

Schnappverbindungen berechnen

Mit einem verbesserten Rechenmodell, das die Hakenverformung einbezieht, lassen sich Füge- und Haltekraft am Schnapphaken wesentlich realistischer berechnen.

Die für das Fügen erforderliche axiale Fügekraft F_1 (Bild 1) wird auf der schiefen Ebene α_1 unter Überwindung der Haftreibung in die Querkraft F umgesetzt. Diese lenkt den Haken für das Einrasten um den Federweg f aus, wobei die Achse um den Winkel φ_1 geneigt wird. Analog ist für das Lösen eine axiale Lösekraft F_2 aufzubringen. Diese gilt auch als Haltekraft, also Höchstkraft, welche die Schnappverbindung gerade

$$\varphi = c \cdot \frac{f}{l} \text{ [rad]} \quad (2)$$

mit c als vom Querschnittsverlauf abhängigem Zahlenfaktor (Tabelle 1). Beim Fügen (Bild 1) nimmt die Neigung der schiefen Ebene um φ_1 zum resultierenden Fügewinkel

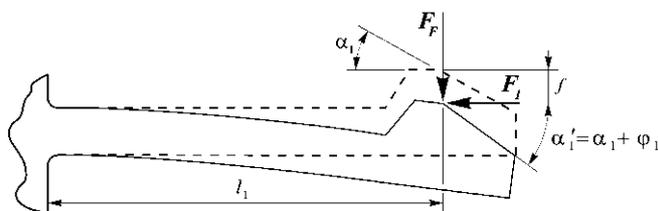
$$\alpha'_1 = \alpha_1 + \varphi_1 = \alpha_1 + c \cdot \frac{f}{l_1} \text{ [rad]} \quad (3)$$

zu. Umgekehrt wird beim Lösen der Lö-

ergeben sich mit dem bisherigen Ansatz beträchtliche Abweichungen. So kann die Haltekraft ohne weiteres um 100% und mehr überschätzt werden. Für noch genauere Resultate müsste eine Theorie 2. Ordnung angewendet werden.

Bei der Auslegung lässt sich die Hakenverformung einfach berücksichtigen, indem von den resultierenden Winkeln α'_1 und α'_2 ausgegangen wird, um daraus mit (3) bzw. (4) auf die Winkel α_1 und α_2 für die Nulllage zurückzurechnen, in welcher der Haken spritzgegossen wird.

Bild 1. Schnapphaken im verformten Zustand bei maximaler Fügekraft F_1



noch zu halten vermag. Bei hinreichend großem Winkel α_2 wird die Verbindung infolge Selbsthemmung unlösbar.

Der Zusammenhang zwischen diesen Kräften ist nach den Gesetzen der Mechanik durch

$$F_{1,2} = \frac{\mu_0 + \tan \alpha'_{1,2}}{1 - \mu_0 \cdot \tan \alpha'_{1,2}} \cdot F = \eta'_{1,2} \cdot F \text{ [N]} \quad (1)$$

gegeben. Darin ist $\eta'_{1,2}$ der Umsetzungsfaktor mit der Haftreibungszahl μ_0 zwischen den Fügepartnern. Für die Füge- und Haltewinkel α'_1 bzw. α'_2 sind dabei gemäss neuem Rechenmodell die Werte des verformten Schnapphakens einzusetzen [1].

Der bisherige Ansatz verwendet die Winkel des unverformten Hakens [2 bis 4]. Mit der Vernachlässigung der Verformung werden indessen die Fügekraft F_1 meist unter- und die Haltekraft F_2 stets massiv überschätzt. Die entstehende Differenz hängt von Hakengeometrie und Reibungsverhältnissen ab.

Weitaus bessere Resultate ergeben sich mit dem Rechenmodell (1), das im Umsetzungsfaktor $\eta_{1,2}$ die Neigung φ des Hakens berücksichtigt. Die Biegetheorie liefert hierfür den Zusammenhang

$$\alpha'_2 = \alpha_2 - \varphi_2 = \alpha_2 - c \cdot \frac{f}{l_2} \text{ [rad]} \quad (4)$$

als resultierendem Lösewinkel.

Die auf diese Weise am verformten Schnapphaken berechneten Kräfte stimmen recht gut mit Resultaten aus FEM-Berechnungen überein. Demgegenüber

Literatur

- 1 Kunz, J.: Schnapphakenkräfte mit neuem Ansatz genauer berechnen. *Kunststoffe Synthetics* 47 (2000) 11
- 2 Delpy, U. et al.: Schnappverbindungen aus Kunststoff. *expert*, Ehningen bei Böblingen 1989
- 3 SNAPS. Berechnung von Schnappverbindungen. CD-ROM, Version 6.0.1. BASF AG, Ludwigshafen
- 4 FitCalc. Berechnungsprogramm für Schnappverbindungen. In: *Engineering Polymers for Technical Solutions*. CD-ROM, Version 1.0. TICONA GmbH, Frankfurt/Main 1998

Johannes Kunz

Kontakt: jkunz@hsr.ch

Querschnittsverlauf	Faktor c
	$h = \text{konst.}$ $b = \text{konst.}$ 1,5
	$h = \text{konst.}$ $b_B = \frac{b_A}{2}$ 1,59
	$h = \text{konst.}$ $b_B = \frac{b_A}{4}$ 1,68
	$h_B = \frac{h_A}{2}$ $b = \text{konst.}$ 1,83
	$h_B = \frac{h_A}{4}$ $b = \text{konst.}$ 2,38

Tabelle 1. Faktor c für Schnapphaken mit unterschiedlichen linearen Querschnittsverläufen