

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

Чукичев А. В.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Андреев Ю. С.¹

¹Университет ИТМО

chikist204@yandex.ru

Введение

Одним из основных методов изготовления деталей из термопластичных полимерных материалов со сложной геометрией и точными размерами является литье под давлением. При технологической подготовке производства (ТПП) проектирование оснастки и назначение режимов литья требуют несколько итераций и опыта технолога, зачастую занимая больше времени, чем непосредственно изготовление деталей. Использование накопленной базы прецедентов с данными об уже изготовленных деталях с известными литниковыми системами и режимами литья, а также методов машинного обучения позволяет повысить эффективность ТПП и сократить ее длительность [1].

Целью работы является исследование и разработка методики поиска деталей-аналогов, а также определения параметров литниковой системы на основе имеющейся базы прецедентов.

Основная часть

В рамках работы был рассмотрен подход к поиску изделий аналогов по наборам «процессных» параметров, получаемых из 3D-модели деталей. Получаемые коэффициенты сравнивались с ранее полученными результатами сравнения функций давления материала в точке впрыска от времени в процессе заполнения формы, полученных при CAE-моделировании процесса литья. При установленных свойствах материала, температуры расплава и скорости впрыска перепады давления в точке впрыска хорошо отражают геометрию формообразующей полости, поскольку сопротивление потоку расплава, обусловленное геометрической формой полости литьевой формы, будет отражаться на давлении в точке впрыска.

Проблемы использования только функции «геометрии формы» описаны в работе [2]: литьевые параметры могут отличаться для изделий схожих по конструктивным признакам и изделия конструктивно отличные друг от друга могут иметь схожие литьевые режимы. Это было также проверено на имеющейся базе деталей.

В рамках исследования проводился анализ деталей в виде векторов признаков, получаемых из 3D-модели, которые отражают факторы, влияющие на течение расплава: площадь поверхности, объем, отношение S/V , статистики распределения толщины (min/mean/max и квантили), тонкие места (доля площади, где толщина меньше заданной величины), а также приближенные оценки длины течения и критических сечений. Такое представление облегчает применение классических методов анализа данных и машинного обучения, обеспечивает интерпретируемость, а также позволяет сравнивать не просто значения признаков, но и их взаимосвязь. Полученные результаты сравнения близки к значениям, полученным при анализе функций давления материала в точке впрыска от времени, и отражают близость как литниковых систем, так и режимов литья.

Текущий этап работы – параметризация литниковой системы (определение вектора параметров), для подбора которых рассматриваются два подхода: использование модели, например, градиентного бустинга, обученной на всем объеме данных; использование схемы «поиск / прогноз»: определение ближайших прецедентов

(например, с помощью kNN) и использование регрессионной модели, обученной на найденных аналогах, для определения параметров литниковой системы.

Выводы

Предложенная методика позволит сократить длительность выполнения этапа проектирования литниковой системы и повысить обоснованность выбора параметров литниковой системы, опираясь на накопленную базу ранее изготовленных деталей, качество изготовления которых подтверждено.

Литература

1. А.В. Чукичев, О.С. Тимофеева, Ю.С. Андреев, "Интеллектуальные подходы к автоматизации технологической подготовки производства полимерных изделий методом литья под давлением", Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2023, Т. 66, № 1, с. 16-24.
2. S. Yu, T. Zhang, Y. Zhang, et al., "Intelligent setting of process parameters for injection molding based on case-based reasoning of molding features", J Intell Manuf, 2022, 33, 77–89.