

---

---

## Раздел 4

# Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника

УДК 621.81

### ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СТАНОВ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ

Г.А. СИВЯКОВА, А.П. ЧЕРНЫЙ, А.В. ДОЛЯ

(г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет)

**Введение.** Из традиционных способов обработки материалов давлением, позволяющих получать длинномерные изделия со значительными изменениями микроструктуры, следует отметить поперечно-винтовую прокатку, также известную как радиально-сдвиговая либо просто винтовая прокатка. Особенность этого вида прокатки заключается в интенсивной сдвиговой деформации сплошных круглых профилей преимущественно на трехвалковых станах винтовой прокатки. При этом, заготовка перед входом в очаг деформации, в процессе прокатки и по выходу из валков совершает винтовое движение и все элементарные объемы металла, лежащие на оси заготовки также перемещаются по винтовым траекториям [1,2]. Внешний вид мини-стана винтовой прокатки приведен на рисунке 1.

**Цель работы.** Провести обзор существующих электроприводов станов винтовой прокатки и рассмотреть их особенности.

**Материалы и результаты исследования.** Условия работы электроприводов прокатных станов (особенно реверсивных), и в том числе винтовых прокатных станов, предъявляют высокие требования к электрическим машинам. Выбор электродвигателей для станов винтовой прокатки производится по аналогии с другими механизмами. Специфика заключается в выборе исполнений электродвигателей по способу защиты от вредных воздействий окружающей среды, поскольку большинство этих электроприводов работает в условиях вибраций и ударов, повышенных температур горячих цехов, в атмосфере, содержащей пары воды и масла, обладающей повышенной проводимостью

Внешний вид мини-стана винтовой прокатки



Рисунок 1.

вследствие наличия окалины, графитовой смазки и т. п. Для получения наилучших динамических показателей при заданной установленной мощности требуются машины с предельными характеристиками, высоким КПД и максимальной надежностью в эксплуатации. [3]

Станы винтовой прокатки до 60-х годов проектировали на небольшую производительность, электродвигатели имели сравнительно малую мощность, установка углов подачи в них не превышала 10... 12°. В таких станах применялся групповой привод. Малые габариты в плане главной линии стана, гарантированное соотношение окружных скоростей валков, простота электрических схем управления электроприводами – преимущество группового привода. Это оправдывалось еще и тем, что, например, при прошивке заготовок из нержавеющей и высоколегированных сталей необходима достаточно точная синхронизация скоростей валков (с точностью до 1%) – рассогласование скоростей может привести к появлению плен и трещин на поверхности гильзы.

В прошивных станах поперечно-винтовой прокатки особенность установки приводов состоит в том, что оси валов шестеренной (редуктора) и рабочей клетей расположены в различных плоскостях. Такое расположение привода вызывает, как правило, неравномерность угловых скоростей шпинделя (вала, предназначенного для передачи вращения от шестеренной клетки, редуктора и

электродвигателя) и рабочих валков стана. Практически во всех групповых приводах станом поперечно-винтовой прокатки в шестеренных клетях применяются зубчатые передачи шевронного типа [4].

В современных станах винтовой прокатки с мощными электродвигателями целесообразно применять индивидуальный привод. Особенно рациональна установка таких приводов при работе станом на больших углах подачи. В этом случае проще обеспечивается равномерность скоростей вращения рабочих валков при небольших (до 8... 10°) углах перекоса в шарнирных муфтах [4].

Индивидуальный привод обеспечивает повышение работоспособности оборудования и повышение качества проката. Например, индивидуальный привод рабочих валков может состоять из двух-трех универсальных шарнирных шпинделей карданного типа, симметрично расположенных вокруг технологической оси стана, каждый из которых соединен с валом электродвигателя постоянного тока с системой регулирования скорости. Один из двух электродвигателей (если два привода) имеет замкнутую систему слежения непрерывного действия за углом поворота вала другого двигателя, включающую сельсины, фазовый детектор и обратные связи. Одновременно шарниры шпинделей, связанные с валами электродвигателей, одинаково сориентированы относительно их. Это позволяет обеспечить индивидуальными приводами равные мгновенные скорости вра-

щения рабочим валкам, уменьшить проскальзывание металла относительно валков [5].

Экспериментальными исследованиями было установлено [6], что при наличии привода через универсальные шпиндели нельзя получить вращения валков станов винтовой прокатки без наличия циклической неравномерности. Именно наличие неравномерности вращения валков во всех станах поперечно – винтовой прокатки, приводимых через универсальные шпиндели, послужило обоснованием предложения для применения вперые индивидуального привода валков в станах поперечно-винтовой прокатки, который ликвидирует главные недостатки группового привода, связанные с двойным замыканием кинематической цепи (через шестеренную клетку и прокатываемый металл). Это создает статическую неопределенность контура, что может вызвать перераспределение моментов на валках и значительное превышение их по сравнению с расчетными значениями. Применение индивидуального привода повышает надежность и долговечность оборудования, значительно снижает издержки эксплуатации за счет ликвидации сложной шестеренной клетки, в известной степени стабилизирует и оптимизирует очаг деформации изза возможности выравнивания нагрузок на оба валка. Индивидуальный привод также как и групповой не ликвидирует неравномерность вращения валков. Однако, можно создать главную линию, имеющую минимальный коэффициент неравномерности вращения валков.

Привод прошивного стана с индивидуальным приводом валков состоит из универсальных шпинделей, уравнивающих устройств, промежуточного вала. Целый ряд обстоятельств – ограничения диаметрального размера головки шпинделя, что определяется диаметром валка, динамика неустановившегося процесса прокатки и отсутствие гарантированной закономерности нагружения шпинделей, колебания температуры прокатываемого металла, необходимость обеспечения значительных углов перекося в одинарных шарнирах ( $12...15^\circ$ ) между осями рабочего органа-валка и приводного вала и осью шпинделя соответственно, скрещиваю-

щимися в общем случае в пространстве, значительные окружные скорости на наружном диаметре вилки (свыше 5 м/с), наличие грязи, воды и окалины – предъявляют к конструктивному решению универсального шпинделя главной линии тяжелые, подчас трудно выполнимые требования [6].

При индивидуальном приводе валков целесообразно двигатели устанавливать наклонно к горизонту под углом, равным среднему либо наиболее «вероятному» углу подачи. При этом значительно уменьшаются углы перекося в шарнирах шпинделей. С увеличением угла перекося в шпинделях также растут нагрузки на детали универсального шарнира, поэтому, исходя из этих соображений, рабочий угол перекося в шарнирах шпинделей на практике по нашей рекомендации не допускают более  $15^\circ$ .

Таким образом, в современных станах винтовой прокатки целесообразно использование индивидуального привода.

Кроме типа привода по способу передачи механической энергии исполнительному органу, важным является и его тип по роду электрического преобразовательного устройства. В прокатном производстве для привода рабочих валков клетей большинства прокатных станов ранее использовались двигатели постоянного тока, получающие питание от полупроводниковых преобразователей. В новых разработках и при модернизации применяют синхронные и асинхронные короткозамкнутые двигатели, получающие питание от преобразователя частоты. Хорошо известны преимущества асинхронного короткозамкнутого двигателя, например высокая надежность, меньшая цена, простота изготовления и функционирования, повышенные регулировочные и динамические факторы превращают асинхронный частотно регулируемый электропривод в доминирующий тип регулируемого электропривода, широкое использование которого дает возможность решать не только технологические задачи, кроме того и проблему энергосбережения.

Если учитывать, что электроприводами потребляется более 60% производимой в мире электроэнергии, вопросы энергосбере-

жения в электроприводе имеют чрезвычайно большое значение. Для Республики Казахстан это тем более важно, поскольку стоимость электроэнергии возрастает и при неэкономичных системах электроприводов производственные расходы возрастают, соответственно возрастает стоимость вырабатываемой технологическими комплексами продукции [7].

Плавная регулировка асинхронных приводов предлагает следующие преимущества: возможность гибкой настройки привода, оптимизации процесса, электрического энергосбережения, промышленной безопасности, экологической эффективности, минимизации затрат на техническое обслуживание.

В области использования частотного электропривода переменного тока сегодня предлагаются преобразователи нового поколения: применение частотных преобразователей со встроенной функцией оптимизации энергопотребления, а также с улучшенной энергетической и электромагнитной совместимостью с питающей сетью.

В силовой части электропривода такого электропривода для экономичного частотного регулирования скорости асинхронного короткозамкнутого двигателя применена топология транзисторного двухзвенного непосредственного преобразователя частоты. В отличие от традиционных, в схеме нового преобразователя отсутствует громоздкий силовой сглаживающий фильтр в промежуточном звене постоянного тока, что дает существенное улучшение весогабаритных показателей преобразователя. Важнейшими преимуществами преобразователей нового поколения является их улучшенная энергетическая и электромагнитная совместимость с

питающей сетью – отсутствие вносимых преобразователем искажений кривой питающего напряжения, потребление из сети практически синусоидальных токов с возможностью регулирования реактивной мощности, обеспечение обратимости потока активной мощности, т.е. способность не только высококачественного потребления, но и рекуперации электроэнергии в тормозных режимах электропривода.

Мировая практика показывает, что частотные преобразователи обеспечивают: плавный пуск без пусковых токов и ударов и остановку электродвигателя, а также изменение направления его вращения; полную электрозащиту двигателя от перегрузок по току, перегрева, обрыва фаз и утечек на землю; плавное регулирование скорости вращения электродвигателя практически от нуля до номинального значения в ранее нерегулируемых технологических процессах; создание замкнутых систем с возможностью точного поддержания заданных технологических параметров; синхронное управление несколькими электродвигателями от одного преобразователя частоты; уменьшение потребления электроэнергии за счет оптимального управления электродвигателем в зависимости от нагрузки; увеличение срока службы электропривода и оборудования; повышение надежности и долговечности работы оборудования, упрощение его технического обслуживания [8].

Таким образом, с учетом особенностей и требований к электроприводам станов винтовой прокатки, решение об использовании частотно-управляемых приводов будет наиболее оптимальным.

### ВЫВОДЫ

Обоснована целесообразность применения в качестве электропривода станов винтовой прокатки индивидуального привода с использованием асинхронных частотно-регу-

лируемых электроприводов, что позволяет кроме обеспечения технологических параметров процесса прокатки решать и задачи энергосбережения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тетерин П.К. Теория поперечной и винтовой прокатки. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.:Металлургия, 1983 270 с

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

2. Данченко В.Н. Технология трубного производства /В.Н. Данченко, А.П. Коликов, Б.А. Романцев, С.В. Самусев // – М.: «Интернет Инжиниринг», 2002. – 640 с.
3. Характеристика электропривода. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.krona-sm.com/kharakteristika-elektroprivoda.html>, свободный. Загл. с экрана. 12.05.2015
4. Станы и агрегаты для производства бесшовных труб. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-186-truboprokat/36.html>, свободный. Загл. с экрана. 12.05.2015
5. И.Л.Гольдштейн, П.М.Финагин, Д.В.Терентьев, Н.И.Муратов и З.А.Качалов Индивидуальный привод рабочих валков стана поперечно-винтовой прокатки. А.С. 4691843/02 (22) 15.05.89 (46) 23.09.91. Бюл, М 35 (72)
6. Тартаковский И.К. Развитие и создание нового поколения высокопроизводительных и надежных станков для производства горячекатаных бесшовных труб. - Москва, ОАО «Электростальский завод тяжелого машиностроения», 2009. Диссертация на соискание ученой степени д.т.н.
7. Сивякова Г.А. Энергосбережение на современном этапе. Научный журнал «Вестник КГИУ». –Темиртау, 2014. №1. С.77-83. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://kgiu.kz/wp-content/uploads/2014/06/razdel-3\\_energetika\\_.pdf](http://kgiu.kz/wp-content/uploads/2014/06/razdel-3_energetika_.pdf), свободный. Загл. с экрана. 13.05.2015
8. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – С.277-296.