

U/319

Keček'jan, A.S., Orlov, E.N.

EINFLUSS EINER VORLAST AUF DIE MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN
VON POLYMEREN

Deutsche Vollübersetzung aus:

Vysokomolekuljarnye soedinenija. Serija B. Moskva, 27 (1985),
Nr 1, S. 5 - 6.

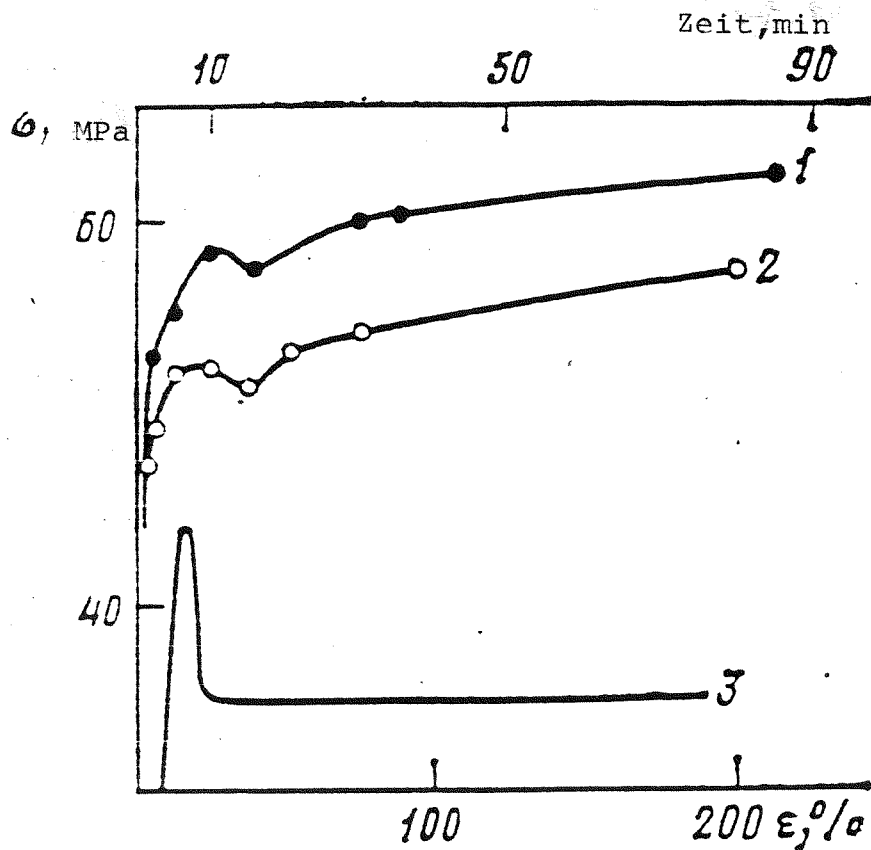
Russ.: ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРУЖЕНИЯ
НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

Vlijanie predvaritel'nogo nagruženija na mehaničeskie
svojstva polimerov

Der Einfluss der Vorbelastung auf die Festigkeitsgrenze der Polymere ist im Falle von orientierten Polymeren langsamer als im Falle von isotropen Polymeren. Der Effekt wird auf den Verlauf der Relaxation der lokalen Spannungen zurückgeführt.

Bekanntlich nehmen Lebensdauer und Festigkeit von belasteten polymeren Werkstoffen in Abhängigkeit von der angelegten Spannung σ mit zunehmender Größe und Einwirkungsdauer ab /1, 2/.

Beim Kaltumformen von einigen Polymeren (Polyamid 6, PETPh, PP) wurde festgestellt, daß mit zunehmender Dauer der Vorlast die Proportionalitätsgrenze ansteigt, dies umso mehr, je größer die Vorlastspannung ist. Die Zunahme der Proportionalitätsgrenze beobachtet man nicht nur bei Einwirkung einer konstanten Spannung, sondern auch dann, wenn die Probe kurz gedehnt und in diesem Zustand festgehalten wird.



Abhängigkeit der Proportionalitätsgrenze von Polyamid 6 von der Vorlastdauer:

- 1) 37 MPa; 2) 22) MPa; 3) Spannungs-Dehnungs-Kurve einer nicht vorbelasteten Probe.

In der Abbildung ist die Abhängigkeit der Proportionalitätsgrenze von der Vorlastspannung graphisch dargestellt. Die Prüfgeschwindigkeit betrug 50 mm/min (relative Anfangsgeschwindigkeit $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$). Die Probe, die im anschließenden Versuch zur Kurve 1) führt, wurde annähernd in Höhe der Streckspannung vorbeanspruchert. Wie ersichtlich, tritt der größte Anstieg der Proportionalitätsgrenze in den ersten Minuten der Kraftaufbringung ein, danach wird er schnell schwächer. Mit zunehmender Vorlastspannung beobachtet man einen stärkeren Anstieg der Proportionalitätsgrenze, was jedoch nur bis zu einem gewissen Wert der Vorlastspannung möglich ist. Belastet man darüberhinaus, so bildet sich in der Probe während der Vorbelastung ein Hals aus. Somit wird die festgestellte Abhängigkeit offensichtlich nur dann eingehalten, wenn man unter bestimmten Spannungswerten

bleibt. Überschreitet man diese Werte, bekommt man ein anderes Werkstoffverhalten, das der kinetischen Festigkeitstheorie entspricht.

Eine kurzfristige Entlastung der Probe nach der Vorbelastung führt nach ca. 3 s zum Verschwinden des beschriebenen Effekts, entsprechend schwächer bei kürzerer Entlastungsdauer. Bei nachfolgender Belastung kommt es je nach Vorlastspannung erneut zu einem Ansteigen der Proportionalitätsgrenze (siehe Abbildung). Die bleibende Verformung, gemessen nach momentaner Entlastung (Zehntelsekunden) der 30 min lang mit 37 MPa Spannung belasteten Probe, lag unter 1,5 %. 5 s später ist der Effekt völlig verschwunden und die bleibende Verformung beträgt 1 %.

Die festgestellte Gesetzmäßigkeit wird auch beim Entstehen eines sogenannten Halses zweiter Ordnung eingehalten. Dieser Hals bildet sich in einigen Fällen im zweiten (Entstehungs-) Abschnitt der Spannungs-Dehnungs-Kurve aus, wo der Effekt äußerst groß ist.

Die Streckspannung orientierter polymerer Werkstoffe nimmt unter dem Einfluß von Vorlastspannungen, die weit unter der Bruchspannung liegen, ebenfalls zu. In den durchgeführten Versuchen mit Prüfungsgeschwindigkeiten von 200 mm/min (relative Anfangsgeschwindigkeit $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$) zeigte sich für Polyamid 6, daß eine 1 h lang mit 83 % der Bruchspannung vorbelastete Probe eine um 22 % höhere Streckspannung aufwies. Die bleibende Verformung der 1 h lang belasteten Probe betrug unmittelbar nach Entlastung 6 %, nach weiteren 5 min 5,5 %. Der Einfluß der Vorlast wirkt sich auf orientierte Polymere offensichtlich geringer aus als auf isotrope. Der Effekt geht bei Entlastung orientierter Polymere auch langsamer zurück (in dem oben illustrierten Experiment dauerte seine Abnahme von 22 % auf 5 % 1,5 min).

Eine mögliche Erklärung für die beschriebene Erscheinung ist die Relaxation der lokalen Spannungen. Sie tritt in einem belasteten Werkstoff mit der Zeit ein. Deshalb ist beim darauf-

folgenden Strecken eine größere durchschnittliche Spannung zum Erreichen von Proportionalitätsgrenze bzw. Streckspannung erforderlich.

Literatur

1. Регель В. Р., Слущер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука, 1974.
Regel', V.R., Slucker, A.I., Tomaševskij, È.E.
Kinetičeskaja priroda pročnosti tverdych tel.
Moskva: Verlag "Nauka", 1974.
/Kinetische Beschaffenheit der Festigkeit von Festkörpern;
russ./
2. Аскадский А. А. Деформация полимеров. М.: Химия, 1973, с. 395.
Askadskij, A.A.
Deformacija polimerov.
Moskva: Verlag "Chimija", 1973, S. 395.
/Verformung von Polymeren; russ./

A.V. Topčiev-Institut für petrochemische Synthese
der Akademie der Wissenschaften der UdSSR

Redaktionseingang

5.4.1984

Stuttgart, den 18. März 1988

übersetzt von

Ottmar Pertschi

(Ottmar Pertschi)
Dipl.-Übersetzer