

Исследование по оптимизации конструкции оборудования для волочения металла

Студент гр. 10402322 Ли Синькан

Научный руководитель – Шкурдюк П.А.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Оборудование для волочения металлической проволоки является ключевым оборудованием в металлообрабатывающей промышленности и широко используется в производстве проволоки и кабелей, строительных материалов, автозапчастей, прецизионных приборов и в других областях. Оборудование для волочения металлической проволоки постепенно протягивает металлическую заготовку через ряд волок, чтобы уменьшить ее поперечное сечение и увеличить длину для получения желаемой формы и размера. С развитием промышленной автоматизации и интеллектуальных технологий оборудование для волочения металлической проволоки значительно улучшило точность, эффективность и уровень автоматизации. Однако существующее оборудование по-прежнему сталкивается с некоторыми техническими проблемами, такими как высокое энергопотребление оборудования, быстрый износ волок и нестабильное качество волочения. Таким образом, изучение вопросов оптимизации конструкции, повышения производительности и интеллектуального управления оборудованием для волочения металла имеет важное теоретическое и практическое значение [1].

Оборудование для волочения металлической проволоки можно разделить на машины для волочения проволоки, машины для непрерывного волочения проволоки и специальное оборудование для волочения проволоки. Машина для волочения проволоки однократного действия имеет простую конструкцию и подходит для грубой обработки проволоки; машина для непрерывного волочения проволоки оснащена многорежимной и последовательной системой контроля натяжения, а также имеет три типа машин для волочения проволоки: петлевого типа, линейного типа и типа резервуара для воды; специальное оборудование для волочения проволоки, в том числе: волочение проволоки с помощью машины с применением, ультразвука машины для волочения проволоки с регулируемой температурой, машины для волочения тонкой проволоки и т.д.

Традиционный механический станок для волочения проволоки имеет простую и надежную конструкцию, низкие затраты на техническое обслуживание и высокую адаптивность, но он отличается высоким энергопотреблением, ограниченной скоростью и низкой точностью управления. Современные станки для волочения проволоки оснащены системой сервоуправления и встроенным модулем онлайн-обнаружения, а также интеллектуальной системой смазки, которая обеспечивает повышенную скорость волочения, значительный эффект энергосбережения и повышенную точность. Однако первоначальные инвестиции велики, технические требования к операторам высоки, а частота отказов сложных систем управления относительно высока. Специальное оборудование для производства проволоки из микрофибры оснащено системой управления на субмикронном уровне, технологией наносмазывания и постоянным контролем температуры окружающей среды, что позволяет обрабатывать изделия очень малого диаметра с очень низкой шероховатостью поверхности, но при этом производительность автономного производства невелика и предъявляются высокие требования к чистоте сырья [2].

Оборудование для волочения металлической проволоки состоит из шести основных систем: системы выпуска проволоки, системы волочения, системы передачи, системы приема, системы управления и вспомогательной системы. Система укладки проволоки в настоящее время, как правило, основана на технологии укладки проволоки с магнитным демпфированием. Основным компонентом системы волочения является модуль волочения

проволоки. Система отбора проволоки часто использует технологию постоянного контроля натяжения и автоматическую систему подключения. Вспомогательная система включает в себя устройства смазки, пылеулавливающие устройства и средства безопасности.

Чтобы лучше понять различные технические характеристики оборудования для волочения проволоки, необходимо разработать экспериментальную схему для оценки эффективности волочения проволоки в различных условиях работы, измерить потребление энергии в различных условиях работы и проанализировать взаимосвязь между характеристиками качества волочения, такими как однородность диаметра, дефекты поверхности и т.д, механические свойства и другие параметры, а также условия работы. Необходимо найти наилучшее сочетание параметров, обеспечивающих баланс эффективности, энергопотребления и качества, и проанализировать весомость влияния каждого параметра на качество продукции [3].

На основе экспериментальных данных и результатов моделирования ВЭД могут быть предложены планы усовершенствования, основанные как на оптимизации структуры оборудования, так и на стратегии интеллектуального управления, направленные на повышение эффективности волочения проволоки, снижение энергопотребления и обеспечение стабильности качества [4].

План оптимизации структуры оборудования. Улучшение конструкции пресс-формы и оптимизируйте геометрические параметры. Уменьшение полуугла формы. Результаты анализа данных методом конечных элементов показывает концентрацию напряжений в области входного конуса, и соответствующее уменьшение α может снизить энергозатраты на пластическую деформацию. При увеличении длины центрирующей зоны моделирование показывает, что увеличение длины L может улучшить равномерность диаметра. Материал был усовершенствован, и была использована волока с нанопокрывом. Прогнозируемое контактное давление по результатам анализа данных методом конечных элементов было снижено на 20%, а срок службы по данным экспериментальной проверки был увеличен в 3 раза. Была модернизирована система натяжения и внедрен многоступенчатый контроль натяжения. Согласно экспериментальным данным, для снижения риска обрыва проволоки в различных зонах деформации используется дифференцированное натяжение. Добавление к активному демпфирующему барабану амортизатора давления воздуха для подавления высокочастотной вибрации позволяет эффективно уменьшить царапины на поверхности. При реконструкции системы охлаждения была применена конструкция перегородочного охлаждения. По результатам анализа термической связи на выходе из волоки и перед барабаном было добавлено охлаждение распылением, чтобы избежать размягчения материала.

Интеллектуальная стратегия управления. С курсором многопараметрическое совместное управление по замкнутому циклу с использованием модели динамической настройки, мониторинг скорости вытягивания, натяжения и температуры в режиме реального времени. Прогнозирование качества и адаптивная компенсация с использованием системы позволяют время от времени получать информацию о качестве, например, об отклонении диаметра и остаточном напряжении. Если прогноз отклоняется от реальных значений, давление в волоке будет автоматически скорректировано. Политика профилактического обслуживания, раннее предупреждение об износе волока на основе исторических данных о контактном давлении, результаты анализа данных методом конечных элементов позволяют рассчитать скорость износа, своевременно заменить волоку и сократить внезапные простои.

Необходимо найти способы продления срока службы волоки. На срок службы волоки влияют многие факторы, такие как условия работы оборудования, характеристики материала и параметры технологического процесса. С учетом факторов, на срок службы волока, необходимо разработать технический план продления срока службы пресс-формы. Оптимальный угол наклона определяется с помощью результаты анализа данных методом конечных элементов, чтобы сбалансировать усилие вытягивания и контактное давление.

Необходимо оптимизировать переходную дугу и использовать градиентные дуги на входе и в зоне центрирования, чтобы уменьшить изменение напряжения. Для снижения коэффициента трения используется технология нанопокрытия. Для изготовления волок на стадии тонкой вытяжки используются нанокристаллические твердосплавные материалы, которые обладают лучшей усталостной стойкостью. Используются высокоэффективные смазочные материалы, в том числе смазки на водной основе для медной проволоки и смазки на масляной основе для нержавеющей стали [4].

Текущие исследования по проектированию и оптимизации оборудования для волочения металла позволили решить многие проблемы, и характеристики по всем аспектам оборудования были значительно улучшены, но в будущем все еще есть лучшие направления развития, и темпы исследований по оптимизации конструкции никогда не прекратятся. Например, более совершенная интеллектуальная система автоматической оптимизации вытяжки, более экологичная производственная система и технология, которая позволит лучше адаптироваться к различным экстремальным условиям труда, и другие пути совершенствования производства.

Список использованных источников

1 Обсудите текущую ситуацию и развитие станков для волочения проволоки для металлических изделий в нашей стране [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chn.oversea.cnki.net/index/>. – Дата обращения: 12.04.2025.

2 Разработка и исследование системы управления станком для волочения прямой проволоки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chn.oversea.cnki.net/index/>. – Дата обращения: 12.04.2025.

3 Рудской, А. И. Волочение : учебное пособие / А. И. Рудской, В. А. Лунев, О. П. Шаболдо. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 125 с.

4 Оборудование для волочения проволоки с башенным колесом и статус разработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chn.oversea.cnki.net/index/>. – Дата обращения: 12.04.2025.