

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*В.В. Литвиненко, И.С. Иванова, студенты группы 10730,
научный руководитель: Губайдулина Р.Х.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Понятие моделирования используется как в широком, общепознавательном смысле, так и в узком, специальном. В широком смысле моделирование охватывает все познание в соответствии с принципом – познать объект, значит, смоделировать его. В узком – это специфическая форма познания, при которой объект исследования воспроизводится в виде модели, отражающей стороны изучаемого технического объекта. Процесс моделирования выступает как единство трех стадий: 1 – изучение параметров реальной системы и построение модели; 2 – исследование модели; 3 – экстраполяция изученных свойств модели на ее оригинал [1].

Основными видами моделирования являются:

- физическое;
- аналоговое;
- математическое.

При физическом моделировании изучение физических процессов и объектов осуществляется на физических моделях, той же физической природы, что и “натура”, но отличается от нее размерами или режимами протекающих в ней процессов (нагрузками, скоростями и т.д.) Этот вид моделирования считается основным и применяется чаще всего при проектировании и создании сложных и дорогостоящих технических систем (машин, сооружений, мегакомплексов) с целью проверки и уточнения существующих методов теоретического расчета.

Аналоговое моделирование осуществляется на универсальных и специализированных аналоговых, аналогово-физических и аналогово-цифровых машинах. Они применяются для решения дифференциальных уравнений, моделирования процессов трения, удара и других процессов. При этом используются известные аналогии между электрическими, механическими, тепловыми, гидродинамическими и другими физическими процессами.

В настоящее время аналоговое моделирование все больше уступает место математическому, которое осуществляется на цифровых вычислительных машинах и отличается универсальностью и большими вычислительными возможностями. Этот вид моделирования широко используется в проектных и эксплуатационных расчетах, отличающихся большим числом возможных вариантов, схем связи, характеристик параметров и режимов функционирования. Модели в качестве средств познания стали использоваться еще на заре развития науки, когда Галилей задался вопросом – почему модель в миниатюре, геометрически подобная прототипу, действует в совершенстве, в то время как реальная машина не выдерживает нагрузок? Первым дал ответ на этот вопрос в 1636 году И.Ньютон, сформулировавший в форме закона «теорему о механическом подобии». На основании теоремы подобия Ньютон вывел «закон сопротивления жидкости движущемуся в ней твердому телу». Затем Л.Эйлер на основании проверочных расчетов модели арочного моста через Неву, построенного Кулибиным, опубликовал в 1776 году статью «Легкое правило, каким образом из модели деревянного моста или подобной другой машины, которая тяжесть нести должна, можно ли то же самое сделать в большем, чем модели виде». В первой половине 1930-х г.г. В.П. Горячкин и Н.Д. Лучинский применили принципы механического подобия для построения серии разнообразных сельскохозяйственных машин; определения значения различных сил; зависимости сопротивления от размеров, удельного веса и др. параметров. Успешное применение принципов подобия для разработки серий сельскохозяйственных машин обеспечило широкое применение для разработки других машин: автомобилей, горных машин, кузнечно - прессового оборудования, бурильных и др. Так с помощью теории подобия удалось установить для экскаваторов не только зависимость от ёмкости ковша, линейных размеров, веса, мощности и производительности самих экскаваторов, но и параметры выработок, буровых установок и транспортных машин для отгрузки породы. У автомобилей законами подобия были увязаны их основные параметры: линейный размер, вес, максимальная скорость движения, мощность, вес перевозимого груза (для грузовых автомобилей). Благодаря теории подобия был получен целый ряд важных практических рекомендаций. Так в конструкциях, в которых собственный вес не играет

существенной роли, имеет место закономерность: чем меньше размеры конструкции, тем больше её прочность. Если с увеличением размеров транспортных средств увеличивать мощность двигателя пропорционально кубу линейных размеров, то скорость увеличивается, а время доставки и стоимость перевозки тонны груза на один километр уменьшается. Таким образом, скоростные и большегрузные виды транспорта во всех отношениях оказываются выгоднее.

В настоящее время, как писал академик М.В. Кирпичев: «Теория подобия стала основой эксперимента и ни одно исследование как в области физики, так и в технике не может ее игнорировать». Особенно широко законы подобия применяются для исследования и выбора параметров различных горных, сельскохозяйственных, землеройно-транспортных машин, автомобилей и Д.В.С., судов, компрессоров и вентиляторов. Весьма плодотворным оказалось использование теории подобия и размерностей при изучении: процессов обработки металлов давлением, трением, резания металлов и грунтов, теплопередачи, напряжений и деформаций, энергетики и электропередачи и др.

Понятие аналогии было введено еще Аристотелем для обозначения функционального и морфологического сходства органов живых организмов. А Чарльз Дарвин перенес понятие аналогии на возникновение в ходе эволюции в сходственных условиях жизни приспособления к окружающей среде организмов далеких системных групп. Таким образом, этот термин имеет явное биологическое происхождение. Аналогия в биологии – это внешнее сходство различных органов или организмов, имеющих неодинаковое строение, но выполняющих одинаковые функции, обусловлено это общностью образа жизни. Аналогичными являются форма тела акулы, ихтиозавра и дельфина, имеющих разное строение. Метод аналогии широко используется в механике и математическом моделировании с использованием ЭВМ. С помощью разработанных математических моделей можно проводить оценку надежности любых конструкций, как на стадии проектирования так и при изготовлении и эксплуатации.

При открытом способе добычи угля передача электрической энергии от мест выработки до мест потребления осуществляется при помощи высоковольтных гибких кабелей. В настоящее время для соединения строительных длин кабеля разработаны конструкции электрических соединителей на напряжение 3 кВ, выполненных в виде вилки и розетки. При открытом способе добычи угля на ряде угольных разрезов Кузбасса и республики Саха – Якутия находятся в эксплуатации электрические соединители на напряжение 3 кВ. Применение этих соединителей существенно повышает производительность труда и обеспечивает надежность эксплуатации оборудования. Однако повышение производительности добычи угля требует увеличения единичной мощности оборудования, соответственно передачи больших энергий по кабелю, что можно осуществить путем повышения подводящего рабочего напряжения карьерных сетей. Сейчас ведутся проектные работы по разработке электрических соединителей на рабочее напряжение 6 кВ.

Нами, проведена оценка надежности проектируемых электрических соединителей на напряжение 6 кВ с помощью уравнения, полученного на основе термофлуктуационной теории разрушения [2].

$$P(\tau) = \exp \left[- \frac{l \cdot S}{0,48 \eta V_0} \cdot z \cdot \exp \frac{0,83 \ln 1,3 P}{z} \right]$$

где l, S – параметры электрической конструкции;

V_0, η, P, z – параметры электрической изоляции.

l – толщина диэлектрика;

S – площадь наименьшего электрода;

P – концентрация неоднородностей;

V_0 – объем диэлектрика, в котором в среднем имеется одна элементарная неоднородность;

η – коэффициент неоднородности поля;

z – отношение осей эллипсоида включения.

Параметры	d-толщина диэлектрика	S- площадь электрода	f- коэффициент неоднородности электрического поля	l-длина соединителя
Значения	$2 \cdot 10^{-3}$ м	$0,510^{-3}$ м	1,2	0,65 м

Разработанная математическая модель оценки вероятности безотказной работы электроизоляционных конструкций позволяет учитывать воздействующие эксплуатационные факторы (такие как температура, механические и электрические нагрузки) и протекающие физико-химические процессы старения изоляции. Параметры, входящие в уравнение вероятности безотказной работы, являются характеристиками электроизоляционной конструкции и электроизоляционных материалов. Проведены расчеты параметров уравнения надежности для изоляционных резин, выполненных с добавкой полиэтилена и натурального каучука. Расчеты показывают, что электроизоляционная резина с добавкой полиэтилена имеет более высокие показатели надежности, чем резина, выполненная на основе натурального каучука.

Литература.

1. Н.И. Дятчин История и закономерности развития техники, законы строения, функционирования и развития технических объектов и систем. Т.2 Барнаул Изд-во Алт ТГУ 2010. 220 с.
2. В.С. Дмитриевский. Термофлуктуационная теория разрушения диэлектриков – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 149 с.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ

А.Е. Марфин, студент группы 02101,

научный руководитель: Алфёрова Е.А., к.ф.-м.н., доцент

Национальный исследовательский Томский государственный университет

634050, г. Томск, пр. Ленина 36

E-mail: marfin1309@gmail.com

Во всём технологическом цикле производства сплавов, важную роль играет контроль количества случайных примесей, концентрирующихся в сырье. Содержание таких вредных компонентов как Zn, Pb, Cu и др., определяют технологические свойства стали, в частности, её ковкость. Соединения данных элементов, накапливаясь на границах зёрен металла, ослабляет их связь друг с другом, вызывая тем самым появление трещин при эксплуатации готового изделия.

Стоит отметить, что науки геологического цикла, в частности геохимия, так же занимается анализом примесей различных элементов. Ею освоено достаточно обширный математический аппарат [1, 2], с успехом применяемый для решения определённого круга задач, например, для поисков месторождений полезных ископаемых. Популярным методом, является изучение профилей распределения химических элементов, по результатам интерпретации которых, делают вывод о площадном характере его концентрации. Можно заметить, что в данном случае интересы материаловедения и геохимии соприкасаются.

С целью исследования информативности такого профиля нами было проанализировано распределение по нему некоторых элементов. За основу взяты данные региональных геологических работ. Исходная информация представляет 762 химических анализа. В них определены Ti, Mn, Co, Ni, Cu, Ba, Be, Pb, Zr, Li и Ga [3]. Для выяснения характера их распределения, были использованы как стандартные статистические методы, так и предложенный автором, фрактальный анализ диаграмм [3].

Под термином «фрактальная размерность», будем понимать степень сохранения самоподобия при изменении масштаба. Алгоритм вычисления следующий:

1. анализируемые диаграммы покрывались сеткой со стороной δ ;
2. при последовательном двух кратном уменьшении δ мы подсчитывали количество клеток, покрывающих анализируемую диаграмму (аналогичная задача представлена в работе [4]);

Результаты анализа представлены в таблице. Так же было исследовано наличие связи, внутри группы элементов. С этой целью был применён метод иерархической кластеризации. В результате чего, все элементы, кроме Li, были объединены в группы по 2. Выделены следующие пары: Cu-Ba, Ni-Be, Ga-Pb и Mn-Co, Zr-Ti. Схема их группировки представлена на рис. 1.