

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

*Мухаммад-Бобур Ходжиматов ассистент кафедры
«Электротехники, электромеханики и электротехнологий»
Андижанского машиностроительного института
E-mail: xodjimatommuhammad@gmail.com*

Аннотация

Одним из важнейших вопросов электрооборудования металлорежущих станков является выбор типа электропривода для основных движений. На этот выбор оказывает влияние ряд факторов: диапазон и плавность регулирования скорости рабочего механизма; характер нагрузки привода; частота включений привода; соотношение периодов машинного и вспомогательного времени работы станка; энергетические показатели работы привода – КПД и коэффициент мощности; надежность привода, простота его обслуживания и наладки.

Ключевые слова: металлорежущих станков, электропривод, диапазон, коэффициент мощности, механический, электромеханический, электрический, электродвигатель, токарных, карусельных, фрезерных, шпиндель, частота.

Для наиболее полного использования режущего инструмента и станка обработка изделий должна производиться при так называемой экономически выгодной (оптимальной) скорости резания, которая при работе станка с соответствующей подачей и глубиной резания должна обеспечить обработку детали с необходимой точностью и чистотой поверхности при минимальных приведенных удельных затратах на обработку. Производительность при этом будет несколько ниже наибольшей возможной [1].

Оптимальная скорость резания зависит от твердости обрабатываемого материала, свойств материала и геометрии режущего инструмента, а также от характера обработки. На одном и том же станке могут обрабатываться детали разных размеров, из различных материалов и различными инструментами, что является причиной изменения режимов резания. Например, на токарных станках при постоянной частоте вращения шпинделя $n_{шп}$ с изменением диаметра обработки $d_{обр}$ будет изменяться скорость резания, м/мин:

$$v_z = \frac{\pi d_{обр} n_{шп}}{1000} \quad (1)$$

Следовательно, частота вращения шпинделя станка определяется двумя факторами – диаметром $d_{обр}$ и скоростью резания v_z . Рациональное использование станка требует изменения частоты вращения шпинделя при изменении технологических факторов. Регулируемые свойства механизмов станков характеризуются следующими показателями [2]:

1) диапазоном регулирования D , который при вращательном движении рабочей части станка равен отношению максимальной угловой скорости (или частоты вращения) к минимальной:

$$D = \frac{\omega_{\text{от, max}}}{\omega_{\text{от, min}}} = \frac{n_{\text{от, max}}}{n_{\text{от, min}}}. \quad (2)$$

и для станков с поступательным движением определяется отношением линейных скоростей: максимальной v_{max} к минимальной v_{min} , т. е.

$$D = \frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{min}}}. \quad (3)$$

Примерные значения диапазона регулирования скорости для приводов главных движений D_{Γ} и приводов подач D_{Π} некоторых типов станков даны в таблице 1;

Таблица 1 – Значение диапазонов регулирования скорости приводов главных движений и подач

Тип станков	Диапазон регулирования для приводов	
	Главного движения D_{Γ}	Движения подач D_{Π}
Токарные (средние и крупные)	40...125	50...300
Карусельные (тяжелые)	40...100	100...7 000
Радиально-сверлильные	20...100	5...40
Горизонтально-расточные (средние)	25...100	30...150
Фрезерные (универсальные)	20...40	100...600
Продольно-строгальные средних и больших размеров	10...30	50...100

2) плавностью регулирования, которая определяется отношением скоростей на двух соседних ступенях регулирования i и $(i + 1)$, т. е.

$$\varphi = \frac{n_{i+1}}{n_i}. \quad (4)$$

Это отношение называется *коэффициентом регулирования*.

С уменьшением коэффициента φ возрастает плотность регулировочного процесса, которая в значительной степени влияет на производительность станка. В практике станкостроения чаще всего применяются значения $\varphi=1,12; 1,26; 1,41; 1,58$;

3) экономичностью регулирования, характеризующейся затратами на создание данной системы привода и стоимостью потерь энергии при регулировании скорости;

4) стабильностью работы привода, которая характеризуется перепадом скорости с изменением нагрузки на рабочем органе станка[2].

Регулирование скорости главных приводов. На некоторых станках и до настоящего времени применяют трехфазные односкоростные асинхронные двигатели с чисто механической системой регулирования скорости, осуществляемой путем переключения шестерен коробки скоростей. Одним из главных преимуществ механического привода является сохранение постоянной мощности на всем диапазоне регулирования[4].

Ступенчатое механическое регулирование угловой скорости, осуществляемое переключением шестерен коробки скоростей, не обеспечивает для разных диаметров обработки наиболее выгодную скорость резания. Следовательно, станок при изменении $d_{обр}$ не может обеспечить высокую производительность. Кроме того, коробка скоростей представляет собой довольно сложную и громоздкую конструкцию, стоимость которой возрастает с увеличением числа ступеней[4].

Для упрощения кинематических схем станков небольших и средних размеров при ступенчатом регулировании угловой скорости применяют многоскоростные асинхронные короткозамкнутые двигатели (двух-, трех- и четырехскоростные), а также асинхронные двигатели с фазным ротором.

Для регулирования скорости в диапазоне $D \leq (8...12):1$ и до $40:1$ при сохранении $\dot{I}_H \approx const$ в значительной части диапазона применяется электрическое бесступенчатое регулирование скорости главных приводов. В этом случае коробка скоростей с переключающими блоками заменяется редуктором, который имеет более простую кинематическую схему.

В практике станкостроения для регулируемых приводов до настоящего времени широкое применение имеют приводы постоянного тока по системе Г-Д с ЭМУ в качестве возбудителя, обеспечивающие плавное регулирование скорости и достаточно хорошие динамические характеристики. Для сохранения стабильности скорости при изменении нагрузки применяют различные системы автоматического регулирования, в которых используются магнитные и полупроводниковые усилители[5].

В последние годы для таких приводов вместо электромашинных преобразователей, имеющих значительные габариты, невысокий КПД и большие эксплуатационные расходы, все большее применение получают статические преобразователи на управляемых полупроводниковых вентилях – тиристорах, обладающие следующими преимуществами: меньшей стоимостью силовых элементов; более высоким КПД; эксплуатация вентиляльного преобразователя проще, а надежность выше в сравнении с электромашинным преобразователем[5].

Регулирование скорости приводов подач. Мощность, необходимая для осуществления подачи, значительно меньше мощности главного привода, так как $v_{\text{п}} \ll v_{\text{г}}$.

Изначально в приводах подач использовалось механическое и электромеханическое ступенчатое регулирование скорости. В станках небольших и средних размеров (токарно-винторезных, сверлильных, зубофрезерных и др.) подача производилась от главного привода через отдельную коробку передач, что позволяло сохранить постоянным установленное соотношение $v_{\text{п}}/n_{\text{от}}$, но в этом случае нельзя изменить скорость $v_{\text{п}}$ в процессе резания, и усложняется кинематическая схема станка.

В настоящее время в приводах подач при диапазоне свыше 10:1 применение электрического бесступенчатого регулирования скорости является более актуальным. Для подачи применяют двигатели постоянного тока, частота вращения которых управляется изменением подводимого к якорю напряжения, получаемого от отдельного управляемого преобразователя в виде ЭМУ, ПМУ или ТП[3].

Также для регулирования скорости приводов подач (иногда главных приводов) применяются синхронные двигатели. Необходимо отметить, что ветвь синхронных электрических машин наиболее перспективна и в ближайшее время сулит существенный технологический скачок. Уже сегодня имеются разработки бесконтактных синхронных машин, обладающих улучшенными на порядок массогабаритными показателями. Эти машины имеют совершенно новую, нетрадиционную конструкцию и очень широкие возможности. Основной отличительной особенностью этих машин является то, что поле статора в них вращается синхронно с полем ротора. Синхронные двигатели, в которых регулировка происходит частотным преобразователем, поддерживают неизменную частоту вращения при любой нагрузке[3].

Важной особенностью СД является возможность фиксации положения его ротора путем подключения обмоток фаз статора к источнику постоянного напряжения. Путем переключения обмоток можно с высокой точностью задавать дискретные перемещения ротора, соответствующие определенному числу шагов. Таким образом, в шаговом режиме СД способен обрабатывать перемещения, задаваемые числом электрических импульсов, коммутировать перемещения, задаваемые числом электрических импульсов, коммутатора путем подключения обмоток фаз статора к источнику постоянного напряжения. Путем переключения обмоток можно с высокой точностью задавать дискретные перемещения ротора, соответствующие определенному числу шагов. Таким образом, в шаговом режиме СД способен обрабатывать перемещения, задаваемые числом электрических импульсов, коммутирующих токи статора в требуемой последовательности. Жесткая связь между числом шагов перемещения ротора и числом электрических импульсов является замечательным свойством этого двигателя, широко используемым в практике дискретного ЭП с цифровым управлением.

Использованная литературы

1. 1 Металлорежущие станки и автоматы : учебник для машиностроительных вузов / под ред. А. С. Проникова. – М. : Машиностроение, 1981. – 479 с.
2. Казачковський, М. М. Комплектні електроприводи : навч. посібник / М. М. Казачковський. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2003. – 226 с. – ISBN 5-285-00250-7.
3. Zaynabidin o'g'li M. B. THE RELEVANCE OF THE APPLICATION OF MICROPROCESSOR RELAY PROTECTION //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 13. – С. 155-157.
4. Muhammad-Bobur Zaynabidin o'g'li X., Xolmirza Azimjon o'g'li M. MIKROPROTSESSORLI BOSHQARILUVCHI ELEKTR YURITMALARNING AFZALLIKLARI VA VAZIFALARI //Innovative Development in Educational Activities. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 80-87.
5. Zaynabidin o'g'li M. B. RAQAMLI RELE HIMOYASINING ASOSIY ELEMENTLARI TAHLILI //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 13. – С. 151-154.