

ОЦЕНКА РИСКА ПРИ ВЫБОРЕ ПОРОГОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОПРИВОДОВ

RISK ASSESSMENT WHEN SELECTING THRESHOLD VALUES OF DIAGNOSTIC PARAMETERS OF HYDRAULIC DRIVES

Жилевич М. И., канд. техн. наук, доц.,
Ермилов С. В., ст. преп., **Макаренко В. С.**, студ.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
M. Zhylevich, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
S. Ermilov, Senior Lecturer, V. Makarenko, Student,
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

Рассмотрены метод и формула для количественной оценки риска в процессе выбора диагностических признаков технического состояния гидроприводов.

A method and a formula for a quantitative risk assessment in the process of choosing diagnostic features of the technical condition of hydraulic drives are considered.

Ключевые слова: гидропривод, диагностический признак, ошибка, пороговое значение, статистика, техническое состояние.

Keywords: hydraulic, diagnostic feature, error, threshold, statistics, technical condition.

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача технической диагностики – распознавание состояния технической системы в условиях ограниченной информации. В ряде случаев необходимо распознать один из двух диагнозов – «исправен» или «несправен».

Существуют два основных подхода к задаче распознавания: вероятностный и детерминистский. Наиболее общими являются вероятностные методы, которые предполагают статистический характер появления неисправностей и характеризующих их признаков. Методы статистических решений рекомендуется применять в тех слу-

чаях, когда априорных статистических данных по отказам и неисправностям гидросистем недостаточно.

ФОРМУЛА РИСКА

Рассмотрим процесс распознавания технического состояния насоса гидропривода при наличии одного диагностического параметра. В качестве диагностического параметра k можно принять утечки в гидроприводе (или k – его объемный КПД).

Задача состоит в выборе такого порогового значения параметра k_0 , что при $k < k_0$ можно принимать решение о дальнейшей эксплуатации насоса, а при $k > k_0$ (повышенные утечки, малый КПД) – считать насос неисправным и приостанавливать его эксплуатацию. В конечном счете, задача сводится к разделению всего пространства состояний на два класса («исправен» – «неисправен»). Такую диагностику называют дифференциальной, или дихотомией.

Будем считать, что D_1 – исправное состояние; D_2 – наличие дефекта. Правило решения в этом случае имеет вид: если $k < k_0$, то $k \in D_1$; если $k > k_0$, то $k \in D_2$.

По общим утечкам в приводе нельзя сделать однозначный вывод о неисправности насоса. Утечки могут быть обусловлены неисправностью распределителя, нарушением герметичности уплотнений гидродвигателя, гидроаппаратов, трубопроводов и др.

Распределение плотности вероятности диагностического признака для исправного и неисправного состояний во многих случаях имеет вид, показанный на рисунке 1. Важным является то обстоятельство, что области исправного и дефектного состояний пересекаются. То есть повышенные утечки в приводе ($k > k_0$) могут быть и при исправном насосе, и безошибочно выбрать k_0 для однозначно-го принятия решения о диагнозе, невозможно.

Задача состоит в выборе некоторого рационального значения k_0 , позволяющего минимизировать опасность и последствия принимаемого решения о техническом состоянии (диагнозе) гидропривода.

При принятии решений о диагнозе возможны ошибки двух видов: ложная тревога и пропуск дефекта. Ложной тревогой называют случай, когда принимается решение о наличии дефекта, но в действительности система находится в исправном состоянии (принимается диагноз D_2 вместо реального диагноза D_1). Пропуск дефекта – случай, когда принимается решение об исправном состоянии,

но в действительности в системе имеется неисправность (принимается диагноз D_1 вместо действительного D_2).

Гипотезы о техническом состоянии гидропривода обозначим H_{ij} , причем индекс i соответствует принятому диагнозу, j - действительному диагнозу: H_{12} – пропуск неисправности; H_{21} – ложная тревога.

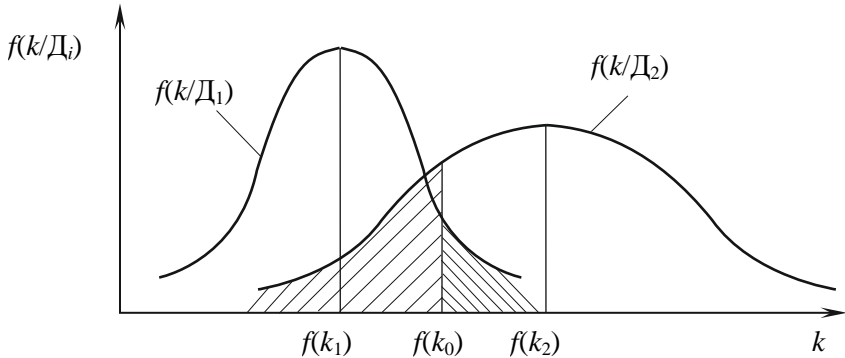


Рисунок 1 – Распределения плотности вероятности диагностического параметра k для исправного D_1 и дефектного D_2 состояний

Вероятность ложной тревоги $P(H_{21})$ (повышенные утечки не являются следствием неисправности насоса) равна вероятности произведения двух зависимых событий (значение k влияет на диагноз D_1): 1 – значение $k > k_0$; 2 – насос исправен. Поэтому

$$P(H_{21}) = P(k > k_0, D_1) = P(D_1) \cdot P(k > k_0 / D_1)$$

где $P(D_1) = P_1$ – априорная вероятность диагноза D_1 , которая известна на основании статистических данных; $P(k > k_0 / D_1)$ – апостериорная вероятность события $k > k_0$, при условии что насос находится в исправном состоянии D_1 .

Площадь под кривой плотности вероятности исправного состояния (кривая $f(k/D_1)$) на участке справа от k_0 соответствует условной вероятности для исправного состояния D_1 при $k > k_0$ и является геометрической интерпретацией определенного интеграла на рассматриваемом интервале. В результате:

$$P(H_{21}) = P(D_1) \int_{k_0}^{\infty} f(k / D_1) dk = P_1 \int_{k_0}^{\infty} f(k / D_1) dk .$$

Аналогично рассчитывается вероятность пропуска дефекта:

$$P(H_{12}) = P(D_2) \cdot P(k < k_0 / D_2) = P_2 \int_{-\infty}^{k_0} f(k / D_2) dk .$$

Вероятность принятия ошибочного решения складывается из вероятностей ложной тревоги и пропуска дефекта. Каждой из ошибок присваивается некоторый весовой коэффициент C_{ij} , называемый «ценой» ошибки и учитывающий возможные её последствия. Величина условная, ее трудно определить количественно, обычно $C_{21} \ll C_{12}$. Таким образом, с учетом «цены» ошибки получаем выражение для среднего риска при принятии решения о техническом состоянии гидропривода:

$$R = C_{12} \cdot P_2 \cdot \int_{-\infty}^{k_0} f(k / D_2) dk + C_{21} \cdot P_1 \cdot \int_{k_0}^{\infty} f(k / D_1) dk .$$

Величина R - среднее значение (математическое ожидание) риска. Существуют несколько методов анализа ошибок при принятии решений о техническом состоянии гидропривода, в соответствии с которыми вычисляется такое k_0 , что при $k < k_0$ $k \in D_1$; а при $k > k_0$ $k \in D_2$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены метод и формула для количественной оценки риска в процессе выбора диагностических признаков технического состояния гидроприводов. Правило принятия решения (рациональное пороговое значение параметра) может быть получено на основе формулы риска по одному из выбранных критериев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая диагностика гидравлических приводов / Т. В. Алексеева, В. Д. Бабанская, Т. М. Башта и др.; под общ. ред. Т. М. Башты. – М.: Машиностроение, 1989.

2. Биргер И. А. Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978.

3. Богдан Н. В., Жилевич М. И., Красневский Л. Г. Техническая диагностика гидросистем. – Мн.: Белавтотракторостроение, 2000. – 120 с.

Представлено 11.04.2022

УДК 621

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МАСЛОРАСПЫЛИТЕЛЕЙ

TO THE QUESTION OF REFERENCE PUMP SELECTION

Филипова Л. Г., ст. преп.; **Чикилевский Я. А.**, студ.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

L. Filipova, Senior Lecturer; Y.Chikilevsky, Student,
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

Простым и надежным способом, которым можно обеспечить смазывание трущихся поверхностей в пневмосистемах является установка маслораспылителя. Это простое устройство, которое добавляет в поток сжатого воздуха масло для смазки пневмоинструмента. Благодаря этому оборудование регулярно смазывается прямо во время работы.

A simple and reliable way to ensure the lubrication of friction surfaces in pneumatic systems is to install an oil sprayer. This is a simple device that adds oil to the compressed air stream to lubricate pneumatic tools. Thanks to this, the equipment is regularly lubricated right during operation.

Ключевые слова: маслораспылитель, пневматическая система, сжатый воздух, маслопровод.

Keywords: oil sprayer, pneumatic system, compressed air, oil pipeline.

ВВЕДЕНИЕ

Маслораспылители являются поточными аппаратами с пневматическим распылением масла, т. е. распыление масла