

Опыт внедрения нового поколения тоннельных вентиляторов в Новосибирском метрополитене

А. Н. ЧИГИШЕВ, канд. техн. наук, главный инженер электромеханической службы МУП «Новосибирский метрополитен»

Г. Ф. САЛАШИН, заместитель начальника отдела технической политики МУП «Новосибирский метрополитен»



Проектирование и строительство первого в Сибири Новосибирского метрополитена привлекло внимание ученых многих специальностей. Опыта создания подобного сооружения в суровых климатических условиях не было. Поэтому перед проектировщиками стояли сложные задачи, одной из них была разработка системы вентиляции тоннелей и станций — основного звена системы жизнеобеспечения, особенно при низкой температуре воздуха. В решении этой задачи пригодился накопленный опыт ученых лаборатории рудничной аэродинамики Института горного дела (ИГД) Сибирского отделения Академии наук в части исследований динамики движения воздуха в сетях горных выработок и создания средств их вентиляции.

Предложение руководителя этой лаборатории, докт. техн. наук, профессора Н. Н. Петрова о сотрудничестве поддержал начальник метрополитена, Герой Социалистического Труда Ю. С. Лелеков. Большую помощь оказал начальник дирекции строящегося метрополитена Ю. Н. Гурков. В первую очередь их внимание привлекло снижение более чем в два раза затрат на строительство подземных вентиляционных камер метрополитена. С участием специалистов метрополитена была разработана долгосрочная программа по созданию новой вентиляционной техники для метрополитенов, которую в 1985 г. утвердил «Главметрополитен» Министерства путей сообщения СССР. На первом этапе работ была спроектирована и построена уникальная опытная вентиляционная камера на перегоне между станциями «Октябрьская» и «Речной вокзал». В ней в условиях действующего метрополитена проводились комплексные исследования новых образцов вентиляционной техники. На этом этапе в работу включились специалисты электромеханической службы и технического отдела метрополитена и в первую очередь его производственно- и электромеханическая служба. Все это требовало материальных средств, терпения, скрупулезности в работе. Но руководство мет-

рополитена видело перспективность исследований квалифицированных ученых и молодых специалистов. Результат не замедлил себя ждать. Для перегона второй очереди метрополитена от станции имени маршала Покрышкина до станции «Березовая роща» НИиОК Институт «Аэротурбомаш» разработал конструкторскую документацию, а на Уральских заводах была изготовлена партия новых вентиляторов из четырех машин. Вентиляторные агрегаты с поворотными на ходу лопатками рабочего колеса ВО-21ВК, впервые разработанные и изготовленные на предприятиях отечественной промышленности, предназначены для проветривания транспортных тоннелей и метрополитенов с требуемым количеством воздуха 20–70 м³/с.

Среднее значение эксплуатационных к. п. д. вентиляторных агрегатов действующих метрополитенов стран СНГ составляет 0,19–0,33, т. е. более 70% потребляемой электроэнергии теряется, а городской бюджет несет огромные потери (600–970 тыс. кВт/ч в год на 1 км линии метрополитена). Это происходит вследствие несовершенства аэродинамических характеристик вентиляторов, их неполного соответствия параметрам обслуживаемых вентиляционных сетей метрополитена. После детальных исследований ИГД СО РАН, в том числе совме-

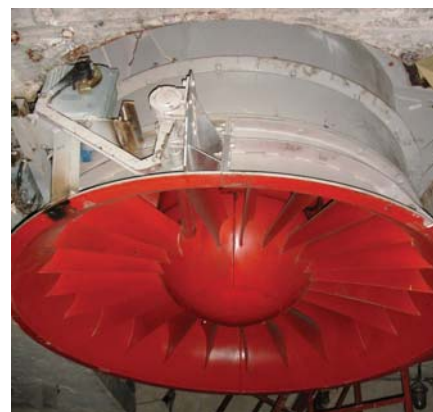


Рис. 1 Вентилятор ВО-21 ВК вертикального исполнения

стно с Институтом гидродинамики СО РАН, задача по созданию принципиально новых аэродинамических схем вентиляторов, удовлетворяющих требованиям метрополитенов, была решена. Эта работа открыла широкие перспективы по созданию нового ряда регулируемых на ходу вентиляторов и модернизации действующего парка машин. Новые вентиляторы высоко экономичны. Кроме того, они позволяют обеспечить эффективный аварийный режим вентиляции: при реверсировании воздушной струи подача воздуха составляет 94–96% таковой при прямом режиме работы, а время реверса — 18–24 с. Реализация новейших разработок была освоена в 2005 г. на промышленной базе Новосибирского энергомашиностроительного завода «Тайра» для пусковых объектов станции «Березовая роща».

Эту работу поддержала мэрия Новосибирска, рассмотревшая и утвердившая ТЭО на применение новой вентиляци-

онной техники. Удачная компоновка и компактность новой машины дали возможность существенно сократить объемы подземного строительства, а ее высокие адаптивные свойства позволили более чем в два раза снизить затраты электроэнергии на вентиляцию в камерах, где установлены эти агрегаты. По прошествии пяти лет, с учетом опыта внедрения и эксплуатации новых вентиляторов ВО-21ВК, в 2010 г. ООО НЭМЗ «Тайра» изготовило и поставило на пусковые объекты станции «Золотая Нива» еще четыре вентилятора: по два в вертикальном (ВО-21ВК; *рис. 1*) и горизонтальном (ВО-21К; *рис. 2, 3*) исполнении.

Конструкция вентилятора ВО-21ВК (*рис. 3*) по сравнению с другими вентиляторами, применяемыми в тоннелях, имеет ряд особенностей:

- вертикальное расположение оси вращения;
- рабочее колесо с электромеханическим приводом поворота на ходу лопаток рабочего колеса;
- конструкция лопатки рабочего колеса не телесная, а цельносварная, сдвоенная из листового металла;
- лопатки спрямляющего и направляющего аппарата сварены в каркас корпуса вентилятора;
- наличие шиберующего аппарата с электромеханическим приводом;
- приводной электродвигатель мощностью 45 кВт с частотным регулированием.

При вертикальном расположении оси вращения не возникает воздействия вибрации от дисбаланса рабочего колеса на фундамент вентилятора.



Рис. 2 Вентилятор ВО-21 К горизонтального исполнения

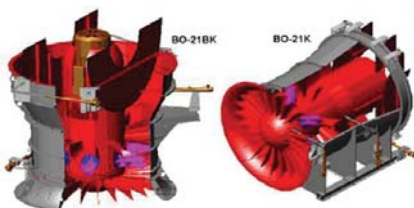


Рис. 3 Конструкция тоннельных вентиляторов ВО-21 ВК и ВО-21К

Рабочее колесо с поворотными на ходу лопатками позволяет дистанционно менять угол установки рабочего колеса в диапазоне от 15 до 45 и до 135°. При этом производительность вентилятора меняется от 20 до 70 м³/с в прямом режиме и 45 м³/с при реверсе струи воздуха.

Цельносварная конструкция лопатки рабочего колеса позволила разработчикам вентилятора изменить узел ее крепления и исключить возможность самопроизвольного разворота лопатки в процессе эксплуатации.

Лопатки спрямляющего и направляющего аппарата не имеют механизмов поворота, а значит, не требуется их обслуживания.

Шиберующий аппарат с электромеханическим приводом позволяет использовать вентиляторы, работающие параллельно или по отдельности. Включение поочередно по одному вентилятору через сезон увеличивает эксплуатационный ресурс вентиляторов до капитального ремонта.

Частотное регулирование приводного электродвигателя дает ряд преимуществ эксплуатации вентиляторов:

- возможность плавного пуска вентилятора — пусковые токи не превышают номинальных значений, обеспечивается гарантированный пуск;
- увеличение диапазона частоты вращения приводного электродвигателя (от 10 до 120%); возможность форсирования производительности вентилятора важна при чрезвычайных ситуациях;
- возможность отстройки работающего вентилятора от резонансного шума и повышенной вибрации изменением частоты вращения;
- возможность выбрать оптимальный режим работы вентилятора для экономии электроэнергии.

Новосибирский метрополитен имеет ряд особенностей в работе тоннельной вентиляции вследствие мелкого заложения тоннелей и продолжительного холодного периода года. При отрицательной температуре наружного воздуха тоннельные вентиляторы ВОМД-24 приходится отключать, чтобы предотвратить размораживание станций и тоннелей метрополитена. Тоннельные вентиляторы ВО-21ВК(т) позволяют и в этой ситуации организовать воздухообмен с помощью регулировки производительности вентилятора.

За время эксплуатации новых машин подтвердились расчеты, что созданный механизм поворота лопаток на ходу обладает высокими динамическими характеристиками: время поворота лопа-



Рис. 4 Система автоматического управления вентилятором

ток с 15 до 45° (регулирование производительности в 1,8–2,5 раза) составляет 7 с, а поворота от 45 до 135° (реверсирование режима) — 30 с. Подача воздуха в режиме реверса составляет 95% максимальной подачи в прямом режиме.

Вентиляторный агрегат комплектуется системой автоматического управления (*рис. 4*), содержащей микропроцессорный контроллер. Система выполняет функции контроля оборудования вентиляционной камеры, защиты от аварийных режимов и автоматического регулирования вентиляторных агрегатов. Оперативное управление может выполняться в режимах: местном, дистанционном (диспетчерском) и автоматическом (от ЭВМ).

Одна из нерешенных проблем, которую необходимо учесть разработчикам и изготовителям тоннельных вентиляторов ВО-21ВК в следующих модификациях, — это возможность доступа обслуживающего персонала к подшипниковым узлам рабочего колеса вентилятора, стояночному тормозу и клеммной коробке приводного двигателя без демонтажа сборочных единиц вентилятора. Немаловажной составляющей в конструкции вентиляторов является приведение его габаритных размеров для обеспечения беспрепятственной транспортировки по действующим тоннелям метрополитена на подвижных единицах во время монтажа или капитального ремонта.

Таким образом, применение новых регулируемых и реверсируемых на ходу осевых вентиляторов повышает надежность проветривания и безопасность пассажирских перевозок, позволяет снизить энергопотребление на вентиляцию.