

правлению проката, причем угол между направлением прокатки и нарезки не должен составлять более чем 5° .

Испытания проводились в соответствии с требованиями, указанными в ГОСТ 12119-98 «Сталь электротехническая. Методы определения магнитных свойств». Обработанные в лабораторных условиях образцы, при определении магнитных свойств в аппарате Эпштейна группировались в 2 пакета: 1 – из двух полосок, нарезанных вдоль направления прокатки, а 2 – из двух полосок, нарезанных поперек направления прокатки. Пакеты с одинаково нарезанными полосами размещаются параллельно расположению катушек аппарата.

Аттестационными при присвоении марки стали являются удельные потери при магнитной индукции $1,5 \text{ Тл}$ и частоте 50 Гц $P_{1,5/50}$, магнитная индукция при напряженности магнитного поля 2500 А/м B_{2500} и анизотропия магнитной индукции ΔB_{2500} . Удельные потери и магнитная индукция испытывались в разных аппаратах, и в качестве результата принималось среднее арифметическое. А анизотропия магнитной индукции бралась как разница между долевой и поперечной магнитной индукцией.

Список литературы:

1. Миндлин Б.И. Изотропная электротехническая сталь [Текст] / Б.И. Миндлин, В.П. Настич, А.Е. Чеглов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2006. – 240 с.
2. Казаджан Л.Б. Магнитные свойства электротехнических сталей и сплавов [Текст] / Л.Б. Казаджан. – М.: ООО «Наука и технологии», 2000. – 224 с.
3. ГОСТ 12119.1-98. Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Методы измерения магнитной индукции и коэрцитивной силы в аппарате Эпштейна и на кольцевых образцах в постоянном магнитном поле. – Минск: Совет по стандартизации, 1998.
4. ГОСТ 21427.2-83. Сталь электротехническая холоднокатаная изотропная тонколистовая. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 19 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОЦЕССОВ В ГЕТЕРОГЕННЫХ АСИНХРОННЫХ СИСТЕМАХ

© Овсепян Е.В.¹

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
Донского государственного технического университета, г. Шахты

Целью исследования является рассмотрение методов математического моделирования процесса автоматизированного управления в сис-

¹ Магистрант.

темах контроля и учета электроэнергии 0,4 кВ. В качестве основного математического аппарата используются сети Петри. Результаты работы свидетельствуют об эффективности использования сетей Петри для данного класса моделей.

Ключевые слова: сети Петри; система контроля и учета электроэнергии.

В большинстве случаев автоматизированные системы управления технологическими процессами включают в себя разнообразные компоненты, различающиеся физическими свойствами, функциональным назначением и сложностью внутренней структуры. Для создания адекватного математического аппарата, предназначенного для моделирования таких систем, необходимо установить круг вопросов, которые должны решаться с помощью моделей и установить переход от физических сущностей к их абстракциям.

В дискретных системах некоторые события могут произойти один или несколько раз, а могут и не произойти вообще. Совокупность действий, возникающих как реализации событий при функционировании дискретной системы, образует процесс, порождаемый данной системой. Таким образом, она может функционировать в одних и тех же условиях по-разному, порождая некоторое множество процессов, т.е. функционировать недетерминированно.

Одной из основных задач при разработке систем управления сетями является определение минимального количества управляющей информации, необходимой для поддержания требуемой эффективности управления. Однако решение данной задачи в сетевой интерпретации связано с целым рядом трудностей.

Сеть передачи данных обычно характеризуется двумя особенностями: географической рассредоточенностью ресурсов и пульсирующим характером трафика. При этом под ресурсами телекоммуникационной сети понимаются пропускные способности каналов связи, вычислительные мощности и емкость памяти в узлах коммутации. Эти ресурсы должны использоваться коллективно в режиме разделения времени.

Таким образом, система управления должна обеспечивать коллективный доступ к ресурсам телекоммуникационной сети в режиме разделения времени, при котором ресурсы предоставляются большому числу пользователей, каждый из которых предъявляет относительно небольшие требования к ее ресурсам, но которые в совокупности определяют общий профиль нагрузки на телекоммуникационную сеть, обеспечивающий равномерное и эффективное их использование в силу сглаживающего эффекта больших популяций (закона больших чисел).

События, происходящие в системе, характеризуются временем начала и продолжительностью. В случае синхронной модели, все события, происходящие в системе, строго привязаны к определенным моментам или интервалам времени, которым соответствует одновременное изменение состоя-

ний всех компонентов системы, трактуемое как изменение общего состояния системы. В рамках данной модели считается, что смена состояний системы происходит последовательно. Такой подход имеет ряд существенных недостатков:

1. В сложной и многоуровневой системе приходится учитывать состояние всех компонентов при каждой смене ее общего состояния, что делает модель громоздкой, особенно в тех случаях, когда локальные изменения касаются небольшого фрагмента системы;
2. Использование синхронной модели приводит к исчезновению информации о причинно-следственных связях между событиями в системе;
3. В так называемых асинхронных системах события могут происходить внутри неопределенно больших интервалов времени, в результате чего невозможно заранее указать время их начала, конца, а также длительность событий.

Выходом из сложившейся ситуации является использование асинхронных моделей. Переход от синхронных моделей к асинхронным заключается в отказе от введения в модели дискретных систем времени и тактированных последовательностей изменений состояний, и замене их причинно-следственными связями между событиями. При этом если возникает необходимость осуществить привязку ко времени, то моменты или интервалы времени представляют, как события.

Частным случаем асинхронных моделей являются сети, предложенные Карлом Петри для моделирования асинхронных информационных потоков в системах преобразования данных.

Сети Петри позволяют представить дискретные системы как структуры, образованные из элементов двух типов – событий и условий, которые являются абстрактными символами из двух непересекающихся алфавитов, называемых соответственно множеством переходом и множеством мест.

Условия и события связаны между собой отношением непосредственной причинно-следственной связи, которая изображается с помощью направленных дуг, ведущих из мест (соответствующих условиям) в переходы (соответствующие событиям) и наоборот. Места, из которых ведут дуги на данный переход, называются его входными местами. Аналогично, места, на которые ведут дуги из данного перехода, называются его выходными местами.

Выполнение условия изображается разметкой соответствующего места. Срабатывание перехода приводит к изъятию по одному маркеру из каждого входного места и перемещению по одному маркеру в каждое выходное место перехода [2].

В целом сети Петри моделируют широкий спектр дискретных систем, но для некоторых распространенных специальных классов систем удобно применять сети Петри не общего вида, а некоторые их подклассы, несколько упрощенные и более адекватные рассматриваемым системам.

Так, например, М. Хак показал, что подкласс ординарных сетей не является существенным сужением класса сетей Петри и по отношению к большинству своих сетей оба класса оказываются эквивалентными в том смысле, что для сети Петри с заданным набором свойств можно построить ординарную сеть, обладающую тем же набором свойств.

Предложенное Хаком преобразование произвольной сети Петри $N = (P, T, F, W, M_0)$ в ординарную сеть $N' = (P', T', F', M'_0)$ состоит в следующем [3]:

1. Для каждого места $p \in P$ определяется максимальная кратность $n(p)$ дуг, инцидентных этому месту, по формуле

$$n(p) = \max_{t \in T} (F(p, t) + F(t, p)). \quad (1)$$

2. Каждому месту $p \in P$ будет соответствовать в сети N' множество $P'(p)$ из $n(p)$ мест $p^1, p^2, \dots, p^{n(p)}$, где $n(p)$ – определенная выше максимальная кратность дуг для места p . Таким образом, общее число мест в P' равно сумме максимальных кратностей для всех мест из P , т.е.

$$P' = \bigcup_{p \in P} P'(p). \quad (2)$$

3. Каждому переходу $t \in T$ соответствует в T' единственный переход, обозначаемый тем же символом t , но в сети N' появляется также множество $T'(p) = \{r_1, r_2, \dots, r_{n(p)}\}$ новых переходов, которые связывают места $p^1, p^2, \dots, p^{n(p)}$ из множества $P'(p)$ в кольцевую сеть. При этом, если $n(p) = 1$, то новые переходы не вводятся. Таким образом,

$$T' = T \bigcup \left(\bigcup_{p \in P} T'(p) \right). \quad (3)$$

4. Для каждой дуги сети N , связывающей место p с некоторым переходом t и имеющей кратность $W(p, t)$, заводятся $W(p, t)$ дуг, связывающих t с местами $p^1, p^2, \dots, p^{n(p)}$. При этом распределение дуг в сети N' по местам $p^1, p^2, \dots, p^{n(p)}$ произвольно, лишь бы не возникали ситуации, когда переход и место связаны более чем одной дугой. Начальная разметка $M'_0(p)$ места $p^i \in P'(p)$ в сети N' определяется по формуле:

$$M'_0(p^1) = M_0(p), \quad M'_0(p^i) = 0 \text{ для } i > 1. \quad (4)$$

Два наиболее простых подкласса сетей Петри образуются за счет наложения строгих топологических ограничений на структуру сети, т.е., иными словами, за счет ограничений на отношения инцидентности F , связывающее места и переходы сети.

Сеть Петри с множеством переходов T называется автоматной, если $\forall t \in T: |\bullet t| = |t\bullet| = 1$, т.е. если каждый переход сети имеет ровно одно входное и ровно одно выходное место.

Сеть Петри с множеством мест P называется синхронизационным графом (или синхрографом), если $|p| = |p^*| = 1$, т.е. если в каждое место сети входит ровно одна дуга и из каждого места исходит ровно одна дуга.

Комбинируя описанные подклассы сетей для описания систем на разном уровне декомпозиции, становится возможным построение моделей гетерогенных систем управления энергоресурсосбережением.

Список литературы:

1. Медведев Д.В. Методика построения моделей автоматизированных систем управления технологическими процессами. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012.
2. Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 160 с.
3. Hack M. Decision problems for Petri nets and vector addition systems. – Project MAC Memo 59. Cambridge, 1975.
4. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учебник для вузов. – Издательство: Высшая школа 2001. – 207 с.

РАЗРАБОТКА ПЛАНА ПРОГРАММЫ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА КОНДИТЕРСКОЙ ФАБРИКЕ

© Пенкина Ю.И.¹, Калинин Ю.С.¹

Институт ветеринарной медицины и биотехнологии
ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина», г. Омск

Для разработки программы предварительных мероприятий на кондитерском предприятии была создана рабочая группа. Изучен продукт, сырье, описан и оформлен в блок-схемы процесс производства. Из выделенных опасных факторов были объединены мероприятия по управлению и действия для предотвращения опасностей.

Ключевые слова: программа предварительных мероприятий кондитерское производство, ХАССП, безопасность пищевой продукции, управление качеством.

На предприятии ООО «Вкуслада» выпускается более 70 наименований кондитерских изделий: печенье, конфеты, кексы, зефир, пирожные. В качестве объекта исследования на кондитерской фабрике «Вкуслада» были вы-

¹ Магистрант 2 года обучения.