

VariQuench HDG

Steigerung der Festigkeitseigenschaften von Stirnrädern durch die Variation der Abschreckraten während der Hochdruckgasabschreckung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens AiF Nr. 19861 N / FVA 819 I „VariQuench“ wurden verschiedene Möglichkeiten zur Einflussnahme auf den Abkühlungsverlauf während des Hochdruckgasabschreckens nach dem Aufkohlen zum Einsatzhärten von Proben und Zahnrädern untersucht. Ziel war es, durch die Einflussnahme auf den Abschreckverlauf gezielt verschiedene Haltestufen im Temperaturbereich der Martensitstarttemperatur und veränderte Abkühlgeschwindigkeiten durch den Martensitbildungsbereich einzustellen. Die Wärmebehandlung konnte entsprechend der angestrebten Varianten in guter Näherung in Anlagen des Leibniz-IWT umgesetzt werden. Eine Übertragung auf große Chargen, die der industriellen Nutzungsgröße gleich sind, konnte ebenfalls erfolgreich für einige ausgewählte Varianten bei einem Industriepartner erprobt werden. Dabei stellte sich die Hochdruckgasabschreckung als sehr flexible Methode dar, die signifikant veränderte Zeit-Temperaturverläufe während der Abschreckung zulässt, unabhängig von der verwendeten Anlagengeneration, d. h. mit einfacher Leistungsstufen-Variation oder frequenzgeregeltem Lüfter konnten gleichermaßen die angestrebten Zeit-Temperaturverläufe erzielt werden.

Die Ergebnisse der Gleichmäßigkeitsuntersuchungen innerhalb einer Charge haben zwar auf Streuungen während der Abschreckphase mit hohen Temperaturgradienten hingewiesen, jedoch konnte festgestellt werden, dass durch die Haltphasen ein guter Temperatúrausgleich in der Charge mit niedriger effektiver Streuung der Ist-Temperatur aller Bauteile eingestellt werden kann (vgl. Bild 1 Chargenaufbau und Bild 2 Abschreckverläufe einer konventionell und einer mit variabler Abschreckrate abgekühlten Charge).

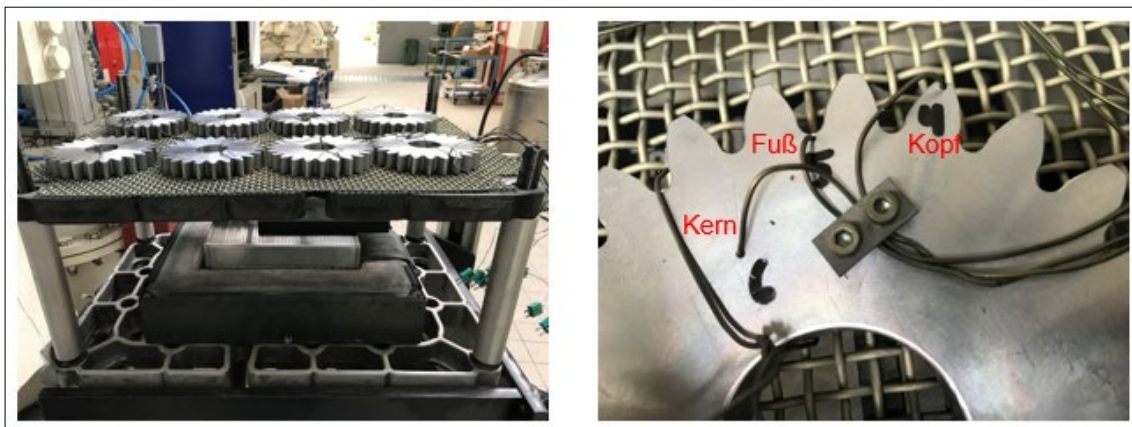


Bild 1: Chargenaufbau (links) und Position der Thermoelemente (rechts)

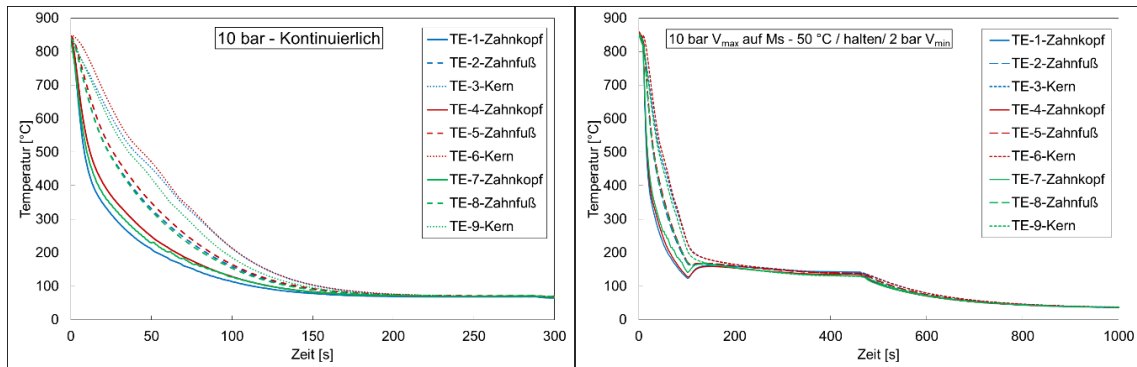


Bild 2: konventionelle Abschreckung auf RT mit 10 bar N₂ (links); Vari-Quenching mit Haltephase unter Martensitstart (ca. 195 °C) (rechts)

Die eingestellten Varianten für die Hochdruckgasabschreckung wurden anschließend umfassend mechanisch erprobt. Neben Torsions- und Umlaufbiegeversuchen zur Prüfung des Einflusses der veränderten Abkühlgeschwindigkeit auf das Gefüge und die Schwingfestigkeit erfolgte eine umfassende Erprobung der mechanischen Kennwerte so behandelter Zahnräder. Die Versuche an der Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebesysteme (FZG) umfassten neben Pulsatorprüfvarianten zur Erprobung der Zahnfußtragfähigkeit auch Laufversuche zur Prüfung der Zahnflankentragfähigkeit von Zahnrädern der Baugröße $m_n = 5$ mm sowie $m_n = 2$ mm. Die Prüfung der Zahnfußtragfähigkeit konnte aufzeigen, dass sich die veränderte Abschreckung, insbesondere wenn eine isothermische Haltephase oberhalb der Martensit-Starttemperatur der aufgekohlten Randschicht vorliegt, positiv auf die Zahnfußtragfähigkeit auswirkt. Bezüglich der Grübchentragfähigkeit bei der Prüfung der Zahnflankentragfähigkeit von Zahnrädern der Baugröße $m_n = 5$ mm und $m_n = 2$ mm können sich die veränderten Abschreckverläufe ebenfalls positiv auf die Tragfähigkeit auswirken. Somit konnte anhand der mechanischen Prüfung sowie begleitender metallographischer und röntgenographischer Untersuchungen gezeigt werden, dass eine reduzierte Abschreckgeschwindigkeit ab Erreichen der Martensitstarttemperatur zu einem gewissen Anteil Bainit in den Bauteilen führt, der wiederum eine verbesserte Martensitmorphologie bewirken und damit die Bauteileigenschaften positiv beeinflussen kann. Damit konnte eine neue Methode aufgezeigt werden, wie für Bauteile verschiedener Geometrien durch eine einfache Veränderung der Abschreckverläufe mittels gängiger Technik ohne zusätzliches Anlagen-Invest bessere Bauteileigenschaften erzielt werden können.

Autoren: **Dr.-Ing. Matthias Steinbacher**
Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien - IWT Bremen
Hauptabteilung Werkstofftechnik

Stefan Reitschuster
Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design
Lehrstuhl für Maschinenelemente, Forschungsstelle für Zahnräder und
Getriebesysteme

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Dirk Arnold
T 069- 66 03- 16 32

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 19861 N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen

Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA ist das weltweit führende Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik. Die 170 laufenden Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung fördern die Innovationsfähigkeit der Industrie im Bereich der Antriebstechnik und ist an den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen ein wichtiger Beitrag zur Ausbildung von Jungingenieuren in und für die Branche. Die 207 Mitgliedsfirmen sind produzierende Unternehmen aus der Antriebstechnikbranche. Zusammen mit den über 40 Forschungsinstituten bildet die FVA die Basis für das weltweit führende Netzwerk der Antriebstechnik.

Die FVA versteht sich als eine wichtige Plattform der Kommunikation und des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Industrie. Themenfelder sind die mechanische und die elektrische bzw. mechatronische Antriebstechnik, sowohl von stationären industriellen Anlagen als auch von Fahrzeugen, mobilen Maschinen und Luftfahrzeugen. Die Gemeinschaftsforschung hat zum Ziel, das technische Know-how der Unternehmen und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken.

Informationsveranstaltungen, Seminare und Tagungen der Forschungsvereinigung bieten den Unternehmen die Möglichkeit, neueste Forschungsergebnisse anzuwenden und Mitarbeiter entsprechend aus- und weiterzubilden.

Weitere Informationen unter www.fva-net.de.