

2. Всесторонний учет действующих на изделие условий эксплуатации, включая назначение приемлемых диапазонов колебаний силовых, тепловых и иных нагрузок. Одна из методик проведения этого этапа проведена в [2].

3. Выявление физической природы процессов, приводящих к отказу изделия, и поиск соответствующих математических моделей, описывающих текущее состояние машины с точки зрения прочности (статической, динамической и усталостной), жесткости, коррозионной стойкости, тепло- и трибо-стойкости. Этот этап должен учитывать статистику отказов, получаемую в результате обследования (дефектации) изношенных изделий.

4. Этап непосредственного проектирования первого варианта изделия и конструирования его составных частей, как традиционными методами, так и с широким применением методов оптимального проектирования по частным целевым функциям.

5. Сравнение эксплуатационных характеристик составных частей и деталей изделия с ЭОСС и поэтапное выравнивание сроков службы за счет изменения их формы, размеров, свойств конструкционного материала и рабочих поверхностей конструкторскими или технологическими методами. При этом возможно как повышение, так и снижение запаса долговечности ряда деталей.

Результатом такого рода итерационного процесса проектирования должно стать получение изделия наивысшего качества в пределах заданных временных ограничений.

Таким образом, отказ от принципов максимизации каких-либо свойств конструкции машины и переход к ее проектированию в соответствии с ЭОСС позволяет получать экономичные и высококачественные изделия. Следует отметить, что широкое распространение изложенной методологии проектирования требует не только проведения широкомасштабных технико-экономических, теоретических и экспериментальных исследований, но и коренного изменения инженерной психологии конструкторов и проектировщиков изделий машиностроения.

Вывод: научно-исследовательские работы прикладного характера должны обязательно заканчиваться синтезом нового технического предложения, а не останавливаться на этапе анализа и установления закономерностей функционирования объекта исследования.

Литература.

1. Петрушин С. И., Губайдулина Р. Х. Организация жизненного цикла изделий машиностроения. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 200 с.
2. Петрушин С. И., Сапрыкин А. А., Дуреев В. В. Проектирование и производство изделий из инструментальных композиционных материалов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 205 с.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ДУГОВОЙ СВАРКИ

В.А. Полищук, студент гр. 10690, научный руководитель: Павлов Н.В.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

В настоящее время важнейшим условием совершенствования и интенсификации сварочного производства является не только развитие теоретических основ сварки с использованием новейших достижений в различных областях фундаментальных и прикладных наук, но и создание высокоэффективных методов, средств моделирования и имитации сварочных процессов [1].

Применение математических методов и математического моделирования сварочных процессов превратилось в мощный инструментальный исследований и познания процессов, происходящих в сложных технологических системах, позволяющих не только получить формализованное описание их основных закономерностей, но и эффективно управлять ими. Математическое моделирование позволяет оптимизировать условия протекания процесса образования сварного соединения, предотвратить появление недопустимых дефектов сварных швов, соединений, конструкций и одновременно повысить производительность сварочных операций.

Первые математические модели, относящиеся к области сварки и основывающиеся на фундаментальных законах физики, описывали состояние плазмы электрической дуги (степень ионизации дугового газа), или давления дуги как цилиндрического проводника в зависимости от величины протекающего через него тока [2].

Методы математического моделирования сварочных процессов получили интенсивное развитие после появления первых работ по расчету температурных полей, создаваемых в телах различной

формы и размеров, создаваемых движущимися концентрированными и распределенными источниками тепла. В дальнейшем теория тепловых процессов при сварке была Н.Н. Рыкалыным значительно расширена, усовершенствована и доведена до широкого практического применения в большом количестве прикладных исследований.

В результате выполнения большого количества фундаментальных и прикладных исследований сформировался целый ряд направлений, связанных с математическим моделированием сварочных процессов.

Все моделируемые объекты и явления можно разделить по степени полноты информации о них [2]:

- объекты с нулевым уровнем информации; в этом случае объект представляют моделью типа «черный ящик» и его математическая модель строится путем статистических испытаний с обработкой результатов методами регрессионного, дисперсионного и корреляционного анализа с использованием многофакторного планирования эксперимента;
- объекты, о поведении которых имеются сведения эмпирического характера; в этом случае используют методы физического моделирования и планирования многофакторного эксперимента;
- объекты с известными основными детерминированными закономерностями, позволяющими использовать теоретические методы, а полученные аналитические или численные модели дополняются эмпирическими соотношениями с коэффициентами или параметрами, определяемыми из опыта;
- объекты с высокой степенью информации о происходящих в них процессах и явлениях; их модели строят методами математического моделирования с реализацией на ЭВМ с помощью вычислительного эксперимента.

Всё большое многообразие математических моделей можно разделить на несколько групп по способу их построения: теоретические модели, получаемые на основе применения фундаментальных законов физики, и экспериментальные, получаемые в результате аппроксимации опытных данных различными методами (рисунок 1) [2].



Рис. 1. Классификация математических моделей по способу построения и реализации

Одно- и многофакторные модели различаются условиями проведения экспериментов: однофакторные модели получают путем варьирования одного фактора при фиксированных значениях остальных факторов; многофакторные регрессионные модели получают при использовании методов планирования многофакторных экспериментов, когда в каждом из серии опытов значения всех факторов изменяют по специальным оптимальным планам.

Теоретические модели являются, как правило, детерминированными и реализуются на современной вычислительной технике независимо от того, аналитическое или численное решение получено в результате решения системы уравнений и неравенств, описывающих исследуемую технологическую систему [2].

По другой классификации (степени локализации моделируемых явлений в сварной конструкции), математические модели можно разделить на шесть групп:

- 1) математические модели полей температур, напряжений и деформаций во всей свариваемой конструкции [3,4];
- 2) математические модели процессов в зоне термического влияния [5,6];
- 3) математические модели явлений и процессов, происходящих в жидком металле сварочной ванны [7-10];
- 4) математические модели магнитогидродинамических процессов в плазме сварочной дуги [11,12];

5) математические модели поведения капли электродного металла на торце электрода, переноса металла и процессов нагрева и расплавления электрода [13];

6) математические модели расчета химического состава и уровня выделения сварочного аэрозоля при дуговой сварке [14].

Вывод.

В целом можно сделать вывод, что существующие в настоящий момент математические методы и модели в основном созданы для широко используемых и глубоко изученных способов сварки (ручная дуговая сварка, механизированная сварка и автоматизированная сварка под слоем флюса).

Литература.

1. Геловани, В.А. Компьютерное моделирование [Текст] / В.А. Геловани, В.В. Юрченко // Математическое моделирование. –1989. Т.1, –№1. –С. 3 – 12.
2. Березовский, Б.М. Математические модели дуговой сварки: в 7т. Том 1. Математическое моделирование и информационные технологии, модели сварочной ванны и формирования шва / Б.М. Березовский//. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 85с.
3. Донченко, Е.А. Расчет термических циклов точек при автоматической сварке и наплавке с учетом особенностей плавления основного металла [Текст] / Е.А. Донченко // Сварочное производство. – 2011. –№9. –С. 3 – 9.
4. Судник, В.А. Математическая модель процесса сварки под флюсом и явлений в дуговой каверне [Текст] / В.А. Судник, В.А. Ерофеев, А.В. Масленников, Д.В. Слезкин, Р.В. Цвелев // Сварочное производство. –2012. –№7. –С. 3 – 12.
5. Коробейников, С.Н. Исследование и моделирование формирования структуры ЗТВ низколегированных сталей [Текст] / С.Н. Коробейников, А.С. Бабкин // Сварочное производство. –2009. – №11. –С. 3 – 8.
6. Коробейников, С.Н. Алгоритм расчета оптимальных параметров режима сварки низколегированных сталей [Текст] / С.Н. Коробейников, А.С. Бабкин // Сварочное производство. –2009. –№12. – С. 13 – 16.
7. Фролов, В.А. Математическое моделирование процесса светолучевой сварки [Текст] / В.А. Фролов, Ю.В. Шорников, В.А. Судник, А.С. Рыбаков // Сварочное производство. –2001. –№3. –С. 7 – 10.
8. Фролов, В.А. Прогнозирование физико-химических процессов при дуговой сварке алюминиевых сплавов [Текст] / В.А. Фролов, Е.В. Никитина, А.В. Ельцов // Сварочное производство. –2002. – №7. –С. 20 – 24.
9. Королев, Н.В. Метод расчетного определения фазового состава и структуры износостойких наплавочных сплавов [Текст] / Н.В. Королев, О.В. Пименов // Сварочное производство. –2002. –№4. –С. 11 – 16.
10. Варуха, Е.Н. Расчет скорости плавления предварительно нагретого электрода при сварке в углекислом газе [Текст] / Е.Н. Варуха // Сварочное производство. –2012. –№2. –С. 3 – 8.
11. Судник, В.А. Моделирование и численная имитация импульсно-дуговой сварке алюминиевых сплавов [Текст] / В.А. Судник, А.С. Рыбаков, С.В. Кураков, О.И. Зайцев, Р. Класс // Сварочное производство. –2002. –№3. –С. 9 – 15.
12. Полосков, С.И. Моделирование распределения теплового потока и давления дуги в процессе орбитальной TIG-сварки [Текст] / С.И. Полосков, В.А. Ерофеев, А.В. Масленников // Сварочное производство. –2005. –№8. –С. 10 – 15.
13. Полосков, С.И. Определение оптимальных параметров автоматической орбитальной сварки на основе компьютерного моделирования [Текст] / С.И. Полосков, В.А. Ерофеев, А.В. Масленников // Сварочное производство. –2005. –№10. –С. 6 – 13.
14. Левченко, О.Г. Математическое моделирование химического состава и уровня выделения сварочного аэрозоля при дуговой сварке [Текст] / О.Г. Левченко // Сварочное производство. –2001. –№7. –С. 46 – 50.