

И.И. Клименков

Научный руководитель: к.т.н., доцент, Л.Г. Никитина

Муромский институт Владимирского государственного университета

602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, д.23

E-mail: Apmirp@yandex.ru

Интенсификация охлаждения корпуса мотор-шпинделя

Перспективным приводом многоцелевых станков является электромеханический привод - мотор-шпиндель (МШ), представляющий собой шпиндельную бабку со встроенным асинхронным электродвигателем, ротор которого установлен непосредственно на шпинделе. [1].

Наличие в корпусе шпиндельной бабки дополнительных источников тепловыделения (ротора и статора) увеличивают теплонапряженность шпиндельного узла[2]

Для уменьшения влияния тепловыделения в роторе и статоре на нагрев шпиндельных опор узла, в опытном образце МШ180 (высота центов 180 мм, выходная мощность 7.5 кВт) предусмотрена двухконтурная аксиальная вентиляция. В задней стенке корпуса МШ встроены 4 осевых вентилятора с производительностью каждого 0.077 м³/с и развиваемом давлении равном 60 Па. При этом суммарный расход воздуха через каналы МШ составляет 0.14 м³/с, с соответствующим распределением по контурам: 0.11 м³/с – через внешний контур охлаждения; 0.03 м³/с – через внутренний контур охлаждения. Такое распределение расходов подтвердилось экспериментально при стендовых испытаниях опытного образца МШ. Геометрические параметры каналов и распределение расходов воздуха по контурам обеспечивают среднюю скорость движения воздуха, равную 5-6 м/с. При этом температура обмотки статора не превышает 60 °С, а нагрев опор ШУ позволяет обеспечить параметр быстроходности $d \cdot n =$

$5 \cdot 10^5$ мм·об/мин (d - диаметр шпинделя, мм; n - частота вращения шпинделя, об/мин.). Изменение расходов продуваемого воздуха показало следующее: уменьшение расхода приводит к резкому увеличению нагрева узла и прежде всего опор ШУ; увеличение расхода от 0.14 до 0.4 м³/с обеспечивает снижение температуры шпиндельных опор на 6-8%. Увеличение расхода воздуха требует более мощных вентиляторов и не оправдано экономически.

Интенсифицировать теплоотдачу во внешнем корпусе возможно за счет оребрения корпуса статора. В этом случае, тепловой поток, отводимый с оребренной поверхности корпуса, состоит из части, рассеиваемой с поверхности корпуса, включающей промежутки между ребрами и части, рассеиваемой поверхностью ребер. Для МШ180 имеющего ширину ребра 4 мм, высоту ребра 25 мм, расстояние между ребрами 20 мм коэффициент теплоотдачи корпуса равен 196 Вт/см² · °С. (коэффициент теплоотдачи цилиндрического корпуса равен 70 Вт/см² · °С). Повышение теплоотдачи оребренного корпуса возможно при условии, что характер движения воздуха в межреберных каналах подобен движению воздуха при цилиндрическом исполнении корпуса статора. Это возможно, если расход воздуха через оребренную поверхность корпуса статора будет соответствовать 0.124 м³/с.

Расчет вентиляционных цепей, состоящих из сопротивлений входа, кожуха, оребренного корпуса, выхода, показывает, что для обеспечения данного расхода достаточно использовать четыре осевых вентилятора с производительностью каждого 0.08 м³/с, при давлении 60 Па.

Оребрение корпуса статора увеличивает теплоотвод от сердечника статора, отводя в среднем 60-70% потерь, образующихся в обмотке и сердечнике статора, что обеспечивает меньший теплоотвод от статора в стенки корпуса и шпиндельные опоры узла. Выполнение оребрения на всей длине корпуса статора улучшает теплоотвод от шпиндельных опор узла МШ: температура в передней опоре в области больших частот вращения снижается на 8-10% по сравнению с нагревом опоры в базовой конструкции; температура обмоток статора снижается на 25-30% по сравнению с температурой обмоток статора, размещенного в цилиндрическом корпусе.

Оребрение корпуса статора повышает теплоотвод и снижает температурные деформации МШ. Для МШ180 величина углового поворота снижается на 55% на номинальной частоте вращения (750 об/мин) и на 35% на максимальной частоте вращения (7500 об/мин).

Анализ полученных результатов формирования температурного поля и температурных деформаций говорит о перспективности использования данного узла в качестве привода главного движения многоцелевых станков.

Секция 7. Инновационные технологии в машиностроении

Литература

1. Королев Э. Г., Юденков Н. П., Арапов А. Н. Мотор - шпиндели для станков с ЧПУ // Станки и инструмент. –1986. – № 2. – С. 8-9.
2. Никитина Л.Г. Сегидя А.П. Снижение тепловых деформаций мотор-шпинделей //СТИН. – 1993. - №6.- С.8 -11.