

Самарай В.П.
(КПИ им. Игоря Сикорского, г. Киев)
**АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В РЕОЛОГИИ
ФОРМОВОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Наиболее физически обоснованно и адекватно свойства и возможности уплотнения и перетекания формовочной (ФС) и стержневой смеси (СС) в литейных формах (ЛФ) и стержневых ящиках (СЯ) с физической точки зрения описываются с помощью подходов, методов и моделей реологии. Однако важным моментом является то, что элементарные реологические модели ФС и СС, из которых составляются общепризнанные реологические комбинированные модели, например, модель Бингама, можно представить как объект управления или регулирования. Причем также важным является то, что описать поведение ФС и СС в ЛФ и СЯ можно не только на основе статических моделей, в роли которых как правило выступают регрессионные модели и не только динамическими моделями, в роли которых традиционно выступают имитационные модели или совсем редко модели теории оптимального управления (системы дифференциальных уравнений), но и с помощью обычных линейных дифференциальных уравнений либо операторных уравнений (передаточных функций), хорошо известных в теории автоматического управления. Очень важно, что на сегодняшний день решать дифференциальные уравнения для любых начальных и граничных условий не обязательно созданием специальных алгоритмических программ с использованием численных методов. Решить такие дифференциальные уравнения или их аналоги – передаточные функции либо построить конкретные модели – объекты управления – ЛФ и СС и соответствующие системы автоматического управления (САУ) для процесса уплотнения и оптимизировать их можно с использованием специально созданных моделирующих программных продуктов, например MatLAB, причем именно для решения подобных задач самого широкого профиля этот пакет и создавался, но с одним очень важным условием – построение структурно-графических моделей объектов управления и регулятора должно проводиться в соответствии с принципами ТАУ и правилами программы MatLAB.

Есть несколько путей для реализации такой стратегии.

1) Каждое элементарное реологическое тело при создании модели может (должно) быть заменено на соответствующие элементарные звенья по аналогии и в соответствии с теорией автоматического управления на комбинацию пропорциональных, интегральных, дифференциальных, запаздывающих, корректирующих звеньев, звеньев первого и второго порядков, комбинация которых обеспечит создание объекта управления (уплотняемых ЛФ и СЯ) с любыми свойствами, которые должны соответствовать реальным объектам для их моделирования.

2) Для описания поведения ФС или СС с позиций реологии могут быть использованы уже известные многочисленные дифференциальные реологические уравнения или предложены новые. В таком случае по известным для MatLAB правилам строится соответствующая структурно-графическая математическая модель, соответствующая реологическому дифференциальному уравнению.

3) Аналогично для описания поведения ФС или СС при уплотнении с позиций реологии могут быть использованы более простые передаточные функции, в которые преобразуются соответствующие дифференциальные уравнения с помощью операционного исчисления.

4) Для описания реологических свойств ФС и СС можно использовать также форму введения данных в виде поля состояний.

5) Представление нулей и полюсов передаточной функции в соответствии с правилами MatLAB.

Важным также является то, что исследования могут проводиться с использованием разных сигналов управления уплотнением литейной формы на входе. В классической ТАУ традиционно используется шесть видов входных управляющих сигналов:

1. Ступенчатый сигнал (функция Хэвисайда или единичный сигнал).
2. Импульсный сигнал (функция Дирака, Дельта-функция).
3. Гармонические сигналы.
4. Линейный сигнал.
5. Нелинейный экспоненциальный сигнал.
6. Сигнал "Белый шум".

Например, для исследования и моделирования именно виброуплотнения или встряхивания ФС или СС на уровне оптимизируемого уплотняющего встряхивающего или вибросигнала более естественно использовать гармонические либо похожие сигналы на входе (уплотняющие сигналы вибростола) с любыми параметрами (амплитуда, частота, время уплотнения). А для имитации уплотнения газо- или воздушно-импульсной формовкой, прессованием или взрывом более правильно использовать традиционный для исследований в ТАУ импульсный сигнал (функция Дирака, Дельта-функция). Для моделирования испытаний ФС и СС и их работы при уплотнении рационально и необходимо также использовать: ступенчатый сигнал (функция Хэвисайда или единичный сигнал); линейный сигнал; нелинейный экспоненциальный сигнал; сигнал "Белый шум".

Исследования могут проводиться и обратным порядком. Реологическая кривая в зависимости от ее формы и параметров представляет ФС и СС в ЛФ и СЯ как звенья первого или второго порядка. Причем для звена второго порядка возможны все три варианта реализации такого звена – консервативное (автоколебательное) звено, аperiodическое звено второго порядка и колебательное звено, что представляет особый интерес для исследований поведения ФС и СС. Важно, что литейную форму можно представить и как объект с сосредоточенными и как объект с распределенными параметрами. Оба подхода могут быть реализованы в МатЛАБ.

В силу родственности моделей можно перейти от описанных выше методов ТАУ, диффуравнений и передаточных функций к реализации методов и моделей теории оптимального управления (ТОУ) и принципу максимума Понтрягина, т.е. к системам диффуравнений и исследованию не просто управляющих воздействий, а к термину "процесс" в понимании ТОУ, т.е. одновременно исследованию фазового пространства, управляющих воздействий и траектории управления с критерием максимума Понтрягина.

Самарай В.П.

(КПИ им. Игоря Сикорского, г. Киев)

УПРАВЛЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ЛИТЕЙНЫХ ФОРМАХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

При решении задач моделирования, диагностики, прогнозирования, оптимизации, управления и регулирования уплотнением литейных форм (ЛФ) и стержней такие объекты управления можно представлять и как объекты с сосредоточенными, и как объекты с распределенными параметрами. При этом решать названные задачи можно методами теории автоматического управления (ТАУ) или теории оптимального управления (метод динамического программирования Р. Беллмана или принцип максимума Л.С. Понтрягина). Эффективное решение подобных задач требует адаптации известных приемов и разработки новых, т. к. задачи оптимального управления объектами с распределенными параметрами не всегда возможно решать непосредственным применением принципа максимума Понтрягина и динамического программирования Беллмана.