

УДК 621.634

С. В. КУЗНЕЦОВ (Уральский государственный университет путей сообщения)

## ТЕРМОГИДРОПРИВОД ПОВОРОТА ЛОПАТОК ОСЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ВОЗДУХА



С. В. КУЗНЕЦОВ,  
аспирант

*Определены основные параметры системы вентиляции тоннелей и рассмотрены варианты их проветривания. В целях оптимизации работы осевого вентилятора предложен разработанный механизм для поворота лопаток рабочего колеса вентилятора — термогидропривод вращательного движения.*

**Ключевые слова:** тоннель, вентиляция, осевой вентилятор, термогидропривод, расширение жидкости.

Железнодорожные и автодорожные тоннели различной протяженности являются неотъемлемой и существенной частью мировой транспортной системы. Особенностью эксплуатации тоннелей является постоянное образование и накопление в их атмосфере вредных продуктов сгорания топлива, изменение влажности и температурного режима, что требует, наряду с другими мерами обеспечения безопасности движения транспорта, создания системы эффективного проветривания.

Согласно нормам СНиП 3204-97 [1], система вентиляции транспортных тоннелей должна обеспечивать нормализацию атмосферы в следующих режимах:

А (нормальный) — безостановочное движение транспорта с максимальной разрешенной скоростью движения и «пиковой» интенсивностью;

Б (замедленный) — безостановочное движение транспорта со скоростью менее 20 км/ч;

В — остановка (по разным причинам) транспортного потока с работающими двигателями автомашины или локомотивов до 15 мин.

Предельно допустимые концентрации оксида углерода (как индикатора всего набора выхлопных газов) в атмосфере тоннеля для режима А установлены в зависимости от времени нахождения транспортного средства в тоннеле, а для режимов Б и В — оксида углерода до 200 мг/м<sup>3</sup>, сажи — до 4 мг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 12.1.005). Ниже приведены ПДК оксида углерода в воздухе транспортной зоны тоннеля для режима А, мг/м<sup>3</sup>.

Время нахождения

транспортных средств

в тоннеле, мин

Тип тоннеля:

	5	6	7	8	9	10	15	20
железнодорожный	28	24	21	19	17	16	12	9
автодорожный	60	51	45	41	38	35	26	21

Средняя по сечению скорость движения воздуха в транспортной зоне тоннеля при эксплуатационных режимах вентиляции и без учета влияния транспортных средств должна быть не более 6 м/с, в зоне воздуховыпускных сооружений местное увеличение скорости не регламентируется. Система вентиляции в автодорожных тоннелях должна обеспечивать необходимую по условиям видимости

прозрачность воздуха, при которой показатель ослабления света не превышает 0,0075 м<sup>-1</sup>. Возникновение тумана в железнодорожных и автодорожных тоннелях при работе систем вентиляции во всех режимах эксплуатации не допускается. На случай пожара система вентиляции должна быть реверсивной и обеспечивать: устойчивость заданного направления движения вентиляционного потока; незадымленность путей эвакуации путем создания подпора воздуха не менее 20 Па; переключение системы реверсирования вентиляционного потока в течение не более 5 мин.

Вентиляция тоннеля может быть естественной или искусственной. К факторам, способствующим образованию естественного потока воздуха, относятся: различные барометрические давления у порталов тоннеля; достаточно устойчивые ветровые потоки вдоль оси тоннеля и расположение порталов на разных высотных отметках, а также разность температур наружного и тоннельного воздуха. Кроме того, на интенсивность естественного проветривания существенно влияет поршневой эффект проходящих через тоннель транспортных средств. Естественное проветривание допускается в железнодорожных тоннелях длиной до 300 м при тепловозной тяге и до 1000 м — при электрической, а также в автодорожных тоннелях длиной до 150 м.

При большей длине тоннеля требуется искусственная вентиляция. Известны три основные схемы вентиляции тоннелей:

*поперечная*, при которой воздух подается от одной стены тоннеля к другой осевыми или центробежными вентиляторами, но при этом недостатком схемы является большая протяженность воздуховодов;

*полупоперечная*, при которой воздух подается с некоторой степенью равномерности по длине тоннеля и вытесняется в осевом направлении;

*продольная*, которая реализуется либо установкой вентиляторов под сводом тоннеля, обеспечивая продольное перемещение воздуха (используется, в основном, в автодорожных тоннелях), либо установкой одного тоннельного вентилятора (применяется в железнодорожных тоннелях).

Продольная схема наиболее экономична при длине тоннеля до 1 км [2]. Более всего для этой схемы подходят

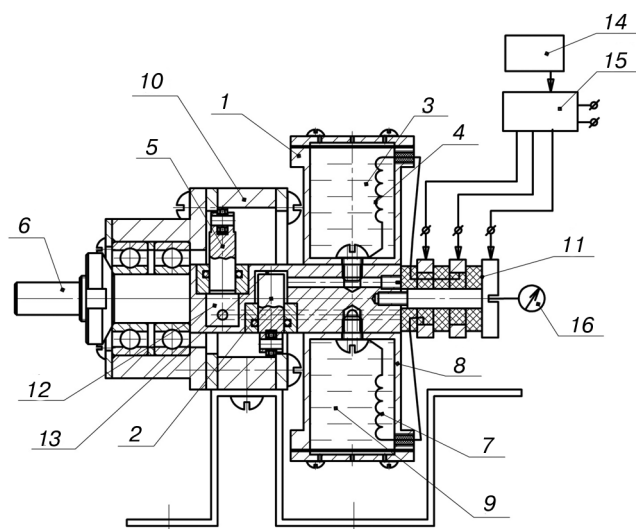


Рис. 1. Демонстрационная модель модуля ТГП для регулируемого поворота лопаток колес осевых вентиляторов

осевые вентиляторы, которые способны работать в условиях переменного сопротивления сети, вызванного движением поездов, обладают нужными характеристиками (давление, подача), удобны для размещения в тоннеле, легко реализуют реверсирование потока воздуха путем изменения направления вращения.

Регулирование осевого вентилятора наиболее эффективно осуществляется поворотом лопаток рабочего колеса с помощью различных механизмов [3].

В Уральском государственном университете путей сообщения (УрГУПС) разработан новый механизм для поворота лопаток рабочего колеса осевого вентилятора — термогидропривод (ТГП) вращательного движения [4, 5], устройство и принцип работы которого представлены ниже на примере демонстрационной модели (рис. 1). Ротор 6 гидродвигателя ТГП оснащен токосъемником 11, емкостями 1 и 8, в которых находится рабочая жидкость 3, 9 и электронагреватели 4, 7. Каждая емкость сообщается каналом с соответствующим цилиндром 12, 13. Плунжеры 2, 5 контактируют с поверхностью расточки статора 10 (рис. 2, а). Коммутирующая система представляет собой контроллер 14, силовой преобразователь 15, датчик угла поворота лопаток 16.

Геометрия профилированной поверхности статора такова, что одной из составляющих реакции  $R$  со стороны статора на поршень является осевая сила  $R_a$ . В результате

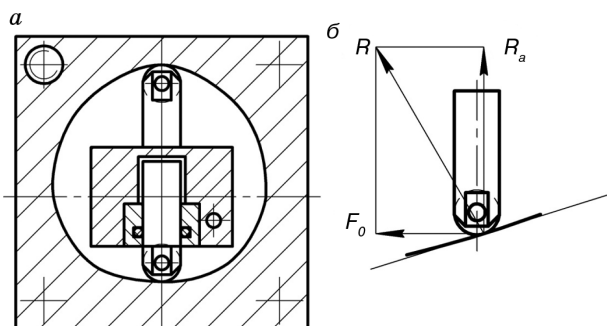


Рис. 2. Расположение плунжеров в статоре (а) и силы, действующие на плунжер (б)

силового взаимодействия плунжера и статора появляется окружная сила  $F_0$  на поршне (рис 2, б), создающая вращающий момент  $T$  на роторе. Блок цилиндров, а вместе с ним и весь ротор гидродвигателя, поворачивается и занимает положение, в котором плунжер 2 выдвинут на максимальную величину. По сигналу датчика 16 управляющий контроллер дает команду силовому преобразователю на отключение нагревателя 4 и включение нагревателя 7. Жидкость в емкости 1 начинает охлаждаться, а в емкости 8 — нагреваться, плунжер 2 начинает углубляться, а плунжер 5 выдвигается до соприкосновения со статором 10. Теперь сила  $F_0$  действует на плунжер 5, а вращение ротора 6 продолжается. По достижении плунжером 5 определенного положения с датчика 16 поступает сигнал на управляющий контроллер 14, и цикл повторяется. В начальный момент нагреватели 4 и 7 обесточены, температура в емкостях 1 и 8 соответствует температуре окружающей среды. Включение гидродвигателя осуществляется подачей напряжения от силового преобразователя 15 по сигналу управляющего контроллера 14 на нагреватель 4. Жидкость в емкости 1 нагревается, ее объем увеличивается, вследствие чего часть жидкости поступает через канал в полость цилиндра 13. Плунжер 2 начинает выдвигаться и воздействовать на внутреннюю профилированную поверхность статора 10.

Таким образом модуль ТГП самостоятельно (автоматически) обеспечивает регулируемое не прямое преобразование электрической энергии в механическую и, соответственно, поворот лопаток колеса осевого вентилятора на заданную величину, регулируя подачу воздуха в транспортный тоннель.

#### Библиографический список

1. СНиП 3204-97. Тоннели железнодорожные и автодорожные.
2. Вишневский Е. П. Проектные решения и технические средства вентиляции тоннелей // С.О.К., 2008. № 6. С. 67–70.
3. Таугер В. М. Сравнительная оценка надежности механизмов регулирования шахтных осевых вентиляторов // Изв. вузов. Горный журнал. 2011. № 3. С. 30–38.
4. Кузнецов С. В. Теоретические основы работы термогидропривода // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2011. № 7. С. 14–17.
5. Пат. 2424445 РФ. Роторно-поршневой гидродвигатель. **ПК**

Кузнецов Сергей Викторович,  
e-mail: Q555@yandex.ru

#### THERMOHYDRAULIC DRIVE OF THE AXIAL-FLOW FAN'S BLADES TURNING IN THE AIR SUPPLY REGULATING SYSTEM

Kuznetsov S. V.

The basic parameters of the tunnel's ventilating system are identified and the variants of the tunnel's airing are considered. The mechanism for turning the fan's impeller blades – the thermal hydraulic drive of the rotatory motion, is proposed for the work optimization of the axial-flow fan. This mechanism is developed by Ural State University of Railway Transport.

**Key words:** tunnel, ventilation, axial-flow fan, thermal hydraulic drive, fluid expansion.