در این مقاله به امکان استفاده از الگوریتم‌های تطبیقی ​​مبتنی بر منطق فازی در سیستم‌های تشخیص ارتعاش پرداخته شده است. یک کار فوری برای بهبود سیستم های تشخیصی با افزایش قابلیت اطمینان تشخیصی با حداقل هزینه برای آزمایش آنها در این مقاله ارائه شده است. نویسندگان ثابت کردند که قوانین منطق فازی برای کارهای تشخیصی ضروری هستند. توابعی از مقادیر شتاب ارتعاش در فرکانس های مختلف چرخش شفت وجود دارد.

شفت(به انگلیسی shaft) یا میل عضو دورانی یا رفت و برگشتی است که برای انتقال نیرو و گشتاور بکار می‌رود و تحت تأثیر تنش پیچشی و خمش قرار دارد و به سه گروه ثابت، مفصلی و قابل خمش تقسیم می‌شود.

نمونه ای از عملکرد سیستم تشخیص و نظارت ارتعاش با استفاده از منطق فازی ارائه شده است. نویسندگان ثابت می کنند که استفاده از الگوریتم های مبتنی بر منطق فازی اجازه می دهد تا به مرحله بعدی در توسعه سیستم تشخیص ارتعاش برویم.

1. معرفی

یکی از اجزای جدایی ناپذیر ارائه عملکرد مطمئن و بدون وقفه حیاتی ترین واحدها و تاسیسات، استفاده از وسایل عیب یابی فنی در تمامی مراحل بهره برداری آنهاست. یک تشخیص کارآمد در محل اجازه می دهد تا به سمت تعمیر و نگهداری تجهیزات بر اساس شرایط حرکت کنیم. از آنجایی که مجموعه های بلبرینگ در معرض بارهای دینامیکی بالایی هستند، عملکرد تاسیسات به شرایط آنها بستگی دارد. به همین دلیل است که یک کار فوری برای بهبود سیستم های تشخیصی با افزایش قابلیت اطمینان تشخیصی با حداقل هزینه برای آزمایش آنها وجود دارد .

از ابتدا، تشخیص در محل قطعات چرخان ماشین آلات به صورت دستی یا شنیداری انجام می شد، بنابراین نتایج آزمایش به شدت به تجربه متخصص تشخیص وابسته بود.

مرحله بعدی تشخیص ارتعاش با پیشرفت علمی و ظهور ماشین‌های محاسباتی مرتبط بود. در دهه‌های گذشته بسیاری از سیستم‌های تشخیصی جدید ظاهر شده‌اند که پارامترهای ارتعاش (ویبره‌های ارتعاشی) را اندازه‌گیری کرده و سپس با مقادیر بحرانی مقایسه می‌کنند و در نتیجه وضعیت واحد را تعیین می‌کنند.

گام بعدی در توسعه سیستم های تشخیصی، تکامل آنها به دلیل افزایش سطح اتوماسیون در نظر گرفته می شود. چنین سیستم هایی به ابزارها و مدل های ریاضی پیشروتر و سازنده تری نیاز دارند. از آنجایی که ایجاد مدل کامل ریاضی عملکرد واحد تشخیص داده شده به دلیل تعداد زیاد اتصالات، واقعاً سخت است، توسعه ویژگی‌های تطبیقی ​​سیستم‌های تشخیصی تنها با استفاده از الگوریتم‌های منطق فازی امکان‌پذیر است.

هدف این مقاله تعیین امکان استفاده از ابزارهای منطق فازی برای اهداف تشخیصی است.

منطق فازی سیستمی است که منطق کلاسیک دو ظرفیتی را در زمینه عدم قطعیت ترکیب می کند. این اجازه می دهد تا مفاهیم غیردقیق کیفی و دانش ما در مورد جهان اطراف را توصیف کنیم و دانش را برای به دست آوردن اطلاعات جدید به کار ببریم. ایده اصلی سیستم های کنترل با استفاده از منطق فازی، ادغام یک "تجربه خبره" در سیستم کنترل کننده فرآیند پویا است. در سیستم های کنترلی با منطق فازی، روابط پیچیده بین ورودی و خروجی فرآیندهای پویا با قوانین منطق فازی با استفاده از متغیرهای زبانی به جای مدل پیچیده توصیف می شود. استفاده از متغیرهای زبانی، قواعد و پایین بودن منطق فازی، و استدلال تقریبی، امکان ادغام یک تجربه خبره را در طرح کنترل توسعه‌یافته فراهم می‌کند [2، 3].

منطق فازی دارای مزایای زیر است:

منطق فازی از توسعه یک نمونه اولیه سریع یک دستگاه با پیچیدگی بیشتر عملکرد آن پشتیبانی می کند.

مدل منطق فازی برای درک بسیار آسان تر از مدل ریاضی مشابه مبتنی بر معادلات دیفرانسیل و تفاضل است.

مدل‌های منطق فازی در مقایسه با الگوریتم‌های کنترل کلاسیک برای تحقق سخت‌افزار بسیار ساده‌تر هستند. منطق فازی از قوانینی مانند «اگر X از Y» استفاده می کند.

همانطور که در مقالات [4-7] بیان شد، هنگامی که یک نقص وجود دارد - رشد دامنه سیگنال ارتعاش با افزایش فرکانس چرخش برای یاتاقان معیوب بیشتر خواهد بود. همچنین مشخص است که مجموعه های غیر معیوب سطح ارتعاش کمتری نسبت به مجموعه های معیوب دارند. با این حال، نمی توان یک تقسیم بدون ابهام برای مقادیر ویژگی های تشخیص ارتعاش تعیین کرد که شرایط غیر معیوب و معیوب را به دلیل توزیع متقاطع مقادیر ویژگی های تشخیصی امکانات غیر معیوب و معیوب جدا می کند. به عبارت دیگر، خطاهای تشخیصی نوع 1 و 2 را نمی توان اجتناب کرد، اما ممکن است با استفاده از قواعد منطق فازی مقدار آنها کاهش یابد.

از آنجایی که شناسایی شرایط در افزایش فرکانس چرخش شفت N2 بیشتر از فرکانس N1 پایه است، اجازه دهید قابلیت اطمینان عیب‌یابی با فرکانس N2 را برای تفکیک ویژگی تشخیصی با مقدار بحرانی به شرایط غیر معیوب و معیوب قابل قبول فرض کنیم. با این حال، آزمایش‌های فرکانس بالا اغلب با هزینه‌های اضافی (انرژی، زمان، منابع و غیره) و همچنین کاهش سطح ایمنی در طول تشخیص مرتبط هستند. اینجاست که سوال انتخاب بین حالت های مختلف سرعت مطرح می شود.

2. تجربی

اجازه دهید اصل کار سیستم منطق فازی را در نظر بگیریم. به عنوان متغیرهای ورودی، شتاب ارتعاش مجموعه بلبرینگ تشخیص داده شده و فرکانس چرخش شفت را اتخاذ خواهیم کرد، مقدار خروجی نتیجه تشخیصی خواهد بود.

اجازه دهید اصطلاحات زبانی "کم" "متوسط" و "بالا" را با استفاده از رویکرد کارشناسی معرفی کنیم. بنابراین، ما مقادیر شتاب ارتعاش را به یک عبارت خاص متصل می کنیم.

توابع عضویت مقادیر شتاب ارتعاش برای مجموعه تشخیص داده شده در فرکانس چرخش محور اصلی به صورت نمودار در شکل 1 و به صورت فرمول (1-6) در زیر ارائه شده است:

"کم"

y=1 0 m/s2 ≤x≤3 m/s2 (1)

y=4-x 3 m/s2 ≤x≤4 m/s2 (2)

"متوسط"

y=x-3

3 m/s2 ≤x≤4 m/s2

(3)

y=5-x 4 m/s2 ≤x≤5 m/s2 (4)

«بالا»

y=1

5 m/s2 ≤x≤10 m/s2

(5)

y=x-4 4 m/s2 ≤x≤5 m/s2 (6)

توابع عضویت مقادیر شتاب ارتعاش برای مجموعه تشخیص داده شده در فرکانس چرخش شفت افزایش یافته به صورت نمودار در شکل 2 و فرمول های زیر (7-10) ارائه شده است:

"کم"

y=1 0 m/s2 ≤x≤7 m/s2 (7)

y=8-x 7 m/s2 ≤x≤8 m/s2 (8)

«بالا»

y=1

8 m/s2 ≤x≤15 m/s2

(9)

y=x-7 7 m/s2 ≤x≤8 m/s2 (10)

شکل 2. توابع عضویت شتاب ارتعاش برای تشخیص افزایش فرکانس چرخش شفت (N2).

توابع عضویت شتاب ارتعاش برای افزایش فرکانس چرخش شفت به عنوان فرمول:

بر اساس اصطلاحات زبانی به دست آمده برای متغیرهای ورودی، قوانین فازی زیر را تعیین خواهیم کرد: قانون شماره 1. اگر مقدار شتاب ارتعاش در فرکانس چرخش پایه "کم" باشد، تسهیلات تشخیص داده شده غیر قابل تشخیص است.

معیوب

قانون شماره 2. اگر مقدار شتاب ارتعاش در فرکانس چرخش پایه "بالا" باشد، تاسیسات تشخیص داده شده معیوب است.

قانون شماره 3. اگر مقدار شتاب ارتعاش در فرکانس چرخش پایه "متوسط" باشد، یک تشخیص اضافی با استفاده از افزایش فرکانس چرخش مورد نیاز است.

قانون شماره 4. اگر مقدار شتاب ارتعاش در فرکانس چرخش افزایش یافته "کم" باشد، تاسیسات تشخیص داده شده ناقص است.

قانون شماره 5. اگر مقدار شتاب ارتعاش در فرکانس چرخش افزایش یافته "بالا" باشد، تسهیلات تشخیص داده شده معیوب است.

اجازه دهید نمونه ای از قوانین ذکر شده را در نظر بگیریم. فرض کنید در آزمایش بر روی فرکانس چرخش محور پایه، مقدار شتاب ارتعاش 3.8 m/s2 به دست آمد. در آن صورت داریم:

برای قانون №1 مقدار ورودی با تابع عضویت y=4-3.8=0.2 مرتبط است. برای قانون №2 مقدار ورودی با تابع عضویت y=3.8-3=0.8 مرتبط است. برای قانون №3 مقدار ورودی با تابع عضویت ارتباطی ندارد.

در نتیجه، مقدار تابع عضویت برای یک ترم «متوسط» بیشتر از یک عبارت «کم» است، بنابراین

آزمایش تشخیصی اضافی برای افزایش فرکانس چرخش مورد نیاز است.

در یک آزمایش تشخیصی اضافی بر روی افزایش فرکانس چرخش شفت، مقدار شتاب ارتعاش 6.8 m/s2 به دست آمد. در آن صورت داریم:

برای قانون №4 مقدار ورودی با تابع عضویت y=1 ارتباط دارد. برای قانون №5 مقدار ورودی با تابع عضویت ارتباطی ندارد.

مقادیر اولیه مطابق با قانون شماره 4 است، در نتیجه، یک مقدار خروجی یک مرکز تشخیص داده شده غیر معیوب خواهد بود.

3. نتیجه گیری

بر اساس مطالب فوق می توان نتیجه گرفت که استفاده از الگوریتم های منطق فازی اجازه می دهد تا به مرحله بعدی در توسعه سیستم های تشخیص ارتعاش حرکت کنیم.

منابع

[1] V.N. کوستیوکوف، نظارت بر ایمنی تولید. M.: Mashinostroenie. 2002، 224 ص.

[2] A. Piegat, Fuzzy modeling and control/ A. Piegat, translation – 2-nd ed. – مسکو: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2013, 798 p.: il. –

(نظام های فکری تطبیقی).

[3] S.I. Antipov، Yu.V Dementev.، A.E. Kalinin، منطق فازی و امکانات کاربرد آن در سیستم های کنترل مدرن خودرو //

«صنعت خودرو و تراکتور در روسیه: اولویت های توسعه و آموزش پرسنل». مجموعه مقالات کنفرانس، مسکو. : MSTU

«MAMI»، 2010، صص 11-20.

[4] V.V. بساکین، A.O. تترین، A.V. Zaytsev، مطالعه وابستگی پارامترهای ارتعاش یاتاقان از فرکانس چرخش / // علم، آموزش، تجارت: مجموعه مقالات کنفرانس روز رادیو، Omsk، 2013، صفحات 110-112.

[5] V.N. کوستیوکوف، A.V. زایتسف، A.E. Tsurpal، V.V. باساکین، تحقیق در مورد تأثیر نقص در یاتاقان نورد الکتریکی بر مقدار پارامترهای ارتعاش (مقاله) / // افزایش کشش - بهره وری انرژی و قابلیت اطمینان انبار نورد الکتریکی: خلاصه علمی بین دانشگاهی./ دانشگاه حمل و نقل دولتی اومسک، اومسک، 2013، ص 50 – 53.

[6] V.N. کوستیوکوف، A.E. Tsurpal، V.V. بساکین، A.V. کوستیوکوف، دی.و. کازارین، A.V. Zaytsev، تجزیه و تحلیل فعالیت ارتعاشی موتورهای کششی الکتریکی برای تشخیص آنها / // افزایش راندمان عملیاتی مبدل های انرژی الکترومکانیکی کلکتور: مجموعه مقالات کنفرانس علمی- فنی بین المللی نهم / دانشگاه حمل و نقل دولتی Omsk، Omsk، 2013، صفحات 214 – 221.

[7] V.N. کوستیوکوف، A.V. زایتسف، V.V. باساکین، مطالعه ارتعاش مجموعه های بلبرینگ انبار نورد در صورت تغییرات فرکانس چرخش// قابلیت اطمینان عملیاتی واحدهای لوکوموتیو و افزایش راندمان کشش قطار: مجموعه مقالات کنفرانس علمی- فنی سراسر روسیه با مشارکت بین المللی، Omsk، 2012. pp. 92-97.