

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ МНОЖЕСТВА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ МАШИН

Проволоцкий А.Е., Кадильникова Т.М. (НМетАУ, г. Днепрпетровск, Украина)

In the given job the technique of formation of numerous structural parameters for diagnostic researches of machines is given. The grids for structural parameters of bridges of the electrical crane are constructed, the recommendations for construction of his information model are given.

Реализация системы диагностирования затруднена скоротечностью рабочих процессов в двигателях машин и запоздалой оценкой их технического состояния. Эти обстоятельства определяют оптимальный выбор множества диагностических параметров с последующей его минимизацией, разбиением на подмножества, расширением исходного множества и дальнейшими разбиениями [1].

Практическая реализация процесса диагностирования возможна при его дифференциации: четком представлении в определенные моменты времени какие из диагностических параметров являются определяющими и второстепенными, как с течением времени меняется их информативность; какие «помехи» создают чувствительные элементы и оборудование, входящее в измерительную систему и аппаратно-программный комплекс; какая суммирующая погрешность возникает при измерении диагностических величин.

Для конкретной машины (или класса машин) необходимо предварительное математическое моделирование самой машины и режимов ее работы с целью выбора множества постоянно меняющихся во времени диагностических параметров, технических средств для освидетельствования, а также построения своей информационной модели и определения мест расположения чувствительных элементов для экспериментальных исследований [2].

Для достижения конечной цели диагностирования – введения диагностической системы в действие первостепенное значение приобретает выбор структурных параметров и анализ динамики их изменения. До тех пор пока они постоянны или изменяются незначительно, система оптимально функционирует.

Машина, как система подразделяется на четыре типа взаимосвязанных подсистем, различающихся между собой элементным составом и межэлементными связями.

Подсистема первого уровня состоит из агрегатов, аппаратов и механизмов, в которых происходит законченный цикл преобразования и передачи энергии. Связи, возникающие при этом – энергетические, с обобщенным параметром Q_i .

Подсистема второго уровня – отдельный агрегат, устройство или механизм; связи, возникающие при этом – механические. Обобщенный структурный параметр S_j характеризует положение и движение подсистем и определяется обобщенными координатами механической системы.

Подсистема третьего уровня – отдельные детали; связи – молекулярные; обобщенный структурный параметр L_k . Нарушение этих связей приводит к появлению в конструкционном материале трещин, эрозионных и коррозионных повреждений.

Подсистема четвертого уровня – масляно-смазочные материалы с обобщенным коэффициентом γ_m . Связи, возникающие при этом, классифицируются как вязкие.

В результате взаимодействия подсистем интенсифицируются процессы усталости и износа в конструктивных элементах, что приводит к возникновению и раскрытию трещин, повышенному износу сопрягаемых деталей и изменению геометрии проточных частей машин.

Техническое состояние машины известно, если известны значения каждого из структурных параметров Q_i, S_j, L_k, γ_m , т.е. задано n -мерное признаковое множество

$W = W(Q_i, S_i, L_k, \gamma_m), (n = 1 + j + k + m)$. Поскольку структурные параметры могут измеряться в различных единицах и меняться в разных диапазонах, то приобретает большое значение моделирование их взаимодействия. Эффективным способом моделирования дискретных процессов являются сетки Петри.

Формально сетка Петри N может быть задана в виде следующей пятерки элементов [3]:

$$N = (P, T, F, H, \mu_0),$$

где $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ – конечное непустое множество позиций (каждый структурный параметр занимает свою позицию); $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ – конечное непустое множество переходов; $F = \{0, 1\}$ – функция, которая определив предусловия осуществления переходов, назначает входное множество позиций; $H = \{0, 1\}$ – функция, которая назначает каждому переходу выходное множество позиций (0 – информативность структурного параметра менее 0,5; 1 – более 0,5); μ_0 – начальная маркировка (количество маркеров в позиции p_i сетки).

В зависимости от конкретизации объекта и целей диагностики могут изучаться:

- 1) амплитудно-частотные характеристики колебаний основных узлов и механизмов машины;
- 2) соответствие режима колебаний действующим техническим и санитарным нормативам;
- 3) величина динамического прогиба стержневых элементов;
- 4) характер и величины трещинообразований узлов и механизмов ;
- 5) величина, равномерность и скорость деформаций отдельных узлов;
- 6) конструктивные особенности машин;
- 7) температурный режим работы и другие особенности эксплуатации.

Для каждого объекта должна быть разработана диагностическая модель, которая содержит несколько диагностических гипотез в соответствии с выбранными критериями. Это позволяет проводить их мониторинг и давать прогноз оценки работоспособности машин в соответствии с целеуказанием и целеобеспечением [4].

При изучении мостовых электрических кранов исследуются такие параметры, как статический и динамический прогибы моста крана, деформации металлоконструкции, углы поворота выделенных элементов относительно своей оси (определенных в результате экспертного осмотра крана), натяжение грузового каната, напряжения в характерных точках металлоконструкции и другие параметры, характеризующие природу изменяемых физических величин (силовых, кинематических, геометрических). Измеряемыми величинами могут быть: глубина деформации элементов металлоконструкции, ускорения отдельных элементов грузового органа или грузового каната, углы Эйлера наклона грузового каната или грузового органа.

Структурные параметры мостового электрического крана определяются по результатам технических освидетельствований; их количество определяет число позиций в сетках Петри (рис. 1).

В качестве исследуемых параметров, информативность которых вычисляется перед каждым возможным переходом в сетках Петри, выбираем следующие:

- p_1 – напряжения в элементах моста крана (σ_m);
- p_2 – виброскорость элементов моста крана (v_m);
- p_3 – амплитуда отклонений каната от своей оси в точке крепления груза (A);
- p_4 – собственные частоты колебаний металлоконструкции крана (ω);

p_5 - коэффициент нагружения крана (k_p).

p_6 - перегрев электродвигателя (T_D);

p_7 - время тормозного пути крана (t);

p_8 - угол поворота каната с грузом относительно своей оси (ψ).

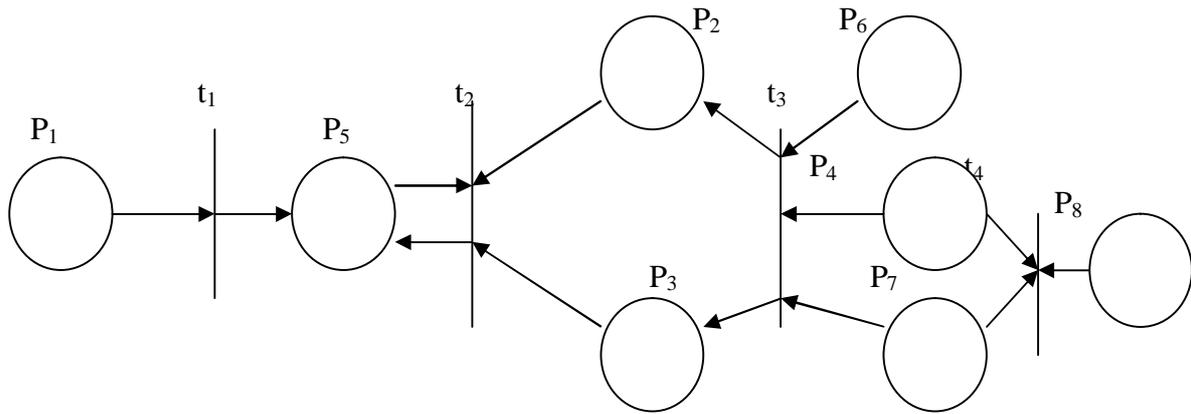


Рис.1. Сетка Петри структурных параметров мостового электрического крана.

Теоретико-множественное определение сетки Петри:

$$\begin{aligned}
 N &= (P, T, F, H, \mu_0); \\
 P &= \{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8\}; \\
 t &= \{t_1, t_2, t_3, t_4\}; \\
 F(P_1, t_1) &= 1; F(P_i, t_1) = 0 \text{ для } i = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; \\
 F(P_i, t_2) &= 1 \text{ для } i = 2, 3, 5; F(P_i, t_2) = 0 \text{ для } i = 1, 4, 6, 7, 8; \\
 F(P_i, t_3) &= 1 \text{ для } i = 4, 6, 7; \\
 F(P_i, t_3) &= 0 \text{ для } i = 1, 2, 3, 5, 8; \\
 F(P_i, t_4) &= 1 \text{ для } i = 4, 7, 8; F(P_i, t_4) = 0 \text{ для } i = 1, 2, 3, 5, 6; \\
 H(P_5, t_1) &= 1; H(P_i, t_1) = 0 \text{ для } i = 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8; \\
 H(P_5, t_2) &= 1; H(P_i, t_2) = 0 \text{ для } i = 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8; \\
 H(P_i, t_3) &= 1 \text{ для } i = 2, 3; H(P_i, t_3) = 0 \text{ для } i = 1, 4, 5, 6, 7, 8; \\
 H(P_i, t_4) &= 1 \text{ для } i = 4, 7, 8; H(P_i, t_4) = 0 \text{ для } i = 1, 2, 3, 5, 6; \\
 \mu_0(P_2) &= \mu_0(P_3) = \mu_0(P_5) = 1; \\
 \mu_0(P_1) &= \mu_0(P_4) = \mu_0(P_6) = \mu_0(P_7) = \mu_0(P_8) = 0. \\
 \cdot t_1 &= \{P_1\}; \cdot t_2 = \{P_2, P_3, P_5\}; \cdot t_3 = \{P_4, P_6, P_7\}; \cdot t_4 = \{P_4, P_7, P_8\}; \\
 t_1 &= \{P_5\}; t_2 = \{P_5\}; t_3 = \{P_2, P_3\}.
 \end{aligned}$$

Для позиций p_2, p_3, p_5 сетка Петри ограничена, живучая и сохраняющая, следовательно, структурные параметры, помещенные в эти позиции можно считать диагностическим.

Выводы.

Измеряемые диагностические параметры выбираются из множества принципиально возможных параметров некоторого ограниченного количества (множества) для исследования информативности признаков, сформулированных на этих параметрах. На основании информативности признаков определяется окончательный состав измеряемых физических параметров, которые используются в дальнейшем для диагноза неисправных состояний. С усложнением современного оборудования и условий его эксплуатации повышаются требования к его надежности и, как следствие, возрастает число контролируемых параметров.

Использование математического моделирования делает возможным для конкретной машины (узла или механизма) определить совокупность показателей её технического состояния (диагностических параметров), соответствующих нормальному или оптимальному техническому состоянию.

Список литературы: 1. Пархоменко П.П., Сагомоян Е.С. Основы технической диагностики. М.: Энергия, 1981.- 320с. 2. Проволоцкий А.Е., Кадильникова Т.М. Информационные и управляющие системы оценки технического состояния машин. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Випуск 24.- 2005.- С.171-177. 3. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем.– М.: Мир, 1984.–325с. 4. Кадильникова Т.М. Методология системного проектирования мониторинга сложных объектов. Будівельні конструкції. Збірник наукових праць.НДІБК. Випуск 60. Київ, 2004, с.334-341.

Сдано в редакцию 2.06.06

Рекомендовано д.т.н., проф. Михайлов А.Н.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕР-АБРАЗИВНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Проволоцкий А.Е., Негруб С.Л., Старостин Д.А.
(*НМетАУ, г. Днепропетровск, Украина*)

Повышение производительности процессов в машиностроении является ответственной задачей отрасли. В части обработки поверхностей деталей на финишных операциях это выражается в повышении производительности операций шлифования, полирования, доводки и др. При обработке поверхностей деталей полимер - абразивными инструментами вопрос повышения производительности стоит остро, т.к. практически отсутствуют практические рекомендации, касающиеся назначения оптимальных режимов резания и следовательно нет рекомендаций по оптимизации их с целью получения максимальной производительности обработки.

В представленной работе ставится цель определить параметры, управление которыми позволит оптимизировать процесс обработки и повысить его производительность.

В ряде работ [1,2] было рассмотрено влияние основных технологических параметров на производительность обработки в зависимости от конструктивных особенностей инструмента, абразивности частиц, скорости обработки и др. Одним из важных показателей в рассматриваемом вопросе является площадь контакта инструмента и (19)