В. Зедгенизов, 2022