

ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ ТА ТИПУ ДВИГУНІВ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ

Мірошниченко М.О., магістрант, Толочко О.І., д.т.н., проф.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ) займають передові позиції в промисловому серійному виробництві. Якість їх роботи значною мірою залежить від типу та конструкції двигуна.

Мета роботи. Огляд електричних двигунів, що можуть використовуватися для верстатів з ЧПУ.

Матеріали і результати досліджень. Прагнення наблизити приводний двигун до робочого органу верстата і тим самим зробити привід більш компактним призвело до створення, крім нормального виконання двигунів на лапах, низки спеціальних виконань [1]. До них відносяться фланцеві двигуни (з фланцем на щиті, з фланцем на станині для вертикальної і горизонтальної установки і з фланцем і лапами), вбудовані та ін.

Фланцеві двигуни у верстатах часто застосовуються для приводу робочих органів з вертикальною віссю обертання, наприклад у вертикально-свердлильних, плоскошліфувальних, поздовжньо-фрезерних та інших верстатах. При використанні фланцевого двигуна вертикального виконання, вісь якого паралельна осі шпинделя верстата, спрощується конструкція верстата, тому що в цьому випадку виключається потреба в конічних шестернях для зміни напрямку осі обертання. Вбудовані двигуни монтується в самому верстаті; станиною такому двигуну слугує відповідна частина верстата (наприклад, шпиндельна бабка шліфувального верстата), валом двигуна є один з валів верстата. Часто в шліфувальних верстатах шпиндель верстата і вал двигуна являють собою одне ціле.

Ще однією зі специфічних конструктивних особливостей деяких двигунів для верстатів є зміщення ротора в осьовому напрямку при включенні двигуна, завдяки чому розвивається додатковий електромагнітний момент, спрямований на подолання дії механічного гальма. Випускаються також двигуни з вбудованими в підшипниковий щит електромагнітними гальмами. Нарешті, застосовуються двигуни зі вбудованими редукторами, коробками швидкостей і різними механічними варіаторами для безступінчастого регулювання швидкості.

У залежності від умов роботи верстатів приводні двигуни повинні бути захищені від шкідливого впливу навколишнього середовища. Для приводу верстатів застосовуються двигуни з наступними способами захисту від впливу навколишнього середовища: 1) захищені, 2) закриті і 3) вибухобезпечні.

Захищені двигуни мають ґрати, що закривають вентиляційні отвори в підшипникових щитах. Ці двигуни можуть бути використані, якщо при роботі верстата не утворюється дрібного металевого пилу і виключено попадання у двигун масла, емульсії і сторонніх предметів. У цеху, де встановлено верстат, повітря не повинно містити металевого або абразивного пилу.

Якщо при згаданих умовах можливе попадання на двигун прямовисно або під кутом крапель і бризок масла або емульсії, то слід застосовувати двигуни, захищені від протікання.

Закриті двигуни з обдуванням мають вентилятор, що встановлюється на вал зовні бічного щита без отворів. Із зовнішнього боку вентилятор прикривається металевим кожухом, який дає певний напрям повітряному потоку. Через отвори в лобовій частині кожуха повітря засмоктується та проганяється уздовж зовнішньої поверхні корпусу двигуна. З метою збільшення поверхні охолодження станина на зовнішній стороні забезпечена ребрами. Слід зазначити, що за одних і тих же габаритах потужність, що розвивається закритим двигуном, значно менше потужності, що розвивається двигуном захищеного виконання.

Закриті обдувні двигуни застосовуються в тих випадках, коли при роботі верстатів утворюється легко зважений у повітрі металевий пил (чавунний, абразивний), а також, якщо не виключено попадання в двигун крапель і бризок масла або емульсії. Закритий двигун застосовується і в тому випадку, коли на нього безпосередньо в значній кількості можуть падати металевий пил або дрібна стружка. У разі встановлення на верстатах вбудованих двигунів охолодження їх повинно проводитися чистим повітрям, без домішок пилу.

Вибухобезпечні двигуни застосовуються у верстатах, на яких ведеться обробка легкозаймистих сплавів, а також у верстатах, де для охолодження інструменту використовується газ, пари якого можуть утворити середу, небезпечну у відношенні вибуху.

При виборі двигунів змінного струму для приводів верстатів, що працюють з постійною швидкістю, слід орієнтуватися на найбільші значення швидкостей (синхронна швидкість 1500 або 3000 об/хв). В особливих випадках, обумовлених конструктивними міркуваннями, можна вибирати двигуни з меншими значеннями швидкостей (синхронна швидкість 1000 або 750 об/хв). При виборі двигунів постійного струму, що застосовуються зазвичай у важких верстатах, які потребують плавного регулювання швидкості, але пускаються порівняно рідко (токальні, карусельні та ін.), також слід орієнтуватися на найбільші значення номінальних швидкостей обертання.

Як відомо, для приводу механізмів верстатів ЧПУ можна застосовувати як двигуни постійного струму (ДПС), так і асинхронні двигуни (АД). Але в останній час все більшого поширення у машинобудуванні набувають синхронні двигуни з постійними магнітами (СДПМ).

У порівнянні з асинхронними двигунами та двигунами постійного струму СДПМ мають ряд переваг [2-5]. Основні з них такі:

- висока щільність потоку в повітряному зазорі;
- велике відношення потужність до ваги, та електромагнітного моменту до моменту інерції, тобто високі масогабаритні показники;
- малий рівень пульсацій моменту у всьому діапазоні регулювання швидкості (середнє значення 1%);
- висока переважувальна здатність за моментом;

- високий ККД та простота охолодження завдяки відсутності обмотки в роторі;
- широкі можливості зміни форми деталі (від довгого циліндру до диску);
- простота виготовлення безредукторних приводів (двигун-колесо, двигун-інструмент).

Але існують ще додаткові переваги, пов'язані зі специфікою верстатних електроприводів. До них належать:

- найвища якість поверхонь при обробці деталей, завдяки високій точності позиціонування;
- силові та сигнальні штекери допускають використання при сильному забрудненні;
- простий монтаж, завдяки невеликим витратам на проводку кабелів;
- високе поглинання поперечного зусилля;
- високі температурні резерви для тривалого навантаження і перевантаження;

Як приклад високоякісних СДПМ, можна розглянути синхронні двигун фірми Siemens типу 1FT6 компактного виконання (див. рис. 1).

Залежно від типу охолодження, пропонуються двигуни 1FT6 з самоохолодженням, примусовою вентиляцією або з водяним охолодженням. При самоохолодженні втрати тепла, що виникають, відводяться через поверхню, а при примусовій вентиляції вбудований вентилятор прискорює відвід втрат тепла. Максимальна потужність і високий клас захисту можуть бути досягнуті за допомогою водяного охолодження.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд двигуна 1FT6 фірми Siemens

Технічні характеристики двигуна 1FT6 потужністю 9,7 кВт наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Тип	1FT6 105-8AF71-1AAO
Номінальна потужність	9,7 кВт
Номінальна швидкість	3000об/хв
Номінальний момент обертання	31 Нм
Момент обертання у стані спокою	50 Нм
Номінальний струм	22,5 А
Струм у стані спокою	32 А
Момент інерції ротора (без гальма)	$168 \cdot 10^{-4}$ кгм ²
Кількість пар полюсів	4
Висота вісі	100 мм
Вага (без гальма)	39,5 кг
Інкrementальний датчик	sin/cos, 2048 імп./об.

Висновки. При виборі двигунів для електроприводів верстатів з ЧПУ слід виходити не тільки з розрахованих значень електромагнітного моменту та швидкості, а враховувати ще й конструктивні особливості, масогабаритні показники, простоту охолодження, енергоефективність. З врахуванням цих додаткових показників найкращим двигуном для верстатів можна вважати СДПМ [3-5]. Єдиним його недоліком є висока вартість. Тому кінцеве рішення з вибору того чи іншого двигуна можна прийняти після техніко-економічних розрахунків.

Перелік посилань

1. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Байков. – Москва "Машиностроение", 1983. – 359 с.
2. Ловыгин А. А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система (+ DVD-ROM) / А. А. Ловыгин, Л. В. Теверовский. – Москва: ДМК "Пресс", 2012. – 280 с.
3. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник. – М.: Академия, 2006. – 265 с.
4. AC electric motor control. Advanced design techniques and applications / Editor Fouad Giri. University of Caen Basse-Normandie, France. – John Wiley & Sons, Ltd, 2013. – 552 p.
5. D. Schröder. Elektrische Antriebe – Regelung von Antriebssystemen. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2009. – 1336 S.