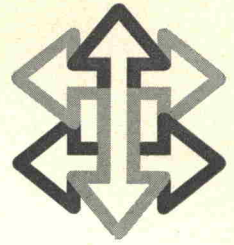


GEIG-W-72-1222

Sonderdruck aus

Zeitschrift für Werkstofftechnik / Journal of Materials Technology



3. Jahrgang · Heft 7 (1972) · Seite 368–376

Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstr.

Untersuchungen zur Änderung des Aggregatzustandes von Metallen beim Durchgang starker Stoßwellen

W. Geiger, G. Honcia, A. Rühl und W. Wolf

Mitteilung aus der Abteilung Physikalische Verfahrenstechnik
des Battelle-Instituts e. V. Frankfurt (Main)

MAY 25 1973

Untersuchungen zur Änderung des Aggregatzustandes von Metallen beim Durchgang starker Stoßwellen

W. Geiger, G. Honcia, A. Rühl und W. Wolf

Mitteilung aus der Abteilung Physikalische Verfahrenstechnik
des Battelle-Instituts e. V. Frankfurt (Main)

Die Aufheizung von Metallen beim Durchgang von Stoßwellen ist wegen der kleinen Kompressibilität fester Körper im allgemeinen gering. Im Fall extrem starker Stoßwellen, beispielsweise bei der Anwendung von Sprengstoffen, kann der Temperaturanstieg jedoch so groß sein, daß das Metall nach der Druckentlastung flüssig ist. Diese Aussage stützt sich allerdings fast ausschließlich auf theoretische Berechnungen, da die direkte Bestimmung der Temperatur und damit des Aggregatzustands wegen der Kurzzeitigkeit der Vorgänge schwierig ist.

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, unter Verzicht auf direkte Temperaturmessung das mögliche Schmelzen von Metallen unter Stoßbelastung durch Untersuchung bestimmter, für den jeweiligen Aggregatzustand charakteristischer Erscheinungen nachzuweisen. Hierzu wurden durch Proben aus teils metallischen, teils nichtmetallischen Materialien mit Hilfe von Sprengstoffen Stoßwellen unterschiedlicher Stärke geschickt. Der Aggregatzustand nach der Druckentlastung wurde durch Röntgenblitzaufnahmen und Untersuchungen am aufgefangenen Material ermittelt. Es zeigte sich in Übereinstimmung mit der theoretischen Vorhersage, daß nur niedrigschmelzende Metalle wie Blei oder Zinn nach der Druckentlastung im flüssigen Zustand vorliegen und auch diese nur bei Anwendung hochenergetischer Sprengstoffe mit Stoßwellendrücken von einigen hundert Kilobar. Von diesen Fällen abgesehen sind stoßbelastete Metalle nach dem Stoßwellendurchgang im festen Zustand, mit einer Temperaturerhöhung von höchstens wenigen hundert Grad.

Changes of the state of aggregation of metals due to the passage of strong shock waves. The heating of metals due to the passage of a shock wave is, in general, small because of the low compressibility of solids. Under the action of extremely strong shock waves, for instance in the applications of high explosives, the increase of temperature may however, be so high that after pressure release the metal is in the liquid state. This prediction is based mainly on theoretical calculations as the direct determination of temperature, and hence of the state of aggregation, is difficult because of the rapid rate of the processes involved.

The investigation discussed here was aimed at demonstrating the possible melting of metals under shock loading by looking for specific phenomena characteristic of the state of aggregation. To do this, shock waves of different intensities produced by means of high explosives were passed through samples of partly metallic, partly nonmetallic, material. The state of aggregation after pressure release was determined by X-ray flash photography and by investigations of recovered parts of the samples. The investigations show in accordance with the theoretical predictions that only low-melting metals, such as lead or tin, are in the liquid state after pressure release, and even these only when high explosives with shock pressures of several hundred kilobars are applied. Apart from these cases shock loaded metals are in the solid state after pressure release, with a maximum increase in temperature of a few hundred degrees.

1. Einleitung

Bei der Anwendung von Sprengstoffen besteht häufig die Aufgabe, eine metallische oder nichtmetallische Schicht mittels Sprengstoff auf hohe Geschwindigkeit zu beschleunigen. Beispiele hierfür sind das Sprengplattieren, das Spreng-

umformen und die Projektilbildung aus metallischen Einlagen.

Abgesehen von möglichen Änderungen der Materialeigenschaften (Gefüge, Festigkeit usw.) tritt hierbei immer eine Erwärmung des Schichtmaterials auf. Die erzeugte Wärme stammt im wesentlichen aus zwei Quellen: