

Einflussuntersuchung der Aufkohlschichtdicke auf Abriebverschleiß eines Werkstoffs für Zahnradgetriebe

Wieczorek, A.

In diesem Artikel werden die Ergebnisse von Abriebverschleißversuchen der Proben aus Stahl 20H2N4A beschrieben. Diese Proben unterscheiden sich in der Dicke der aufgekohlten Schicht. Diese Versuche wurden auf der Maschine AMSLER bei Laufreibung mit Schlupf durchgeführt. Im Rahmen des Vorhabens wurden die Härteverteilung und Kohlenkonzentration in der Oberschicht der Proben gemessen. Es wurde festgestellt, dass der Verschleiß bei größerer ausgehärteter Schicht größer wird.

In the paper there are presented some experimental results of 20H2N4A steel samples wearing characterizing by varying thickness of carburized layer. Some experiments were carried out on an AMSLER test stand in conditions of rolling friction with sliding. In the domain of the research there was carried out a measurement of distribution of hardness and coal concentration in sample's surface layer. It was found that increased wear was occurred with rising thickness of hardened surface layer.

11 Einleitung

Der Verschleiß ist eine der Hauptmerkmale für die Ausnutzung der Verzahnung während des Betriebs. In der ersten Phase des Getriebebetriebs ist dieser Prozess besonders erwünscht, weil sich die zusammenarbeitenden Flächen anpassen und die Zähne besser anliegen /2/. Aufgrund des fortgeschrittenen Zahnverschleißes /3/ können folgende Merkmale auftreten:

- Hoher Verschleiß des Zahnkopfs
- Hoher Verschleiß des Zahnfußes
- Ablagerung des Abriebmaterials in dem Getriebe
- Überschreitung der maximalen Werte des Zwischenzahnspiels

Zum Abrieb der ausgekohlten Oberschicht /4,5,6,7,8,9/ führen folgende Faktoren:

- a) Technologie und Werkstoffe
- b) Parameter der Oberschicht
- c) Arbeitsbedingungen des Reibungspaares

12 Ziel, Gegenstand und Bedingungen der Versuche

Als Ziel der Versuche wurde die Ermittlung des Einflusses der Dicke der aufgekohlten Schicht auf den Abriebverschleiß definiert, unter besonderer Betrachtung am Anfang des Betriebs.

Bei Abriebverschleißversuchen von Stirnrädern wird ein gleitend – wälzendes Modell der Zahnpaare angenommen, deren Kontakt als zwischen zwei äquivalenten parabolischen Walzen mit Radien ρ_1 und ρ_2 (**Bild 1**) definiert ist. Unter diesem Verhalten mit gleichen Lasten und kinematischer Ähnlichkeit wurde dieses Modell auf der Maschine Typ AMSLER /3/ untersucht.

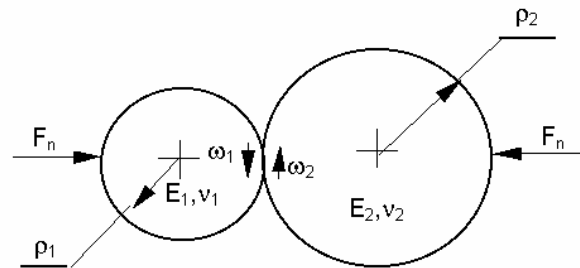


Bild 2: Ein Modell des Zahnpaars

In diesen Versuchen wurden Proben aus Stahl 20H2N4A (**Bild 2**) mit einer Aufkohlschichtdicke von 1 mm, 1,5 mm, 2,2 mm und 3,0 mm untersucht.

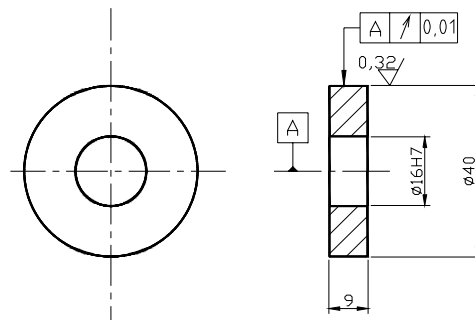


Bild 2: Abmaße der Proben

Die Wärmebehandlungsparameter der untersuchten Proben sind in der **Tabelle 1** zusammengefasst.

Werkstoff		20H2N4A
Aufkohltemperatur		910 °C
Härtetemperatur		860 °C
Temp. für das Anlassen bei niedriger Temperatur		200 °C
Probe F3	Dicke der ausgehärteten Schicht	s=1,0 mm
	Aufkohlzeit [h]	8
Probe F4	Dicke der ausgehärteten Schicht	s=1,5 mm
	Aufkohlzeit [h]	15
Probe F5	Dicke der ausgehärteten Schicht	s=2,2 mm
	Aufkohlzeit [h]	20
Probe F13	Dicke der ausgehärteten Schicht	s=3,0 mm
	Aufkohlzeit [h]	30
Härtezeit [H]		2
Kühlmittel		Öl OH – 70

Tabelle 1: Wärmebehandlungsparameter der Proben

Die Verschleißversuche /1/ wurden auf der Abriebmaschine AMSLER (**Bild 3**) durchgeführt. Auf dieser Maschine lassen sich zwei Arten von Reibung (Gleit-, bzw. Gleit – Wälz-) zwischen den Zahnpaaren realisieren. Folgende Betriebsparameter wurden eingestellt:

- Reibungsart: Gleitreibung
- Gegenläufige Bewegung der Stirnräder
- Belastungsart: konstante radiale Kraft $F = 200 \text{ N}$ bzw. $F = 400 \text{ N}$
- Kontaktbreite der Proben: $b = 4 \text{ mm}$
- Drehzahl: $n_1 = 200 \text{ min}^{-1}$ und $n_2 = 400 \text{ min}^{-1}$
- Umfangsgeschwindigkeit der Proben: $v_p = 0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ und $v_p = 1,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Schmierungsart: Spritzschmierung mit Öl TRANSOL VG–220 (Viskosität bei 40 °C gleich $220 \text{ mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$)
- Werkstoff für die Gegenprobe: Stahl 40H mit Härte 59 HRC



Bild 3: Der Prüfstand AMSLER

13 Versuchsergebnisse

In den durchgeführten Versuchen wurde der Masseverlust der untersuchten Probe als Maß für den Verschleiß angenommen. Der Masseverlust der Probe wurde alle 10 Minuten während des Versuchs mittels einer analytischen Waage (Genauigkeit $\pm 0,5$ mg) ermittelt. Die Dauer des gesamten Versuchs betrug 120 min.

Zeit, [min]	Masseverlust, g			
	s=1,0 mm	s=1,5 mm	s=2,2 mm	s=3,0 mm
10	0,299	0,294	0,359	0,341
20	0,401	0,395	0,534	0,524
30	0,411	0,400	0,544	0,536
40	0,412	0,401	0,549	0,541
50	0,415	0,404	0,552	0,543
60	0,419	0,405	0,555	0,543
70	0,421	0,406	0,559	0,545
80	0,423	0,410	0,559	0,546
90	0,424	0,411	0,560	0,546
100	0,427	0,411	0,564	0,547
110	0,427	0,414	0,568	0,547
120	0,428	0,417	0,568	0,548

Tabelle 2: Messergebnisse von Masseverlust für Versuchsproben bei Schlupfgeschwindigkeit $v=0,88$ m/s.

Zeit, min	Masseverlust, g			
	s=1,0 mm	s=1,5 mm	s=2,2 mm	s=3,0 mm
10	0,203	0,253	0,388	0,384
20	0,224	0,264	0,419	0,423
30	0,233	0,279	0,443	0,465
40	0,267	0,288	0,468	0,678
50	0,293	0,300	0,480	0,806
60	0,316	0,315	0,524	0,851
70	0,345	0,331	0,621	0,924
80	0,410	0,341	0,638	0,963
90	0,463	0,368	0,776	1,031
100	0,506	0,370	0,793	1,035
110	0,565	0,380	0,808	1,040
120	0,647	0,394	0,871	1,042

Tabelle 3: Messergebnisse von Masseverlust für Versuchsproben bei Schlupfgeschwindigkeit $v=1,76$ m/s.

In den **Tabellen 2 und 3** sind die Ergebnisse des Masseverlusts für die untersuchten Proben aufgelistet. Auf den **Bildern 4 und 5** sind Diagramme in der Form einer exponentiellen Trendlinie dargestellt.

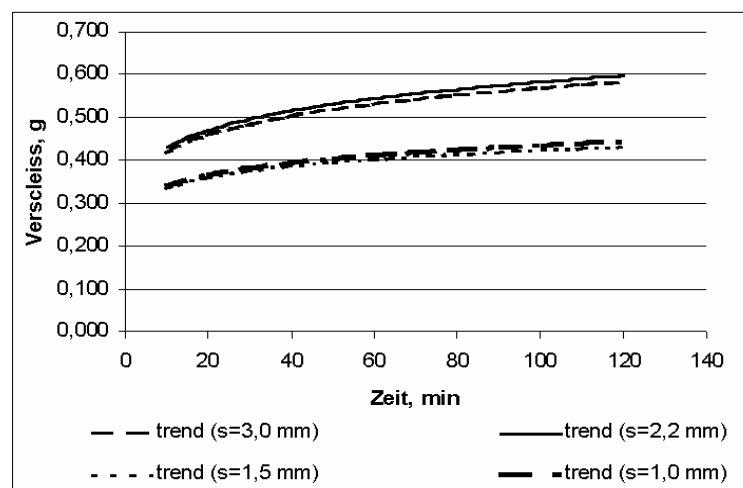


Bild 4: Trendlinien für untersuchten Proben bei unterschiedlichen Dicken von aufgekohlten Schicht s bei Schlupfgeschwindigkeit $v=0,88$ m/s.

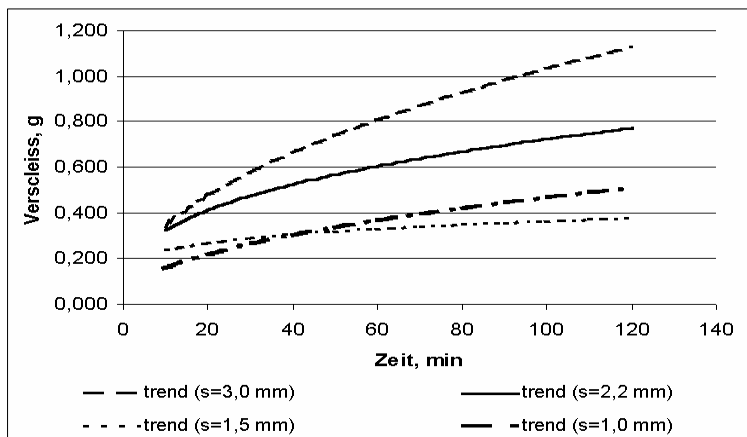


Bild 5: Trendlinien für untersuchten Proben bei unterschiedlichen Dicken von aufgekohlten Schicht s bei Schlupfgeschwindigkeit $v=1,76$ m/s.

Anhand der **Bilder 4 und 5** lässt sich ablesen, dass die Ergebnisse für Proben mit einer Aufkohlschicht von $s=1,0$ mm und $s=1,5$ mm ähnlich sind. Im Fall von Proben mit einer Aufkohlschicht von $s=2,2$ mm und $s=3,0$ mm sehen die Werte für niedrigere Schlupfgeschwindigkeit auch ähnlich aus. Bei höherer Schlupfgeschwindigkeit ($v=1,76$ m/s) weisen dieselben Proben größere Abriebmerkmale auf.

Nach der genaueren Betrachtung der Wärmebehandlungsparameter der Proben (**Tabelle 1**) lässt sich beobachten, dass die Länge der Wärmebehandlung mit den Dicken der Aufkohlschicht steigt. In der Zeit der Wärmebehandlung kommt es zu intensiver Oxidation der Oberschicht der Probe, welche bei längeren Wärmebehandlungszeiten dicker wird /10/.

14 Zusammenfassung

Diese Ergebnisse zeigen, dass die längere Wärmebehandlung der Proben eine Bedeutung für den Abriebverschleiß hat. Deutlich größerer Verschleiß lässt sich erkennen, wenn die Proben länger als 15 Stunden wärmebehandelt wurden.

15 Literatur

- /1/. Norma PN-82/H-04332 Badanie zużycia metali lub ich warstw dyfuzyjnych w procesie tarcia ślizgowego przy stałym nacisku na maszynie Amslera
- /2/. Jaskiewicz, Z., Wasiewski, A.: Przekładnie walcowe. Wydawnictwa Łączności i Komunikacji, Warszawa 1995.
- /3/. Sabiniak H, Wozniak J.: Określenie obciążalności przekładni ślizgowych ze względu na zużycie ściernie. Trybologia nr 5, 1995
- /4/. Senatorski J.: Wpływ smarowania na odporność na zużycie warstw dyfuzyjnych. MOCIP nr 118-120, 1992, s.39-40
- /5/. Senatorski J., Tacikowski J.: Własności trybologiczne warstw dyfuzyjnych na stalach konstrukcyjnych i narzędziowych. Trybologia nr 2, 1988
- /6/. Senatorski J., Tacikowski J.: Wpływ prędkości tarcia na własności trybologiczne warstw dyfuzyjnych. Trybologia nr 3, 1989
- /7/. Burakowski T., Senatorski J., Tacikowski J.: Wpływ struktury warstw dyfuzyjnych na ich własności trybologiczne. Trybologia nr 6, 1986
- /8/. Burakowski T., Senatorski J., Tacikowski J.: Porównanie odporności na zużycie trybologiczne warstw nawęglanych i azotowanych. Trybologia nr 3, 1984
- /9/. Krol R.: Badanie wpływu parametrów obróbki cieplnej nawęglonej stali 18HGM na jej udarność i odporność na zużycie ściernie. Przegląd Mechaniczny nr 1, 1994
- /10/. Wawrzyk P., Wesseley R.: Bezgorzelinowe nagrzewanie stali w piecach grzewczych. Wydawnictwo „Ślask”, Katowice 1973