

Splitterschutz auf Textilbasis bei schnelldrehenden Werkzeugen

Mit größeren Werkzeugdrehzahlen, höheren Vorschub- und wachsenden Bearbeitungsgeschwindigkeiten steigert sich gleichsam das Gefahrenpotenzial eines Werkzeug- oder Schneidenbruchs. Um Splitter bis zu 100 g bei 70 m/s Herr zu werden, musste der Schutz an Maschinen angepasst werden.

VICTORIA SONNENBERG

Wo gehobelt wird, da fallen Späne – aber leider fallen sie nicht nur: Umherfliegende Teile gehören in der Fertigung zum gefährlichen Alltag. Werkzeugteile, wie sie bei einem Werkzeug- oder Schneidenbruch entstehen, können hohe Geschwindigkeiten erreichen und dem Maschinenbediener sehr gefährlich werden. Nach dem Credo „schneller, höher, stärker“ produzierend, müssen Maschinenhersteller

entsprechende Vorsichtsmaßnahmen treffen, um den Anforderungen an die Sicherheit ihrer technischen Erzeugnisse gerecht zu werden.

Verändert sich die Technik, muss die Sicherheit mitziehen

Dazu haben sie in Deutschland und Europa zahlreiche Gesetze, Verordnungen und Normen zu berücksichtigen. Jedoch gilt: Verbes-

sert sich die Technik, müssen auch die Sicherheitsvorschriften angepasst werden. So auch bei Schutzvorhängen: Bewährt haben sich die bislang eingesetzten Weich-PVC-Schutzvorhänge, die sich aber mit der Änderung beziehungsweise Verschärfung der Norm 848-3 „Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen“ weniger eigneten. Hielten sie zuvor eine Masse von 20 g bei 70 m/s zurück, müssen sie diese Prüfung nun mit



Bild 1: Zur Untersuchung der Rückhaltefähigkeit von Schutzvorhängen wurde vom Institut für Werkzeugmaschinen ein Aufprallversuchsstand realisiert. Die Abbildung zeigt den Prüfstand mit Beschleunigungsrohr, Lichtschranken zur Messung der Projektgeschwindigkeit und eingesetztem textilbasierten Lamellenvorhang.

einer Projektilmasse von 100 g bei derselben Impactgeschwindigkeit bestehen. Um diesem Schutzanspruch gerecht zu werden, musste die Lagenanzahl und die Dicke erhöht werden. Dies führte zu einem äußerst steifen Vorhang, der die aufgespannten Werkstücke verschieben und sogar empfindliche Werkstückkanten beschädigen konnte. Somit waren die bestehenden Schutzlösungen nicht mehr einsetzbar. „Ein neues Material musste her, das einerseits robust ist, um die Projektile zurückzuhalten, andererseits flexibel genug, um die zu bearbeitenden Werkstücke nicht zu beschädigen – es lag nahe, hier eine Lösung im Bereich der technischen Textilien zu suchen“, erklärt Vincenzo Forcillo, Gruppenleiter der Forschungsgruppe Holzbearbeitung am Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart.

Das IfW beschäftigt sich seit Langem mit dem Thema Schutzvorhänge an Holzbearbeitungsmaschinen. Es galt unbedingt praxistaugliche und wirtschaftliche Lösungen für Schutzvorhänge bereitzustellen mit dem Ziel, Maschinen wieder normenkonform anbieten zu können. Diese Lösungen kom-

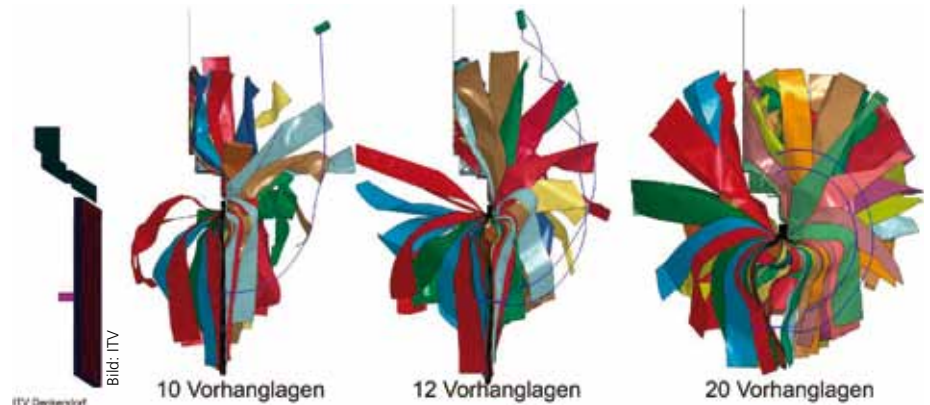


Bild 2: Bei der Finite-Elemente-Simulation wird die Abhängigkeit der Beschussresultate von der Lagenzahl untersucht.

men nicht ausschließlich an Holzbearbeitungsmaschinen zum Einsatz, sondern finden branchenübergreifend Verwendung.

Voruntersuchungen hatten gezeigt, dass mit hochfesten und teureren textilen Materialien wie Aramiden, die in der Ballistik eingesetzt werden, die gewünschten Anforderungen erfüllt werden können. Jedoch führten diese wegen des hohen Preises und der noch zu hohen Vorhangsteifigkeit zu

keiner industrietauglichen Lösung. Daher wurden in einem AIF-Gemeinschaftsprojekt (Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V.) zwischen dem IfW und dem ITV (Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denckendorf) für die Entwicklung textilbasierter Splitterschutzvorhänge mit hohem ballistischen Rückhaltevermögen zur Verbesserung des Arbeitsschutzes bei schnell-drehenden



SLF. DA BEWEGT SICH WAS.

Kugellager und Rollenlager

von 30 mm bis 1600 mm Außendurchmesser
in verschiedenen Ausführungen

Spindeleinheiten

Bohr-, Fräs- und Drehspindeln
Spindeln mit angeflanschem
bzw. integriertem Motor
Spindeln für spezielle Einsatzgebiete


**Rekonditionierung
von Wälzlagern**

Spindel- und Lagerungstechnik
Fraureuth GmbH

Fabrikgelände 5
08427 Fraureuth

Tel.: +49 (0) 37 61 / 80 10
Fax: +49 (0) 37 61 / 80 11 50

E-Mail: slf@slf-fraureuth.de
www.slf-fraureuth.de

SPINDEL- UND LAGERUNGSTECHNIK FRAUREUTH GMBH




Werkzeugen spanender Werkzeugmaschinen zahlreiche textilbasierte Schutzvorhangsysteme untersucht. Dabei hatte das ITV im Wesentlichen die Aufgaben der Beschaffung und Bewertung textiler Materialien, der Herstellung von Vorhangsystemen, der Lösungsfindung bezüglich der Ausfransproblematik und der numerischen Simulation des Beschusses des textilbasierten Schutzvorhanges. Dadurch sollten die Vorgänge zwischen dem Projektil und den textilen Lamellen erkennbar werden und verschiedene Parameter hinsichtlich ihres Einflusses auf die Schutzwirkung untersucht werden.

Hochgeschwindigkeitskamera zeichnete alle Beschussprüfungen auf

Um die Beschussprüfungen auswerten zu können, wurde jede einzelne Prüfung mit einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgezeichnet. Der optimale Schutzvorhang fängt das Projektil und gibt es nicht mehr frei – es fällt dann nach kurzer Zeit einfach aus dem Vorhang nach unten heraus (Bild 1).

Es wurden 26 Textilien, die zur Lösung der Aufgabenstellung geeignet waren, mit unterschiedlichen Prüfverfahren analysiert und bewertet (Dicke, Flächengewicht, E-Modul, Kraft/Dehnungs-Diagramme durch quasistatische Zugprüfungen, Reibungsprüfungen, Biegesteifigkeitsmessungen, Dauerbelastung und Verschleißprüfungen, elektrostatische Aufladung). Eine eindeutige Korrelation der ermittelten Lamelleneigenschaften mit den Beschussergebnissen konnte jedoch nicht gefunden werden, weil Textilien komplexe Systeme sind und sich viele Parameter gegenseitig beeinflussen.

Mithilfe der numerischen Berechnung sollte der Einfluss der Vorhangparameter auf das Rückhaltevermögen des Schutzvorhangs systematisch untersucht werden. Hierzu wurde die explizite Finite-Elemente-Methode eingesetzt, da der Beschussvorgang zu einer hochdynamischen Beanspruchung führt und dabei zahlreiche reibungsbehaftete Kontaktvorgänge zwischen den einzelnen Lamellen simuliert werden müssen (Bild 2). Mit der numerischen Simulation konnten wichtige Erkenntnisse zur Optimierung textilbasierter Splitterschutzvorhänge gewonnen werden. Beispielsweise führt eine hohe Projektil-Lamellen-Reibung zu einer verbesserten Schutzwirkung. Dies wird mit den vom IfW mit Spitzprojektilen durchgeführten Beschussergebnissen an textilbasierten Splitterschutzvorhängen bestätigt, bei denen – im Gegensatz zu den früheren PVC-Schutzvorhängen – das Rückhaltevermögen nicht negativ beeinträchtigt wurde.

Dabei konnten verschiedene Materialien



Bild: Sonnenberg

Bild 3: Das CNC-Bearbeitungszentrum Vision von Reichenbacher Hamuel ist mit dem Schutzvorhang ausgestattet und kommt bei JVK Filtration Systems zur Herstellung von Kammerfilterplatten zum Einsatz.

und Materialkombinationen ermittelt werden, die ein sicheres Rückhalten von Projektilen mit einer Masse von 100 g ($v = 70$ m/s) gewährleisten. Bei konventionellen PVC-Vorhängen werden in der Regel 5 bis 7 Lagen mit 2 bis 3 mm starken Lamellen eingesetzt. Die hier untersuchten Vorhangvarianten ermöglichen durch die Verwendung neuer textiler Materialien, wie von beschichtetem Gewebe mit einer sehr geringen Materialstärke von 0,45 mm, die Realisierung eines werkstückschonenden Vorhangsystems aus bis zu 20 Lagen. Ferner ist durch die hohe Lagenanzahl und die gute Lamellenüberdeckung die Wahrscheinlichkeit einer gefährlichen Lückenbildung sehr viel geringer als beim früher eingesetzten PVC-Vorhang.

Als zentrales Projektergebnis ist hervorzuheben, dass auf Basis der erarbeiteten Ergebnisse die Hersteller von Holzbearbeitungsmaschinen nun neue Schutzvorhangslösungen für ihre Maschinen entwickeln konnten, die nun auch die verschärften Anforderungen der geänderten Norm erfüllen, womit die Marktfähigkeit dieser Maschinen gewährleistet bleibt. Das Ergebnis konnte jedoch auch auf andere Maschinen angewendet werden. „Da die Bearbeitungszentren auch zur Zerspanung von Aluminium und faserverstärkten Kunststoffen eingesetzt werden, sind die Vorhänge auch hier bereits in der industriellen Praxis getestet worden und haben sich bewährt“, ergänzt Forcillo. So kommen sie beispielsweise bereits an einigen Bearbeitungszentren von Reichenbacher Hamuel zur Anwendung, die bei der Herstellung von Kammerfilterplatten den Maschi-

nenbedienern den nötigen Schutz bieten (Bild 3/4). Diese Schutzvorhanglösungen sind in der Lage, ein 100-g-Projektil sicher zurückzuhalten. Dabei sind sie so flexibel, dass einfahrende, normal empfindliche Werkstücke nicht beschädigt werden. Mit den beschichteten textilen Materialien konnte eine sehr gute Schutzwirkung und ein Kompromiss zwischen dem Kantenverschleißverhalten der Lamellen und der Wirtschaftlichkeit gefunden werden. Bezüglich der wirtschaftlichen Aspekte lässt sich festhalten, dass die in diesem Vorhaben entwickelten textilbasierten Vorhangslösungen zwar teurer als die nicht mehr einsetzbaren PVC-Vorhänge sein werden, jedoch wesentlich günstiger als die ersten Notlösungen aus Aramidgewebe.

Schalldämpfender Splitterschutz soll zu einem Mehrwert führen

Ferner kann der textilbasierte Splitterschutzvorhang zum Beispiel durch seine schalldämpfenden beziehungsweise -absorbierenden Eigenschaften auch zu einem Mehrwert führen. Dies wird unter anderem auch in dem zurzeit laufenden Folgeprojekt untersucht. Nur durch die intensive Zusammenarbeit beider beteiligten Institute mit ihren Kernkompetenzen in Kombination mit dem projektbegleitenden Ausschuss engagierter Unternehmen aus der Industrie konnte das Forschungsziel erreicht werden.

„Diese vollkommen neuen Lösungen in so kurzer Zeit zu erarbeiten, war auch deshalb möglich, weil sich Industriepartner intensiv daran beteiligt haben. Mit ihren Er-



Bild: Sonnenberg

Bild 4: Das textile Schutzsystem ist ebenfalls an dem Bearbeitungszentrum ECO von Reichenbacher Standard.

fahrungen, Bedürfnissen und umfangreichen Materiallieferungen geeigneter technischer Textilien waren wir viel schneller am Ziel“, so Hermann Finckh vom Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV), ebenfalls Mitglied des Forscherteams. Neben den Untersuchungen wurden komplexe FE-Simulationsmodelle entwickelt, die die Schutzwirkung des Lamellenvorhangsystems aufzeigen, die Rückhaltefähigkeit berechenbar machen und durch Parametervariationen zur Entwicklung noch besserer textilbasierter Schutzvorhangsysteme beitragen. Sie stehen für vergleichbare Impaktanalysen zur Verfügung und könnten die sicherheitstechnischen Anforderungen zum Schutz von Menschenleben verbessern. Die Verbindung aus Simulation von Vorhängen, Auswahl optimierter Vorhänge und die Prüfung dieser unter realen Bedingungen sicherten die zielgerichtete Schaffung eines neuen Vorhangsystems.

Ohne die textilen Schutzvorhangsysteme käme nur noch eine Vollverkapselung infrage

Ohne die entwickelten textilen Schutzvorhangsysteme müsste das Gesamtkonzept von C-Ständer-Bearbeitungszentren überdacht werden, da nur noch eine aufwendige Vollverkapselung der Maschine in Frage kommt. Derzeit kann deutschlandweit von etwa 20 Unternehmen ausgegangen werden, die die entwickelten Vorhänge in ihren hergestellten Maschinen einsetzen. Dazu kommen etwa ebenso viele Firmen aus dem Bereich der textilen Zulieferer, die Vorhänge produzieren und konfektionieren.

Die Zusammenarbeit war so überzeugend, dass sie in einem IGF-Folgeprojekt fortgesetzt wird. In diesem Projekt werden weitere Problemstellungen gelöst, beispielsweise das Alterungsverhalten der Vorhänge. Dazu werden Verschleißkriterien erarbeitet, um nach einer definierten Einsatzdauer noch die volle Rückhaltefähigkeit zu gewährleisten. „Weitere Inhalte des Folgeprojektes sind beispielsweise auch die Untersuchung des Kontaktes zwischen dem Schutzvorhangsystem und dem rotierenden Werkzeug“, beschreibt Forcillo weiter. Weil dabei hochfeste textile Materialien verwendet werden, ist sicherzustellen, dass auch bei einem Kontakt keine Gefahr für den Maschinenbediener ausgeht. In dem Projekt werden zudem die Simulationsmodelle erweitert.

MM

Individuell



Jetzt auch:

**Korrosionsbeständiger Stahl
Seewasserbeständiger Stahl
Warmfester Stahl
Hochfester Stahl
Duplex Stahl**



mbo Oßwald GmbH & Co KG
Steingasse 13 · D-97900 Kilsheim-Steinbach · Tel: +49 (0) 9345 - 670-0
Fax: +49 (0) 9345 - 6255 · www.mbo-osswald.de · info@mbo-osswald.de

Rothstein Schutzsysteme

Maßgeschneiderter Schutz für Mensch und Maschine!



Nutzen Sie die Sicherheit der ganzheitlichen Schutzsysteme von Rothstein für Ihr Unternehmen:

- Schutzzaunsysteme
- Rammschutz
- Kabelkanäle
- Schallschutz
- Fördertechnik
- Absturzschutz
- Depotsysteme

Perfekt vernetzt durch PeripherieCONTROL® – der integralen Schutzsystem-Steuerung von Rothstein.

ROTHSTEIN®
Schutzsysteme GmbH

Industriestraße 11
51709 Marienheide
Deutschland / Germany
Telefon (+49) 2264 250
Telefax (+49) 2264 2589
info@schutzsysteme.de

www.schutzsysteme.de