

Последние методы оптимизации пластической экструзии

Процесс: обзор литературы

Авторы статьи: Джео Раджу, Мохан Лал Шарма, Макхан Лал Мина.

Автор перевода: Бывалец Александр Андреевич.

1. Кафедра машиностроения, Малавия Национальный технический институт .

2. Государственный политехнический колледж, Раджастхан.

Пластиковая экструзия была сложным процессом для многих производителей и исследователей производства продуктов, отвечающих требованиям самой низкой цены. Столкнувшись с глобальной конкуренцией в индустрии пластмассовых изделий, использовать метод проб и ошибок для определения параметров процесса пластиковой экструзии уже недостаточно. Во время производства характеристики качества могут отклоняться из-за дрейфа или смещения условий обработки, вызванных износом машины, изменением окружающей среды или усталости оператора. Определение оптимальных значений параметров процесса критически влияет на производительность, качество и стоимость производства в отраслях, связанных с пластмассой. Цель этой статьи - проанализировать исследование определения параметров процесса и конструкции матрицы для экструзии пластмасс. Обсуждаются исследования, основанные на различных подходах, включая технику Тагучи, искусственные нейронные сети (ИНС), нечеткую логику, генетические алгоритмы (ГА), нелинейное моделирование и методологию поверхности ответа.

Ключевые слова: Генетические алгоритмы (ГА), Искусственные нейронные сети (ИНС), методология поверхности ответа, нечеткая логика, техника Тагучи.

Введение

Пластиковая экструзия была сложным процессом для многих производителей и исследователей производства продуктов, отвечающих требованиям самой низкой цены. Сложность процесса экструзии и огромное количество параметров процесса, связанных с ней, затрудняют контроль над процессом. Сложность в манипуляции параметрами может вызвать серьезные проблемы с качеством и высокий уровень расходов производства. Одной из основных целей экструзии является улучшение качества экструзии кроме сокращения времени цикла, еще и снижение себестоимости продукции. Решение проблем, связанных с качеством, напрямую влияет на ожидаемую прибыль для компаний, производящих пластмассовые изделия. Качественными характеристиками процесса экструзии являются механические свойства, размеры или измеримые характеристики и атрибуты. В целом, некоторые из основных причин проблем с качеством - это дефекты, связанные с материалом, связанные с процессом, проблемы с упаковкой и охлаждением, а также дефекты, связанные с последующей экструзией. Факторы, влияющие на качество экструдированной детали, можно разделить на четыре категории: дизайн деталей, дизайн матрицы, производительность машины и условия обработки. Конструкция детали и матрицы считается установленной и фиксированной. Во время производства характеристики качества

могут отклоняться из-за дрейфа или изменения условий обработки, вызванных износом машины, изменением окружающей среды или усталостью оператора.

Определение оптимальных значений параметров процесса критически влияет на производительность, качество и стоимость производства в отраслях, связанных с пластмассой. Ранее инженеры-изготовители использовали метод проб и ошибок или метод расчета параметров Тагучи для определения оптимальной настройки параметров процесса для пластиковой экструзии. Однако эти методы непригодны в настоящем сценарии из-за возрастающей сложности дизайна продукта и требования к характеристикам качества с несколькими ответами. Оптимизация значений параметров процесса обычно выполняется в обрабатывающей промышленности, в частности, при определении окончательных оптимальных параметров процесса. Окончательная оптимальная настройка параметров процесса признана одним из наиболее важных этапов пластиковой экструзии для улучшения качества экструдированных продуктов. Столкнувшись с глобальной конкуренцией в индустрии пластмасс, использование метода проб и ошибок для определения параметров процесса для пластиковой экструзии уже недостаточно. Довольно много исследователей пыталось использовать различные подходы в определении параметров процесса для пластиковой экструзии, чтобы сократить время выхода на рынок и получить постоянное качество экструдированных деталей.

Цель этой статьи - проанализировать исследование определения параметров процесса и конструкции матрицы для экструзии пластмасс. Обсуждаются исследования, основанные на различных подходах, включая технику Тагучи, искусственные нейронные сети (ИНС), нечеткую логику, генетические алгоритмы (ГА), нелинейное моделирование и методологию поверхности ответа.

Методы оптимизации

Метод Тагучи

Нарасимха и Реджикумар представили систематический подход к поиску коренных причин возникновения дефектов и отходов в процессе пластической экструзии [1]. Диаграмма причинно-следственной связи была реализована для выявления коренных причин этих дефектов. Параметры процесса экструзии, такие как вакуумное давление, температура, скорость взлета, скорость вращения шнека процесса экструзии и свойства сырья, были определены как основные коренные причины дефектов на диаграмме причинно-следственных связей. Потери качества для текущего изменения производительности были рассчитаны с использованием принципа потери функции Тагучи, и была подтверждена потребность в улучшении. В этой статье была разработана конструкция эксперимента для оптимизации параметров процесса для экструзии труб высокой плотности полиэтилена Ø 50 мм и простой трубы Ø 25 мм. Четыре независимых параметра процесса: вакуумное давление, скорость взлета, скорость вращения шнека и температура были исследованы с использованием метода Тагучи. Программное обеспечение Minitab 15 использовалось для анализа результатов эксперимента. На основании результатов анализа были выбраны оптимальные параметры процесса.

Искусственные нейронные сети

Хуан и Ляо исследовали разбухание диаметра и толщины заготовки в непрерывном экструзионном выдувном формовании полиэтилена высокой плотности в зависимости от параметров обработки, включая температуру кристалла и скорость потока [2]. Модель нейронной сети с обратной распространённостью использовалась для прогнозирования набухания затухания под действием провисания. Использовалась архитектура нейронной сети 2-20-20 с двумя входными узлами, один скрытый слой с 20 узлами и 20 удалённых узлов. Двадцать восемь данных множества, полученные из экспериментов, были предоставлены нейронной сети в качестве образцов, которые были разделены на 20 наборов данных обучения и восемь наборов данных тестирования. Сравнение экспериментально определённых затухающих затуханий предсказанными с использованием обученной модели нейронной сети показало очень хорошее согласие между ними.

Сирак и Козан представили труды, основанные на знаниях и нейронных сетях, для проволочного покрытия полимерных экструзий [3]. Зависимость параметров процесса экструзии, а именно: температуры зон цилиндра и скорости вращения шнека при толщине покрытия процессов экструзии, покрытия проволокой были исследованы с использованием ИНС. Для прогнозирования толщины покрытия использовалась модель нейронной сети.

Аль Розук и Аль Робэйди представили экспериментальное исследование для изучения зависимости параметра экструзии от толщины покрытия и степени сшивания сшитого полиэтиленового кабеля [4]. Тремя абзацами ранее модель искусственной нейтральной сети распространения (ИНС) использовалась для описания толщины покрытия.

Нечеткая логика

Оптимизирована скорость потока процесса пластиковой экструзии при переработке пластмасс с применением нейро-нечеткой модели [5]. Входные параметры: эффективная сила трения между поверхностями материала и стенками камеры экструзии и диаметр камеры экструзии, определяющий скорость потока из твердого материала для рециркуляции через камеру экструзии. Модель спроектирована таким образом, чтобы было достигнуто наиболее благоприятное состояние, в котором перерабатывается максимальное количество твердых отходов. Лингвистическая переменная служит двигателем модели в установлении взаимосвязи между входным и выходным параметрами для оценки результатов таких отношений. Полученный результат указывает на возможность применения нейро-нечеткой модели в процессе экструдера с рециклингом пластика.

Методология поверхности реакции

Лебаал ит ал. разработал новый подход к оптимальному проектированию профиля температуры стенки штампа в процессах экструзии полимера [6]. Метод оптимизации был основанный на методе поверхности ответа. Он имеет очень быструю конвергенцию, что является преимуществом, когда задействуются временные анализы анализа потока. Дизайн эксперимента (DOE), необходимый для построения ответной поверхности, использовался для оценки

объективной и ограничительной функций на основе метода конечных элементов (FEM). Использовались две модели экспериментов, а результаты оптимизации были сопоставлены по эффективности и способности получать глобальный оптимум. Влияние проектных переменных в объектных и ограничительных функциях было исследовано с использованием метода Тагучи. Затем результаты анализа потока объединяли.

Генетический алгоритм

Юу ит ал. определил оптимальное программирование зазоров экструзионного выдувного формования с использованием методов мягких вычислений [7]. Цель проекта заключалась в том, чтобы получить равномерную толщину детали после инфляции заготовки, манипулируя промежутками с отверстиями с течением времени. Для моделирования всего процесса использовалось коммерческое программное обеспечение конечных элементов (BlowSim) из Национального исследовательского совета (НИС) Канады, то есть экструзия заготовки, зажим пресс-формы и инфляция заготовки. Был внедрен новый подход под названием нечеткая сеть нейрон-тагучи с генетическим алгоритмом для создания обратной сети распространения с использованием экспериментального массива Тагучи для прогнозирования взаимосвязи между проектными переменными и ответами. Экспериментальные проекты Тагучи были использованы для обучения модели нейронной сети, и обученная сеть использовалась в качестве функционального генератора проектной пригодности в генетическом алгоритме (ГА). Эффективность поиска ГА была усилена за счет введения нечеткого вывода технических знаний.

Му ит ал. предложил подход оптимизации для проектирования обработки в процессе экструзии пластического профиля с металлической вставкой на основе моделирования конечных элементов, нейронной сети обратного распространения и генетического алгоритма [8]. Поток полимерных расплавов в процессе экструзии прогнозировался с использованием моделирования конечных элементов. Моделируемые результаты были получены для создания нейронной сети. Поиск глобальной оптимальной проектной переменной для экструзии проводился с использованием ГА с целевой функцией, оцененной с использованием установленной модели нейронной сети. Равномерность распределения выходного потока принималась в качестве цели оптимизации с условием ограничения максимального напряжения сдвига. Цель баланса потока была достигнута путем оптимальной конструкции двух параметров обработки, включая объемный расход и скорость перемещения металлической вставки.

Нелинейное моделирование

Мамалис ит ал. применила многопараметрическую оптимизацию к условиям обработки в паук-матрице, используемой для экструзии труб из полиэтилена высокой плотности [9]. Исследуемыми параметрами были входное давление, температура на входе в расплав, температура стенок матрицы и температура лопастей паука. Использовалась модель расчета вычислительной гидродинамики с использованием обобщенного ньютоновского подхода, чтобы исследовать

падение давления, равномерность потока и температуры в матрице. Недавние методы оптимизации процесса пластической экструзии: численные расчеты для трехмерных полей течения и температуры выполнялись с CFD-кодом на основе конечных элементов, Comsol 3.5. Метод нелинейной оптимизации Nelder-Mead применялся к числовой модели, чтобы точно определить условия обработки, которые приводят к максимизации однородности потока на выходе из матрицы. Используемая целевая функция представляла собой средневзвешенное значение отношения сигнал / шум для температуры и скорости потока на выходе из матрицы.

Вывод

В этой статье представлен обзор исследований по определению параметров процесса для пластиковой экструзии. Описаны ряд исследовательских работ, основанных на различных подходах, включая математическую модель, технику Тагучи, искусственные нейронные сети (ИНС), нечеткую логику, генетические алгоритмы (ГА), нелинейное моделирование и методологию поверхности ответа.

Обзор литературы по методам оптимизации показал успешное промышленное применение подходов на основе DOE для оптимальной настройки переменных процесса. Метод Тагучи - это надежная технология проектирования, широко используемая в отраслях для обеспечения нечувствительности продукта / процесса к любым неконтролируемым факторам, таким как переменные среды. Подход Тагучи помог сократить время эксперимента и стоимость разработки продукта или процесса и улучшения качества.

ИНС и ГА появляются как новые подходы в определении параметров процесса для пластиковой экструзии. Обученная система нейронной сети может быстро обеспечить набор параметров экструзии в соответствии с результатами прогнозируемого качества экструдированных деталей. Однако время, необходимое для обучения и переподготовки для нейронной сети, может быть очень большим. Используя подход ГА, система может локально оптимизировать параметры экструзии даже без знания процесса.

Источники:

- [1] Narasimha M, Rejikumar R. Plastic pipe defects minimization. International Journal of Innovative Research & Development 2013; 2(5):1337-1351.
- [2] Huang H-X, Liao C-M. Prediction of parison swell in plastics extrusion blow molding using a neural network method. Polymer Testing 2002; 21(7):745- 749.
- [3] Cirak B, Kozan R. Prediction of the coating thickness of wire coating extrusion processes using artificial neural network (ANN). Modern Applied Science 2009; 3(7):52-66.
- [4] Al Rozuq R, Al Robaidi A. Application of neural network (ANN) to predict XLPE cable in extrusion processes. Journal of Materials Sciences and Applications 2013; 2013.
- [5] Oke S.A, Johnson A.O, Charles-Owaba O.E, Oyawale F.A, Popoola I.O. A neuro-fuzzy linguistic approach in optimizing the flow rate of a plastic extruder process. International Journal of Science & Technology 2006; 1(2):115-123.