

Neues über Berylliumlegierungen für Zugfedern, Spiralfedern und andere Uhrenteile

Kurzbericht von Dr. Hessenbruch und Dipl.-Ing. R. Straumann auf der Fachtagung der Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik in Freudenstadt (Schwarzwald) am 20. September 1936

Dr. Hessenbruch, Hanau: Hinsichtlich der Zugfedern für Uhren ist in den Vorträgen die aufschlußreiche Mitteilung gemacht worden, daß wir nicht mehr auf den schwedischen Stahl angewiesen sind. Mancher Uhrmacher hat nun vielleicht noch von früher her eine gefühlsmäßige Abneigung gegen deutsche Federstähle. Es wäre daher wohl zweckmäßig, mit deutschen Stählen größere Versuchsreihen anzustellen, damit dieses alte Vorurteil endgültig geklärt und beseitigt wird.

Neben den Stählen ist in den letzten Jahren eine Legierung herausgebildet worden, welche Aufgaben lösen soll, die mit der Stahlfeder nicht gelöst werden können. Die Stahlfeder rostet z. B., und zwar schon am Lager. Mir ist gesagt worden, daß in der Fabrikation oft schon ein Drittel der lagernden Federn durch Rosten verderben. Andererseits ist der Stahl magnetisch; da es sich in der Zugfeder um ein verhältnismäßig großes Stück in der Uhr handelt, so soll gerade die Zugfeder nicht magnetisch werden, weil von ihr aus besonders große Einflüsse auf die übrigen Uhrenteile ausgeübt werden. Dies kann man erreichen, indem man Legierungen auswählt, die vollkommen unmagnetisch sind.

Diese Legierungen waren aber zu weich, so daß man erst nach längeren Versuchen in den Beryllium-Contracid-Legierungen, die unter verschiedenen Handelsnamen bekannt sind, ein geeignetes Material fand. Die Zugkraft beträgt 90 bis 95 % einer gehärteten Stahlfeder der gleichen Dimensionen; eine solche Zugfeder ist unmagnetisch und praktisch nicht rostend; ja, man kann sie sogar in 10-prozentige Salzsäure legen, ohne daß sie angegriffen wird. Das liegt daran, weil es sich hier um ein hochlegiertes Material handelt.

Es würde sicherlich zu begrüßen sein, wenn auch von anderer Seite einmal Versuche gemacht würden, die sich auf die Freiheit von Magnetismus und auf die Korrosionsfestigkeit erstrecken. Das ist ein Punkt, über den vielleicht R. Straumann Einzelheiten noch berichten kann.

Der Kraftverbrauch einer Zugfeder aus Beryllium-Contracid ist geringer als der einer Stahlfeder, da die Reibung nicht so groß ist. Eine normale Stahlfeder hat doch immer auf der Oberfläche „Rostpünktchen“, selbst wenn sie theoretisch korrosionsfrei ist. Wir müssen ferner die

Abhängigkeit der Zugkraft von der Zeit mit berücksichtigen. Hier ist die Beryllium-Contracid-Feder erheblich günstiger. Während nämlich bei einer Stahlfeder ein Nachlassen der Zugkraft eintritt, tritt bei der Berylliumfeder infolge der Vergütung eine größere Konstanz der Zugkraft ein, so daß nach einer gewissen Zeit die Zugkraft der Berylliumfeder größer sein wird als die der gleichartigen Stahlfeder.

In Unruh-Spiralfedern hat sich bekanntlich die Berylliumlegierung „Nivarox“ mit großem Erfolge durchgesetzt, worüber wohl Direktor Straumann neue Einzelheiten mitteilen kann.

Dipl.-Ing. R. Straumann, Waldenburg: Die Versuchsperiode hinsichtlich der Verwendung von Berylliumlegierungen in der Uhrentechnik ist nunmehr abgeschlossen. Innerhalb einer verhältnismäßig kurzen Zeit ist es uns gelungen, mit Erfolg die Legierung einzuführen. Das verdanken wir 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 fabrikationsmäßige 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

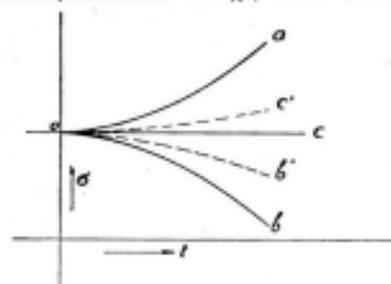


Abb. 1. Selbstkompensation beim Nivarox-Material; a = magnetostriktive Spannung, b = mechanische Spannung, c = resultierende Spannung in Abhängigkeit von der Temperatur t . Durch entsprechende Behandlung läßt sich erreichen, daß die resultierende Spannung gleich Null wird und bleibt

erhebliche Schwierigkeiten verursacht, so herausgebracht, daß hervorragende Resultate erzielt worden sind. Die Festigkeit des Materials ist durch eine Glühbehandlung vergütet.

Die magnetostriktive 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 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 Stahlspiralfedern, 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. Die 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).

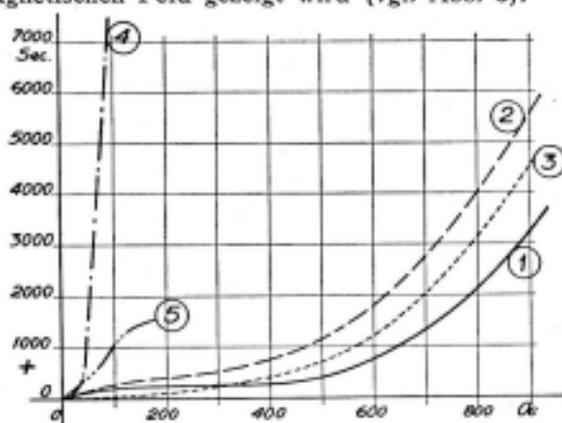


Abb. 3. Verhalten verschiedener Spiralfedern (Gangänderung) in magnetischen Feldern verschiedener Stärke

Die Kurven der Abbildung 2 ergeben z. B., daß eine Stahlspiralfeder schon bei einem magnetischen Feld von 30 Oersted stehen bleibt (Kurve 4 in Abbildung 2). Eine Uhr mit einer Elinvarspiralfeder bleibt in einem Felde von 150 Oersted 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 Oersted tritt noch keine wesentliche Störung ein. Von 300 Oersted 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

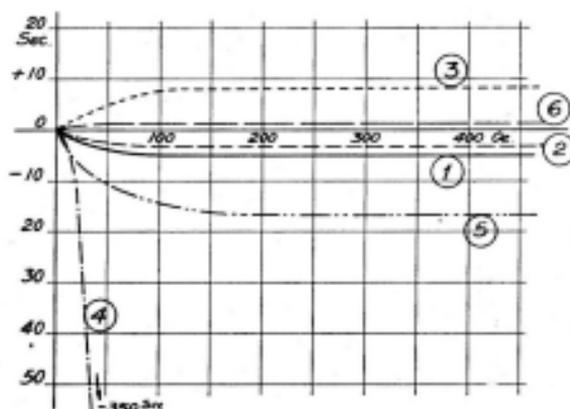


Abb. 3. Der bleibende Einfluß nach Magnetisierung verschiedener Spiralfedern

bleibenden Einfluß (Kurve 5 in Abbildung 3). Bei einer Stahlspiralfeder ist der bleibende Einfluß außerordentlich und beträgt schon bei 30 Oersted 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, welche Versuche mit Spiralfedern aus dem neuen Material „Nivarox C“ gemacht und ganz hervorragende Leistungen erzielt hat.)

Aussprache

Oberingenieur H. Voigt, Berlin: Wir haben heute nicht zum ersten Male über Metallegierungen gehört. Wir hören immer wieder, daß es gelungen ist, schwierige Aufgaben aus der Kompensation erfolgreich zu lösen. Es ist aber doch verwunderlich, daß wir gerade in Deutschland so außerordentlich wenig von der praktischen Anwendung hören, obwohl die Schmelzen doch in Deutschland gewonnen werden. Woran liegt das? Die Unruhen werden ja freilich vielfach aus der Schweiz bezogen. Woran liegt es aber, daß diese einfachen neuen Hilfsmittel der Temperaturkompensation so wenig Anwendung finden?

R. Straumann: Die Ursache ist einfach. Auf dem Gebiet der Gangregler ist ausgestreut worden, daß Nivarox nicht so gut sei wie Elinvar. Das ist nun wohl heute eingehend widerlegt worden. Ein weiterer Grund ist der, daß die Fabrikation meint, durch Anwendung einer besseren Spiralfeder werde die Uhr zu teuer, obwohl dadurch erheblich bessere Leistungen und Betriebsbedingungen erreicht werden. Natürlich ist die Nivaroxfeder etwas teurer als eine Stahlspringfeder der billigen Qualität. Es ist nichts weiter als der Mangel an Mut zur Qualität, wenn ein Teil der Fabriken noch nicht zum Nivarox übergegangen ist. Im übrigen aber ist doch das Nivarox auch in deutschen Armbanduhrn bereits in hohem Maße zur Anwendung gekommen, was dem Vorredner vielleicht nicht so bekannt ist.

Dr. Hessenbruch: Es liegt aber auch zweifellos ein Mangel an Kenntnis vor. Aus alter Gewohnheit werden immer noch Spiralfedern aus Elinvar verwendet, obwohl sie hohe Devisenausgaben verlangen. Die Nivarox-Spiralfeder ist in ihren Eigenschaften in Deutschland eben noch nicht genügend bekannt geworden.
