

Ventile aus der Walzmaschine

Machbarkeitsstudie für internationalen Automobilzulieferer

Auch hohle Bauteile lassen sich mittels Querkeilwalzen in Form bringen – zu diesem Ergebnis kommt das IPH in einer Machbarkeitsstudie, die es im Auftrag eines Kunden erstellt hat. Der international tätige Automobilzulieferer will Motor-Ventile künftig im Querkeilwalzverfahren herstellen.

Schmieden und Bohren: So produziert das Unternehmen bisher die Ventile, die in Fahrzeugmotoren zur Einspritzung des Kraftstoffs und zum Auslass der Verbrennungsgase dienen. Die schmale Trichterform (Foto) entsteht in einem Massivumformprozess; eine dünne Öffnung wird anschließend hineingebohrt.

Wesentlich effizienter wäre die Herstellung im Querkeilwalzverfahren. Ließe sich ein dünnes Rohr so walzen, dass der Hohlraum erhalten bleibt, könnte das Bohren entfallen. Das spart nicht nur kostbare Bearbeitungszeit, sondern auch Material. Zudem ist es mit einer Bohrung nicht möglich, einen größeren Hohlraum im Inneren des trichterförmigen Ventilkopfs herzustellen. Ein solcher Hohlraum gefüllt mit Salzlösung trägt dazu bei, die Aufheizung des Ventils zu verringern, die Verbrennungswärme schneller abzuführen und den CO₂-Ausstoß zu verringern.

Ob sich die Ventile mittels Querkeilwalzen herstellen lassen, sollte das IPH deshalb in einer Machbarkeitsstudie für den Automobilzulieferer herausfinden.

Herausforderung: Die schmale Ventilform

Beim Querkeilwalzen wird ein zylindrisches Werkstück zwischen zwei Platten gelegt, die mit einem oder mehreren Keilen versehen sind. Die Platten bewegen sich in gegenläufige Richtungen; dadurch beginnt sich das Bauteil zu drehen und rollt über die Keile hinweg. Die Querschnittsfläche des Bauteils wird dabei lokal verringert – das heißt, es wird an einigen Stellen dünner und länger.

Bei der Herstellung der Ventile stößt dieses Verfahren jedoch an seine Grenzen. Ihre Form ähnelt einem extrem schmalen Trichter: Der Kopf misst bei einer kleinen Ventilform beispielsweise 32 Millimeter im Durchmesser, der Schaft nur etwa 5 Millimeter. So stark lässt sich die Querschnittsfläche mittels Querkeilwalzen nicht reduzieren, ohne dass es zu Umformfehlern kommt – also zu Einschnürungen, Torsion und Schlupf.



Werkzeuggeometrie, Ausgangsform und Temperatur richtig wählen

Ventile im Querkeilwalzverfahren herzustellen ist trotzdem machbar: Mit den richtigen Prozessparametern lassen sich Umformfehler vermeiden. Dutzende Male haben die IPH-Ingenieure den Querkeilwalzprozess am Computer simuliert. Ihre FEM-Simulationen zeigen: Ob die Umformung gelingt, liegt erstens an der Geometrie des Querkeilwalzwerkzeugs, zweitens an der Ausgangsform des Werkstücks und drittens an der Umformtemperatur.

Als Ausgangsform haben die Ingenieure kein 32 Millimeter starkes Rohr gewählt, sondern eine angepasste, deutlich schmalere Vorform. Dadurch muss der Querschnitt beim Walzen nicht mehr so stark reduziert werden. Die Simulationen zeigen, dass sich der Außendurchmesser ungefähr halbieren lässt, ohne dass es zu Umformfehlern kommt. Der Innendurchmesser der Vorform wird dabei auf rund 40 Prozent reduziert. Um die Endgeometrie der Ventile zu erhalten, müssten jedoch sowohl der Außen- als auch der Innendurchmesser auf etwa ein Drittel der Ausgangsmaße reduziert werden.

Ein so hoher Umformgrad ist nicht ohne weiteres möglich, weil das Material während des Querkeilwalzens schnell auskühlt und sich schon nach kurzer Zeit nicht mehr verformen lässt. Um die Endgeometrie zu erreichen, wären also zwei Querkeilwalzdurchgänge nötig, zwischen denen das Bauteil wieder erwärmt wird. Auch mit beheizten Werkzeugen ließe sich der Prozess verbessern.

Mit diesem Wissen kann der Automobilzulieferer den Walzprozess auslegen und bei der Ventilherstellung künftig Zeit und Material sparen.