

Mechanismen und Prozesskontrolle bei der Abschreckung mit wässrigen Polymerlösungen

Mechanisms and process control for quenching with aqueous polymer solutions

Abschreckprozesse werden typischerweise in flüssigen oder gasförmigen Medien betrieben, um mit entsprechenden Abkühlraten die gewünschten Materialeigenschaften zu erzeugen. Wärmeübertragungsraten zwischen Wasser und Öl können mit wässrigen Polymerlösungen, z. B. Polyvinylpyrrolidon (PVP), erreicht werden. Der Wärmeübergang mit PVP-Lösungen kann durch verschiedene Faktoren, wie beispielsweise dem Molekulargewicht des Polymers, der Konzentration, der Anströmung und der Badtemperatur, gesteuert werden.

Während des Abschreckprozesses mit wässriger Polymerlösung findet eine charakteristische Sequenz von Verdampfungs- und Benetzungsvorgängen statt. Im Gegensatz zu reinem Wasser, bei dem der Dampffilm typischerweise entlang der Probe zusammenbricht, kann das Wiederbenetzen in Polymerlösungen in einer explosionsähnlichen Weise stattfinden.

Um die zugrunde liegenden Mechanismen des Wärme- und Stoffübergangs zu verstehen und den Prozess kontrollieren zu können, wurden verschiedene Experimente durchgeführt. Visuelle Beobachtungen mit einer Hochgeschwindigkeitskamera während des Abschreckens in PVP-Lösungen zeigen die Dampffilmbildung und das explosionsartige Wiederbenetzen im Detail. Lokale Messungen der Polymerkonzentration an der Grenzschicht zu einem Dampffilm unter quasistationärem Zustand lassen auf die Mechanismen schließen. In einer Versuchsreihe wurden zylindrische Proben mit verschiedenen Gewichten (1,5–80 kg) unter verschiedenen Strömungsbedingungen abgeschreckt. Die Effekte werden mittels Temperaturkurven von oberflächennahen Thermoelementen, einem Kamerasystem und Messungen der elektrischen Leitfähigkeit und der Geräuscentwicklung charakterisiert.

Quenching processes are typically operated in different liquid or gaseous media to generate via the appropriate heat transfer rates the desired material properties. Specific heat transfer rates between water and oil can be achieved with aqueous polymer solutions for instance with Polyvinylpyrrolidone (PVP). The quenching process and heat transfer rates with PVP can be controlled by different factors as for the molecular weight of the polymer, the PVP concentration in water, flow conditions, and the bath temperature.

During the quenching process with aqueous polymer solution a characteristic sequence of boiling and rewetting takes place. At first film boiling occurs forming a vapor layer. In contrast to pure water where the vapor film typically progresses uniformly along the specimen, in polymer solutions the rewetting can take place in an explosive-like manner.

To understand and control the quenching process and the underlying mechanisms in polymer solution quenching, specific experiments have been executed. Visual observations of specimen during quenching in PVP solutions with high speed recordings show the vapor film formation and explosive-like rewetting. Local measurements of the polymer concentration around a vapor film (electric resistance) and the local temperature characterize the vapor film formation and collapse. Cylindrical samples (1.5–80 kg) have been quenched under different flow conditions. The boiling effects are examined by means of temperature curves of near-surface thermocouples, a camera system and measurements of electrical conductivity and noise generation.



Vortragender / Speaker

Steffen Waldeck

Fachgebiet Mechanische Verfahrenstechnik,
Universität Bremen

Matthias Castens, Friedhelm Frerichs,

Norbert Riefler, Thomas Lübben

Leibniz-Institut für Werkstofforientierte
Technologien – IWT Bremen

Udo Fritsching, Mechanische Verfahrenstechnik –
Universität Bremen, MAPEX – Center for Materials
and Processes, University Bremen, Leibniz-Institut
für Werkstofforientierte Technologien – IWT Bremen