

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОФИЛЯ

Холмиков А.С.

научный руководитель канд. техн. наук Шигин А.О.

Сибирский федеральный университет

Алюминиевый профиль изготавливается из сплавов марок EN AW-6060, EN AW-6063, или иных сплавов в соответствии с требованиями заказчика.

Для предприятий, производящих электротехническое оборудование (трансформаторы, электротехнические шкафы и распределительные щиты и т.д.), завод начал производство шины электротехнической из сплавов марок АД31, АД0.

Сегодня на основе собственных разработок предприятие производит ряд алюминиевых профилей под торговой маркой "АЛТ" для солнцезащитных и антимоскитных систем, для светопрозрачных и ограждающих конструкций. Завод имеет производственные мощности и технологические возможности производить и поставлять экструдированные алюминиевые профили по чертежам заказчиков, что очень важно для воплощения в жизнь оригинальных архитектурных решений.

Профили серии АЛТ120 изготавливаются из сплавов марок EN AW-6060, EN AW-6063, АД31, АД0. Используется первичный алюминий марки А7. Собственное производство позволяет более гибко подходить к пожеланиям заказчиков, учитывать их специфические требования к исполнению каждого изделия и обеспечивать выполнение любого, даже нестандартного заказа в кратчайшие сроки.

Производство профилей в рассматриваемом цехе начинается с подвоза слитков. Подвоз слитков из литейного цеха осуществляется автотранспортом, а внутрицеховое перемещение – с помощью мостового крана грузоподъемностью 10 т.

После контроля качества поверхности слитков, производится их нагрев в газовой печи до температуры 480 – 500 °С с последующей резкой на мерные длины.

После нагрева производится прессование на гидравлическом прессе усилием 1800 МТ.

Вышедший из пресса профиль задаётся в губки тележки линии натяжения с помощью предварительного механизма подъёма, установленного на передвижной платформе и перемещается до упора, установленного на определённом в зависимости от длины профиля расстоянии.

Затем происходит передача профиля с приёмного стола на шаговый поперечный транспортёр – холодильник, на котором изделие охлаждается до 30 °С. Для охлаждения профиля вдоль выходной линии пресса установлены вентиляторы.

Охлаждённый профиль поступает на линию правильно – растяжной машины усилием 1 МН. Выправленный профиль поступает на линию резки, по которой перемещается к дисковой пиле. Профиль, порезанный в меру, проходит контроль, а затем укладывается в корзину. Корзина с профилем поступает далее на термическую обработку.

Технологический процесс производства профиля характеризуется сложностью физико-химических процессов, протекающих в технологическом оборудовании. Объекты управления являются многомерными, характеризуются распределенностью параметров. Контейнер печи отличаются значительной инерционностью каналов управления. Объекты управления, как правило, являются плохо обусловленными, подвержены действию высокого уровня шумов. Отсутствует непрерывный контроль за качеством изготавливаемого профиля. Управление режимом работы технологического оборудования ведется вручную. Ручные приемы управления основаны на практике ведения технологического процесса и опыте работы технологического персонала. Все эти особенности производства профиля усложняют решение задачи автоматизации управления этим процессом. Проблема автоматизации производства профиля является

комплексной. Она требует совместного рассмотрения и решения вопросов теории систем управления, математического моделирования, планирования экспериментов, учета особенностей технологии производства стекла и практических приемов управления.

Температура - один из самых важных параметров процесса прессования алюминиевых профилей. С повышением температуры снижается напряжение, вызывающее пластическую деформацию, и, следовательно, облегчается деформация. Однако в то же время снижается максимально возможная скорость прессования, поскольку повышение температуры от деформационного разогрева может привести к образованию различного вида дефектов. На изменение и распределение температуры металла в процессе прессования влияют следующие факторы:

- исходная температура заготовки;
- напряжение текучести сплава при данных условиях, деформация и скорость деформации;
- трение на контакте заготовки и инструмента;
- теплопередача между металлом и инструментом, между металлом и окружающей средой.

Влияние упомянутых факторов проявляется посредством следующих механизмов.

Свойства материала. Механические свойства материала заготовки оказывают значительное влияние на количество тепла, образующегося вследствие деформации и граничного трения. В случае деформации, рассеиваемое тепло пропорционально напряжению пластического течения материала при данной температуре и скорости. В случае трения, повышение температуры пропорционально касательному напряжению трения и скорости скольжения металла по инструменту.

Термические свойства металла влияют как на повышение его температуры при пластической деформации, так и непосредственно на теплопроводность.

Трение. Распределение температуры существенно зависит от коэффициента трения на контакте заготовка - контейнер, а также деформируемый материал - матрица. Повышение температуры происходит также вследствие более высокого касательного напряжения трения на границе зоны затрудненной деформации.

Скорость перемещения пресс-штемпеля. Температура металла в процессе прессования повышается с увеличением скорости пресс-штемпеля. Это обусловлено тем фактом, что скорость деформации прямо пропорциональна скорости пресс-штемпеля и величина генерированного тепла пропорциональна скорости деформации. Кроме этого, при увеличении скорости деформации, как правило, увеличивается и сопротивление металла пластической деформации (напряжение текучести). Чем ниже скорость пресс-штемпеля, тем большая часть тепла успевает рассеяться и перейти в инструмент.

Коэффициент вытяжки. В случае более высоких коэффициентов вытяжки температура на выходе из матрицы повышается вследствие большей скорости деформации и напряжения текучести.

Периметр. Температура на выходе, развиваемая в процессе прессования, обычно повышается с увеличением периметра канала матрицы. Это повышение имеет место по причине увеличения площади поверхности трения матрицы с металлом.

Тянущее усилие пуллера. Применение пуллера позволяет значительно улучшить геометрические характеристики выходящего из пресса профиля: устранить или снизить криволинейность, волнистость и различные отклонения формы поперечного сечения профиля. Растягивающие напряжения в профиле, возникающие от действия пуллера, не превышают предела текучести материала профиля.

Скорость охлаждения в линии пресса. На механические свойства профилей влияет температура профиля на выходе из пресса и скорость охлаждения. Для сплавов, термообрабатываемых путем охлаждения в линии пресса (закалка на прессе), существует определенное время – порядка нескольких минут – за которое металл должен охладиться до заданной температуры.

Расчетное определение изменения температуры металла при прессовании определяет подход к решению большого класса задач, основные из которых следующие:

- установление температуры нагрева заготовки, обеспечивающей осуществление процесса в области максимальной пластичности прессуемого металла;
- установление режима возможного изменения скорости прессования, при котором обеспечиваются изотермические условия деформирования, позволяющие достичь максимальной производительности процесса и максимального уровня механических свойств профилей;
- определение температурного поля металла с целью уточнения его реологических свойств в очаге деформации и, как следствие, уточнение расчета характеристик напряженно-деформированного состояния металла;
- прогнозирование физико-механических свойств готового изделия.

Тепловые процессы в обработке металлов давлением имеют существенное значение, оказывая влияние как на течение металла, так и на его структуру и свойства [10, 19]. При разработке технологии прессования в качестве одного из факторов, влияющих на течение металла в канале матрицы, используется температура заготовки в сочетании со скоростью прессования. Совместное изменение этих параметров приводит к перераспределению температурного поля, которое, в свою очередь, оказывает влияние на течение металла, изменяя такие параметры как изгиб и скручивание профиля на выходе из канала матрицы.

Подбор температурно-скоростных режимов деформации для каждого прессуемого профиля в настоящее время выполняется экспериментальным путем на промышленном оборудовании. Применение для этой цели компьютерного моделирования позволит ускорить процесс освоения профилей, расширить диапазон исследуемых параметров и автоматизировать процессы проектирования и корректировки прессовых матриц. Существенное значение имеет также тот факт, что большинство сплавов, применяемых при производстве профилей прессованием, имеют ограниченный температурный интервал обработки, выход за который недопустим из-за образования дефектов. Структурная схема регулирования температуры заготовки на выходе из контейнера рисунок 1.

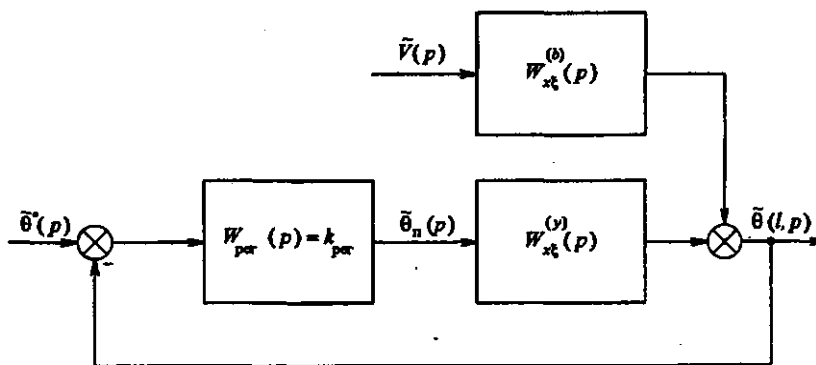


Рисунок 1 – Структурная схема одноконтурной системы автоматического регулирования температуры заготовок на выходе из контейнера

На основании критического анализа существующей системы управления технологическим процессом было определено, что модернизированная система управления должна поддерживать регулируемый параметр на заданном уровне с высокой точностью [10].