

vor allen Dingen der Mitarbeit von Dr. Rohn und Dr. Hessenbruch von der Firma Heraeus sowie Fabrikant Karl Haas aus Schramberg, der mit außerordentlicher Genauigkeit die fabrikmäßige Bearbeitung des Werkstoffes durchgeführt hat. Er hat auch die letzte Schmelze, die wir „Nivarox C“ nennen, und die vollkommene Kompensation bringt, aber andererseits in der Bearbeitung erhebliche Schwierigkeiten verursacht, so herausgebracht, daß hervorragende Resultate erzielt worden sind. Die Festigkeit des Materials ist durch eine Glühbehandlung vergütet.

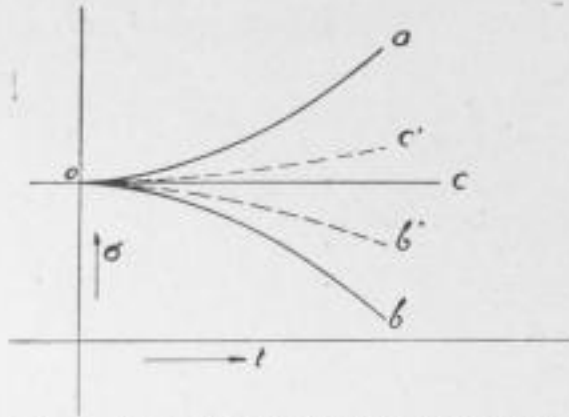


Abb. 1. Selbstkompensation beim Nivarox-Material; a = magnetostruktive Spannung, b = mechanische Spannung, c = resultierende Spannung in Abhängigkeit von der Temperatur t. Durch entsprechende Behandlung läßt sich erreichen, daß die resultierende Spannung gleich Null wird und bleibt

Die magnetostruktive Spannung übt bei bestimmten Legierungen eine Kompensationswirkung gegenüber der mechanischen Spannung aus, welche ihrerseits bekanntlich temperaturabhängig ist. Man kann nun die Materialien so beeinflussen, daß die eine Spannung sich in der einen Richtung, die andere in der anderen Richtung ändert, d. h. man kann die Temperaturabhängigkeit so gestalten, daß vollkommene Temperaturkompensation eintritt.

Kersten hat erstmals Elinvar in dieser Richtung untersucht. In der wiedergegebenen Abbildung 1, welche die Selbstkompensation beim Nivarox-Material veranschaulicht, ist o-a der Verlauf der mechanischen Spannung, o-b der magnetischen Spannung, o-c die resultierende Spannung. Bei Elinvar sind aber die Schmelzen sehr verschieden; bei Nivarox haben wir dagegen die Möglichkeit, die Spannung durch Wärmebehandlung zu ändern. Bei Nivarox können wir also auch nachträglich den Wert der Schmelze ändern, so daß stets gleichmäßiges Material herauskommt. Wir haben also die Möglichkeit einer Regulierung der thermischen Kompensation derart, daß in Abb. 1 die magnetische und

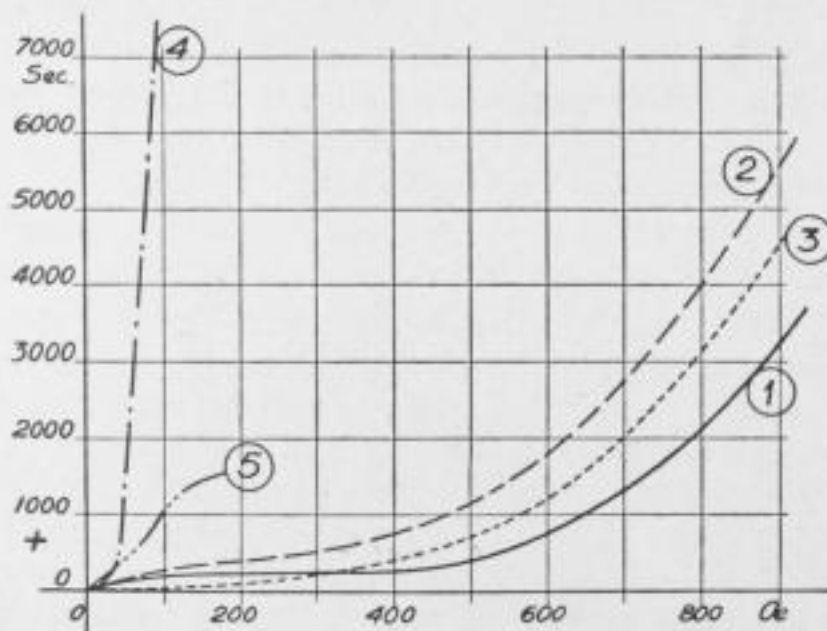


Abb. 2. Verhalten verschiedener Spiralfedern (Gangänderung) in magnetischen Feldern verschiedener Stärke

die mechanische Spannung sich ausgleichen, die resultierende Linie o c also auf der Nulllinie verläuft.

Wir haben kürzlich das Verhalten verschiedener Spiralfedern im magnetischen Felde mit der Zeitwaage im Vergleich mit einem synchronisierten Viertelsekundenpendel geprüft; Abbildung 2 zeigt, wie stark schon bei kleineren Feldern Stahlschmelzen, Elinvarfedern schon in mittleren Feldern beeinflusst werden, während Nivaroxfedern erst bei sehr großen Feldern merkbar beeinflusst werden. Bei der neuesten

Schmelze, welche die Bezeichnung „Nivarox C“ erhalten hat, ist die magnetische Beeinflussung außerordentlich gering. Eine völlig restlose Beseitigung der magnetischen Beeinflussung ist nicht möglich, weil dann, wie an Hand der Abbildung 1 gezeigt wurde, ja die thermische Kompensation nicht mehr zu erreichen wäre. Jedoch ist der bleibende Einfluß auf den Gang außerordentlich klein, wie an Hand einer Reihe von Kurven über die Gangänderung von Uhren im magnetischen Feld gezeigt wird (vgl. Abb. 3).

Die Kurven der Abbildung 2 ergeben z. B., daß eine Stahlschmelze schon bei einem magnetischen Feld von 30 Oerstedt stehen bleibt (Kurve 4 in Abbildung 2). Eine Uhr mit einer Elinvarschmelze bleibt in einem Felde von 150 Oerstedt stehen und ändert bereits vorher erheblich ihren Gang (Kurve 5 in Abbildung 2). Eine dritte Spiralfeder war aus dem völlig unmagnetischen Contracid-Material hergestellt. Trotzdem zeigt die Uhr eine starke Abhängigkeit des Ganges vom Magnetfeld (Kurve 2 in Abbildung 2); die einmetallische Unruh ist hier offenbar durch entstehende Wirbelströme beeinflusst. Kurve 3 in Abbildung 2 zeigt schließlich eine Uhr mit einer Spiralfeder aus Nivarox C mit aufgeschnittener antimagnetischer Unruh. Der Gang bleibt hier konstant; selbst durch ein Feld von 400 Oerstedt tritt

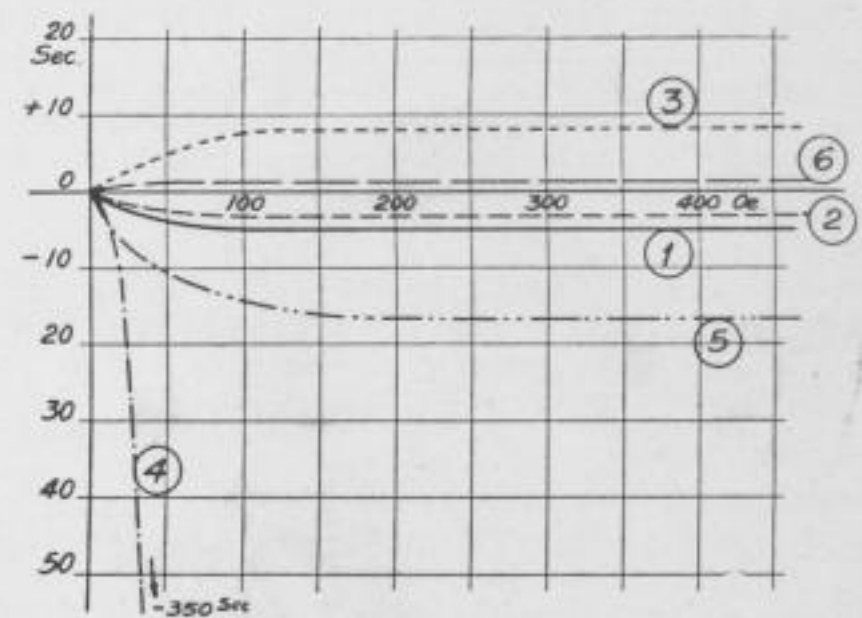


Abb. 3. Der bleibende Einfluß nach Magnetisierung verschiedener Spiralfedern

noch keine wesentliche Störung ein. Von 300 Oerstedt abwärts ist der Gang vollkommen unabhängig vom Magnetfeld.

Von besonderer Wichtigkeit ist ferner der bleibende Einfluß nach der Magnetisierung. Alle gehärteten Stahlteile bleiben Dauermagnete, die natürlich ihren Einfluß auch nach der Entfernung der Uhr aus dem Magnetfeld ausüben. Bei „Nivarox C“ hat sich nach starken Magnetisierungen ein bleibender Einfluß nur in der Größenordnung von etwa drei bis vier Sekunden gezeigt (Kurve 6 in Abbildung 3). Bei Elinvar haben wir bereits einen erheblich stärkeren bleibenden Einfluß (Kurve 5 in Abbildung 3). Bei einer Stahlschmelze ist der bleibende Einfluß außerordentlich und beträgt schon bei 30 Oerstedt 300 Sekunden. (Der Vortragende zeigte ferner Magnetisierungskurven von Stahl, Elinvar und Nivarox.)

Die Unempfindlichkeit gegen magnetische Einflüsse kann wohl nicht weiter reduziert werden. Bemerkenswert ist ferner die Anwendungsmöglichkeit der Nivarox-Spiralfedern für Uhren in tiefen Temperaturen, wenn man ein Material mit einem positiven sekundären Fehler auswählt, wobei man bis -30° nur sehr geringe Abweichungen erhält.

Unempfindlichkeit gegen Magnetfelder, hohe Elastizität, die sogar höher ist als bei der im allgemeinen verwendeten Qualität von Stahlfedern, Korrosionsfestigkeit und weitgehende Kompensation sind die hervorragenden Eigenschaften des Nivarox-Materials.

(Der Vortragende zeigte als letztes Bild schließlich ein Gangzeugnis mit Notizen des Regleurs der Firma Longines,