

Überwachung für mehr Sicherheit

Condition Monitoring für pneumatisch betriebene Klemmsysteme

Digitalisierung, Klimaschutz und Ressourcenschonung sind wichtige Ziele, die es auch im Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau zu erreichen gilt. Obwohl dies viele Unternehmen vor Herausforderungen stellt, entsteht dadurch auch Spielraum für Innovationen. Die fortschreitende Digitalisierung und der Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) ermöglichen unter anderem Predictive-Maintenance-Konzepte für Klemm- und Bremssysteme.

Die Aufgaben von Klemmsystemen in Werkzeugmaschinen beziehen sich meist auf zwei für die Funktion und den Betrieb der Maschinen wesentliche Aspekte. Zum einen leisten Klemmsysteme einen Beitrag zur erreichbaren Bearbeitungspräzision, denn angefahrte Bearbeitungspositionen müssen auch bei hohen dynamischen Bearbeitungskräften eingehalten werden. Zum anderen stellen Klemmsysteme in Bearbeitungsmaschinen ein notwendiges Element der funktionalen Sicherheit dar. Bei einer Unterbrechung der Energiezufuhr oder Fehlfunktionen verhindern sie das unkontrollierte Bewegen von Maschinenteilen.

Das Forschungsvorhaben *RotoGuard – Zustandsüberwachung für pneumatisch aktivierte Sicherheitsklemmelemente im Werkzeugmaschinenbau* basiert auf den RotoClamp-Klemmelementen von Hema. Diese eignen sich für rotatorische Positionsklemmungen in Achsen, Tischen und Schwenkköpfen von Werkzeugmaschinen. Da das Klemmsystem nach dem Fail-Safe-Prinzip arbeitet, klemmt es Achsen auch bei einem Energieausfall schnell und mit großer Kraft. RotoClamp zeichnet sich durch hohe Klemmmomente bei niedrigen Betriebsdrücken aus. Möglich wird dies durch das pneumatische Funktionsprinzip des Klemmsystems, das auf einem verspannten Federspeicher beruht. „Ausfälle der Klemmelemente können schwerwiegende Folgen haben“, erklärt Lukas Heidrich, Leiter Technik und Entwicklung sowie Projektleiter bei Hema. „Aufgrund des Funktionsprinzips bleibt die Klemmung dann geschlossen (fail safe) und kann nicht mehr bzw. nicht mehr ausreichend geöffnet werden.“ Daraus kann ein Fressen der metallischen Klemmflächen resultieren, das heißt es kommt zu lokalem Reibverschweißen. Neben der Klemmvorrichtung selbst können dann auch hochpräzise Wellen, Lager und Dichtungen beschädigt werden.

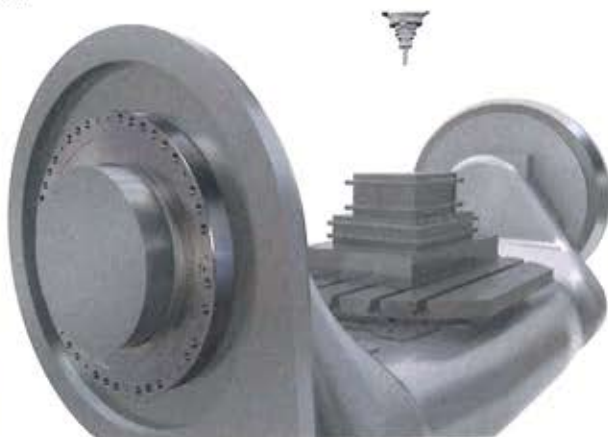
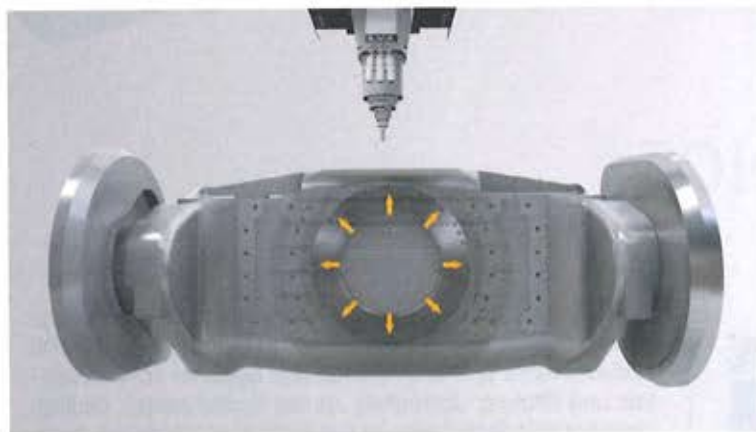
Vorausschauende Wartungskonzepte

Während bei Hema in der Fertigung eine intensive Funktionsprüfung jedes einzelnen Klemmelements durchgeführt wird, kommt es in der Praxis hingegen oft nur zu vereinfachten Funktionstests im Rahmen der Wartung durch den Endkunden bzw. den Service des Maschinenherstellers. Die Aussagekraft dieser Prüfungen ist jedoch begrenzt und bezieht sich lediglich auf den konkreten Zeitpunkt der Wartung. „Untersuchungen haben gezeigt, dass ein Großteil der möglichen Fehlerbilder nicht plötzlich auftritt, sondern sich durch Veränderung messbarer Systemgrößen über einen längeren Zeitraum ankündigt“, so Heidrich.

Mit einem vorausschauenden Wartungskonzept für RotoClamp möchte die Hema Group neue Wege im Maschinenschutz-Sektor beschreiten. Gemeinsam mit dem Unternehmen Core Sensing, einem Spezialisten für industrielle Datenerfassung und -auswertung aus Darmstadt, und den Wissenschaftlern des Fachgebietes für Mess- und Sensortechnik (MUST) der TU Darmstadt entwickelt das Unternehmen aus Seligenstadt ein integriertes Datenerfassungssystem, das Betriebsdaten in Echtzeit erfasst, interpretiert und Nutzerempfehlungen oder Betriebswarnungen ausgibt. Zudem wird eine drahtlose Übertragung der Daten und der autarke Betrieb des Sensormoduls angestrebt. „Mit dem Forschungsprojekt RotoGuard wollen wir auf Basis unserer erfolgreichen pneumatischen RotoClamp-Klemmsysteme eine praxistaugliche Implementierung eines durchgängigen KI-basierten Condition-Monitoring-Konzeptes demonstrieren“, skizziert Heidrich den Rahmen des Forschungsprojekts.

Die Funktion und die Wechselwirkungen des Sicherheitsklemmsystems sollen zukünftig durch eine integrierte intelligente Sensoreinheit überwacht werden. In Echtzeit gewonnene Messwerte und daraus

RotoClamp-Klemmsysteme in den Rund- und Schwenkachsen von Bearbeitungszentren verbaut.



Funktionsprinzip RotoClamp

Die Klemmung mit RotoClamp basiert auf dem Prinzip des Federspeichers: Im Regelbetrieb wird eine Federmembran mit Druckluft beaufschlagt und verkürzt sich dabei. Die Klemmelemente heben dadurch von der Welle ab und geben diese frei. Fällt die Pneumatik aus, kehren die Federbleche sofort in ihre ursprüngliche Position zurück und fixieren die Welle mit großer Kraft. Mithilfe einer Booster-Funktion lässt sich die ohnehin hohe Klemmkraft nochmals steigern.



abgeleitete Statusinformationen und Handlungsempfehlungen stehen dem Nutzer dann jederzeit zur Verfügung. „Der erhebliche Mehrwert eines solchen Systems zur Zustandsüberwachung beschränkt sich dabei keinesfalls allein auf die Vermeidung von Havariefällen“, betont Heidrich. „Es erschließen sich auch neue Möglichkeiten, das umfangreiche Wissen über das Funktionsverhalten der Klemmsysteme an den Kunden weiterzugeben.“ So könnten in der Datenverarbeitung implementierte Algorithmen das dynamische Zustellverhalten optimieren oder eine effektivere Nutzung der pneumatischen Klemmkrafterhöhung (Boost-Funktion) ermöglichen.

Wichtige Zustandsgrößen untersuchen

„Ziel des gemeinsamen Projektes ist es, für die bislang rein mechanische Komponente der Sicherheitsklemme eine kompakte und weitgehend autarke Sensoreinheit zu entwickeln, um relevante Messgrößen zum Funktionsverhalten in Echtzeit aufzunehmen und zu interpretieren“, so Heidrich. „Die Projektpartner haben den Anspruch, den Verbau der elektronischen Komponenten nebst Sensorik im Klemmsystem weitgehend ohne Änderung der äußeren Bauteilkontur zu ermöglichen, so dass ein Serieneinsatz ohne Änderungen an der Maschinenkonstruktion möglich wird.“

Ein weiterer Punkt ist die sichere Übertragung der aufgenommenen Daten und die Energieversorgung der Sensoreinheit. Im Rahmen des Verbundprojektes werden dazu erstmals die primären Messgrößen wie Klemmmoment und -kraft unter Kompensation von Störgrößen hochgenau mit Messaufnehmern erfasst, digitalisiert und mit den aktuellen Zuständen des Klemmsystems in Relation gebracht. Im nächsten Schritt werden diese mit den sekundären Messgrößen Druck, Volumenstrom und Temperatur verglichen, um so deren Aussagekraft in Bezug auf das Systemverhalten zu evaluieren. Ziel ist eine Reduktion der benötigten Messgrößen, um den Systemzustand mit ausreichender Präzision für die weitere Verarbeitung zu erfassen.

„Ein praxistaugliches Condition Monitoring benötigt die automatisierte Verarbeitung und Interpretation der Messdaten zu konkreten, nutzerrelevanten Informationen und standardisierte Schnittstellen“, fasst Heidrich die bisherigen Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt zusammen. Nur so können Funktionsprobleme oder -einschränkungen künftig bereits in Frühphasen ihrer Entstehung festgestellt und entsprechende Maßnahmen geplant und eingeleitet werden.

Neue Geschäftsmodelle im Bereich Digital Services und Predictive Maintenance

Das Funktionsprinzip und die kompakte Bauform der RotoClamp-Klemmsysteme sowie der meist anspruchsvolle Einbau in die hochpräzisen Funktionsbaugruppen moderner Werkzeugmaschinen stellen für das RotoGuard-Projekt zwar eine Herausforderung dar, aber es eröffnen sich auch neue Möglichkeiten: Neben der Steigerung der

Funktionssicherheit und der Reduzierung von Ausfallzeiten entstehen so zum Beispiel auch Funktionen, die einen digitalen Mehrwert bieten und die bislang rein mechanischen Klemmkomponenten zu Industrie-4.0-Lösungen aufwerten.

Die Technische Universität Darmstadt kann durch das Verbundprojekt anwendungsnahe Forschungsarbeiten zu den Themen Industrie 4.0, der innovativen Funktionsintegration von Sensoren, der Sensordatenfusion/-reduktion und des maschinellen Lernens vorantreiben. „Durch die Kombination der Kernkompetenzen der Projektpartner in den Bereichen Systemauslegung, Präzisionsfertigung, Sensorik und Signalverarbeitung haben wir die Chance, perspektivisch vollkommen neue Geschäftsmodelle im Bereich Digital Services und Predictive Maintenance aufzuziehen“, so Heidrich abschließend.

Miniaturisierung der Sensorik

Core Sensing aus Darmstadt entwickelt miniaturisierte Sensoreinheiten zur Integration in mechanische Komponenten, um diese und die nachgelagerten Prozesse zu überwachen und Fehler frühzeitig zu erkennen. Dazu wird die benötigte Messkette inklusive Datenauswertung und -interpretation in das robuste Bauteilinnere gebracht. Die bestehenden Lösungen sind jedoch bislang nur für rotierende mechanische Bauteile wie Antriebswellen ausgelegt und müssen für Klemmsysteme erheblich angepasst und deutlich miniaturisiert werden. Zudem erweitert sich die Zahl der zu betrachtenden physikalischen Messgrößen. Auch die Verarbeitung und Interpretation der gewonnenen Rohdaten bereits in der Komponente stellt eine technologische Herausforderung dar. Als wichtige Voraussetzung für eine spätere Umsetzung im industriellen Maßstab soll daher in der finalen RotoGuard-Version bewusst auf Messverfahren verzichtet werden, die später eine aufwändige Implementierung und Kalibrierung erfordern. Als Schnittstellen sind sowohl ein Gateway für die direkte Verbindung zur Prozesssteuerung als auch eine Cloud-Anbindung für die zentrale Überwachung des Maschinenparks vorgesehen.

Autor

Lukas Heidrich, CTO HEMA Group

© HEMA Maschinen- und Apparateschutz & Core Sensing

Kontakt

HEMA Maschinen- und Apparateschutz GmbH, Seligenstadt
Telefon: +49 6182 773 0 · www.hema-group.com
www.hema-group.com/de/produkte/klemmsysteme/rotoclamp




Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 1197/21-198) wird im Rahmen der Innovationsförderung Hessen aus Mitteln der LOEWE – Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert.