

ПРИМЕНЕНИЕ ОХЛАЖДАЮЩИХ ДИСКОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВАЛОВ ВЕНТИЛЯТОРОВ ДЛЯ ДЫМОУДАЛЕНИЯ

канд. техн. наук И.Б. Рябова, канд. техн. наук И.В. Сайчук
(представлено докт. техн. наук О.П. Алексеевым)

На основании решения задачи о распространения тепла в одномерном ограниченном стержне с переменным по длине значением коэффициента теплоотдачи [1] проанализированы перспективы применения охлаждающих дисков для обеспечения надёжной работы вентилятора дымоудаления.

В [1] приводится решение задачи о распространении тепла в одномерном ограниченном стержне с переменными по длине значениями коэффициента теплоотдачи. В настоящей работе указанное решение используется для оценки перспектив применения охлаждающих дисков для обеспечения надёжной работы вентиляторов во всех эксплуатационных режимах.

Расчётные исследования проводились для опорных узлов вентиляторов типа ВР-85-66 различных производительностей по воздуху. Принципиальная схема этих узлов и их характерные размеры представлены на рис.1 и в таблице 1.

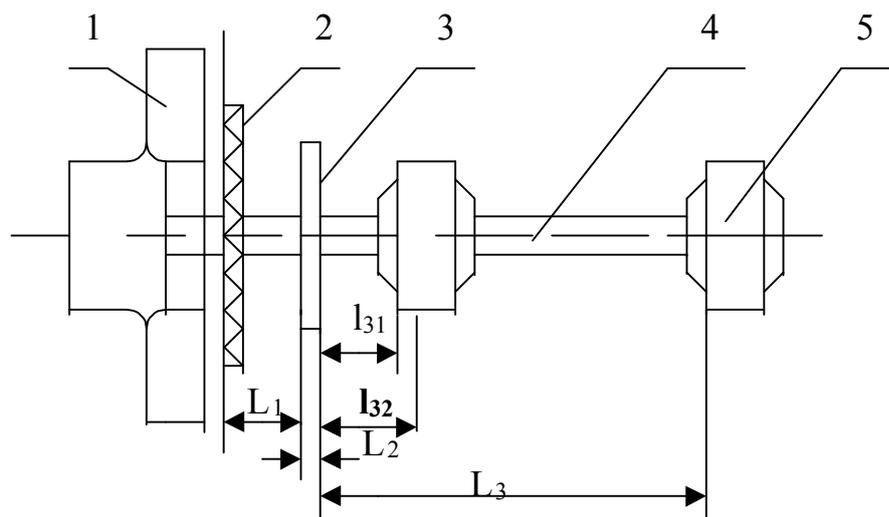


Рисунок 1 – Расчётная схема опорного вала вентилятора для дымоудаления: 1 – рабочее колесо; 2 – тепловой экран; 3 – теплоотводящее устройство; 4 – промежуточный вал; 5 – опорный подшипник.

По разработанному алгоритму были проведены вычислительные эксперименты по определению влияния различных конструктивных параметров на температуру вала под опорным подшипником и выбору наиболее эффективных вариантов охлаждения вала. В ходе этих вычислительных экспериментов варьировались наружные размеры охлаждающего диска и материал, из которого он изготовлен, радиусы вала, выточки и материал, из которого изготовлен вал, а также угловые скорости вращения вала.

Таблица 1 – Расчетные параметры для опорных узлов валов вентиляторов

Типоразмер Вентилятора	L ₁ , м	L ₂ , м	L ₃ , М	l ₃₁ , м	l ₃₂ , м
ВР-85-66-6,3	0,06	0,02 (0,03)	0,27	0,03 (0,02)	0,067
ВР-85-66- 8	0,09	0,02 (0,03)	0,35	0,04(0,03)	0,09
ВР-85-66- 10	0,115	0,02 (0,03)	0,43	0,06(0,05)	0,111
ВР-85-66-12,5	0,123	0,02 (0,03)	0,54	0,07(0,06)	0,114

(Значения в скобках, приведенные в таблице 1, относятся к охлаждающим дискам толщиной 0,03 м, выполненным из стали).

Учитывая, что в рассматриваемых условиях время работы вентилятора ограничено 2 часами при температуре перемещаемой среды 400 °С, анализ полученных расчетных результатов будем проводить, ориентируясь на допустимый температурный уровень работы подшипников качения, оговариваемый изготовителями подшипников, с учетом его 20 % превышения. Такая оценка является в определенном смысле условной и основывается на косвенных данных полученных в ходе натурных экспериментов. При указанном подходе условно допустимый уровень температур вала в районе опорного подшипника находится в диапазоне 100-105 °С.

1. Проанализируем вначале ситуацию, когда вал работает без каких - либо защитных тепловых устройств. Как показывают результаты расчетов, в этом случае температура вала в рассматриваемых зонах намного превышает условно допустимый уровень температур и находится в диапазоне 150 -200 °С для все рассматриваемых валов и условий эксплуатации. При этом с увеличением величины расстояния между опорными подшипниками температура в рассматриваемых сечениях снижается, что свидетельствует о положительном влиянии теплоотвода от вала на участках между подшипниками.

Температура в опасных зонах может быть несколько снижена, если применить выточку вала с радиусом, например, равным половине радиуса несущего вала. В этом случае средняя температура вала под подшипником вентилятора № 6,3 составляет около 180 °С, т.е. снижается примерно 20 °С.

Более существенное влияние на уровень температур оказывают материалы, из которых изготовлен вал. Так применение стали 12ХН2, коэффициент теплопроводности которой равен 20 ккал/м ч °С, позволяет снизить среднюю температуру вала в зоне опорного подшипника до 160 °С. Одновременное действие двух указанных выше факторов дает возможность достичь температурного уровня 140 °С, т.е. понизить его примерно на 60 °С.

Более того, для двух вентиляторов, а именно № 10 и № 12,5 удастся с помощью указанных мероприятий достичь приемлемого уровня температур, лежащего в диапазоне 100 - 110 °С.

2. Резкое снижение температуры вала в ответственных точках достигается в случае применения охлаждающих дисков. Особенно эффективно использование алюминиевых дисков. Так, при применении диска с $R_d = 0,15\text{ м}$ и толщиной 0,02 м, температуры вала в точках $T(l_{31})$ и $T(l_{32})$ для вентилятора №6,3 составляют соответственно 102,1 °С и 87,9 °С. Еще более низкий уровень температур имеет место в случае применения дисков с $R_d = 0,20\text{ м}$ для валов вентиляторов №8 - 87,8 °С и 74,8 °С; для валов вентиляторов №10 с $R_d = 0,25\text{ м}$ - 70,5 °С и 61,2 °С; для валов вентиляторов №12,5 с $R_d = 0,30\text{ м}$ - 71,5 °С и 63,5 °С.

Приемлемый уровень температур может быть получен в вентиляторах №8 - № 12,5 с охлаждающим алюминиевым диском при $R_d = 0,20\text{ м}$. В этом случае температура вала в указанных выше точках составит соответственно для вентилятора №10 - 81,1С° и 69,5С°, а для вентилятора №12,5 - 89,9 °С и 78,4 °С.

3. Применение алюминиевых охлаждающих дисков указанной толщины совместно с выточками в вале, изготовленном из стали 12ХН2, позволяет ограничиться величинами $R_d = 0,10\text{ м}$ для всех типоразмеров вентиляторов. При этом уровень температур в опасных точках не будет превышать величин порядка 80 °С.

4. Наряду с охлаждающими дисками из алюминия рассматривались стальные диски толщиной 0,03 м с коэффициентом теплопроводности равным 37,8 ккал/м* ч * °С. Проведенные расчеты показывают, что все закономерности изменения температур при

использовании рассматриваемых конструктивных мероприятий качественно не отличаются от соответствующих закономерностей, имеющих место при использовании алюминиевых дисков, но отличаются количественными показателями.

Как показывают расчеты, использование стальных дисков без дополнительных мероприятий позволяет обеспечить расчетный уровень температур в опасных точках для всех вентиляторов, кроме вентилятора №6,3. Так, например, температуры вала в точках $T(l_{31})$ и $T(l_{32})$ для различных типоразмеров вентиляторов и различных величинах R_d составляют: для вентилятора №8 при $R_d=0,20$ м - 99 °С и $80,7$ °С; для вентилятора №10 при $R_d = 0,2$ м - $89,7$ °С и $73,5$ °С; для вентилятора №12,5 при $R_d = 0,25$ - $89,4$ °С и $75,6$ °С.

Для вентилятора №6,3 при $R_d = 0,15$ м температура вала в точках $T(l_{31})$ и $T(l_{32})$ составляет $110,3$ °С и $94,3$ °С, что превышает расчетные допускаемые значения. Поэтому в этом случае, наряду со стальным охлаждающим диском необходимо сделать выточку в валу радиусом $0,0125$ м, что позволит снизить температуры в опасных местах до значений $91,3$ °С и 77 °С.

Учитывая принятую при проведении расчетов систему допущений, для обеспечения коэффициентов запаса целесообразно во всех рассматриваемых случаях наряду с охлаждающими стальными дисками применять выточки в валах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Рябова И.Б., Сайчук И.В. Расчётные зависимости для определения температур вала вентилятора для дымоудаления. В кн. Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. – Вып.7. – Харьков: ХИПБ, 2000. – С.184 – 186.