

URZĄD PATENTOWY



GOMK 5/62

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ
OPIS PATENTOWY

Nr 10439.

Kl. 42 i 13.

Westinghouse Electric & Manufacturing Company
(East Pittsburgh, Pennsylvania, Stany Zjednoczone Ameryki).**Ogniwo termostatyczne.**

Zgłoszono 14 grudnia 1927 r.

Udzielono 6 maja 1929 r.

Pierwszeństwo: 27 grudnia 1926 r. (Stany Zjednoczone Ameryki).

Wynalazek niniejszy dotyczy termostatyki, a w szczególności ogniów dwumetalowych, złożonych z dwu współdziałających stopów, korzystnie stopów żelaza odpowiednio ze sobą połączonych, z których jeden wykazuje wyższy współczynnik rozszerzalności cieplnej, zaś współczynnik rozszerzalności drugiego jest niższy i zbliżony do współczynnika stopu żelaza z niklem.

Wiadomo, że czyste żelazo przy ogrzewaniu przechodzi przez punkt przemiany leżący około 900°C , a przy dalszym ogrzewaniu — przez drugi punkt przemiany, mianowicie przy 1400°C . Budowa żelaza poniżej 900°C znana jest powszechnie pod nazwą postaci α -krystalicznej. Pomiędzy

900° a 1400°C czyste żelazo ma postać γ -krystaliczną, znaną pod nazwą austenitu, zaś powyżej 1400° następuje przemiana budowy krystalicznej żelaza w postać δ .

Przy ogrzewaniu czyste żelazo rozszerza się jednostajnie aż do 900°C , wykazując przytem współczynnik rozszerzalności około 12×10^{-6} cm na 1°C , zaś pomiędzy 900° a 1500°C , czyli między pierwszym i drugim punktem przekształcenia, rozszerza się ono także równomiernie, lecz wykazuje nieco wyższy współczynnik rozszerzalności, mianowicie 20×10^{-6} cm na 1°C .

Wynalazek polega na użyciu jako materiału rozszerzalnego pod wpływem temperatury i wykazującego wysoki stopień rozszerzalności stopu, zawierającego odpo-

wiednio czyste żelazo i pewną ilość manganu. Stop taki przy ogrzewaniu zachowuje się tak samo, jak austenit i to w granicach temperatury od 150°C do 500°C. W tych granicach temperatury stop ten wykazuje odwracalność swych właściwości cieplnych, t. j. krzywa jego rozszerzalności przy ogrzewaniu jak i przy ostygnięciu jest ta sama. Pomiędzy 100°C a 125°C stop manganowo-żelazowy wykazuje współczynnik rozszerzalności nie różniący się znacznie od współczynnika rozszerzalności stopu niklu z żelazem, lecz powyżej 125°C współczynnik rozszerzalności stopu manganu z żelazem jest wyższy. Stop manganu z żelazem, połączony ze stopem o niższym współczynniku rozszerzalności, tworzy element dwumetalowy i jest szczególnie użyteczny w zakresie termostatyki, jak to zostanie wyjaśnione poniżej.

Wiadomo, że żelazo czyste po nagrzaniu powyżej 900°C przechodzi przez stan, w którym budowa krystaliczna jego ulega zmianie, wobec czego właściwości jego różnią się zależnie od tego, czy temperatura materiału przekroczyła wskazaną temperaturę lub też pozostała od niej niższa. Tak np. żelazo traci właściwości magnetyczne po nagrzaniu do mniej więcej 900°C; wzrasta również wówczas jego współczynnik rozszerzalności cieplnej. Wiadomo również, że istnieje drugi punkt krytyczny w okolicach 1400°C, powyżej którego współczynnik ten znowu maleje. Ponieważ mangan nie jest tak drogi, jak nikiel korzystnie jest więc, jako główny składnik stopu stosować mangan tak dalece, jak na to pozwalają inne charakterystyczne właściwości stopu. Wykryto, że przy 10% dodatku niklu otrzymuje się odmianę, wykazującą wysoki współczynnik rozszerzalności austenitu lub żelaza γ w granicach od -100° do $+400^{\circ}\text{C}$.

Stop o wysokim współczynniku rozszerzalności, zawierający żelazo, mangan i nikiel, może zawierać około 15% manganu; poniżej podano przykłady stopów, zawie-

rających mniej niż 8% manganu i 8 do 15% niklu.

Fig. 1 przedstawia krzywe rozszerzania się dwóch stopów żelaza, z których jeden zawiera żelazo i mangan, oraz krzywą ogniwa dwumetalowego, zawierającego te stopy; fig. 2 przedstawia na wykresie przy pomocy krzywych rozszerzanie się stopu żelaza, zawierającego mangan i 8 do 15% niklu, i drugiego stopu żelaznego zawierającego nikiel, jak również różnicę rozszerzania się między temi stopami, która jest miarą wygięcia się w pewnej temperaturze, które można otrzymać przy połączeniu obu tych stopów w ogniwo dwumetalowe; fig. 3 przedstawia rozszerzanie się stopu żelazo-manganowo-niklowego, zawierającego mniej niż 8% niklu, oraz różnicę między rozszerzalnością tych stopów; fig. 4 przedstawia rozszerzalność cieplną innego stopu niklo-manganowego, zawierającego mniej niż 8% niklu, oraz różnicę między rozszerzalnością tych stopów.

Na wykresach na osi rzędnych odkłada się rozszerzanie się w tysiącach na jednostkę długości, zaś na osi odciętych temperaturę w stopniach Celsjusza.

Na fig. 1 krzywa rozszerzalności cieplnej, oznaczona liczbą 11, przedstawia rozszerzanie się stopu, zawierającego mangan, żelazo i niewielki procent węgla. Krzywa oznaczona liczbą 12 przedstawia rozszerzalność stopu niklo-żelaznego, tworzącego element dwumetalowy łącznie ze stopem scharakteryzowanym przy pomocy krzywej 11. Krzywa 13, przedstawiona linią przerywaną, przedstawia różnicę między rozszerzalnością stopów scharakteryzowanych przez krzywe 12 i 11, do której w odpowiednich warunkach jest wprost proporcjonalne wygięcie ogniwa dwumetalowego, złożonego z tych stopów.

Stop scharakteryzowany krzywą 11 wykazuje bardzo wysoki współczynnik rozszerzalności cieplnej między 100° a 500°C. Pomiędzy 100°C i 150° współczynnik ten

maleje i zbliża się do wartości współczynnika stopu scharakteryzowanego krzywą 12. Należy zaznaczyć, że między -150°C a $+100^{\circ}\text{C}$ różnica między rzędnymi krzywych 11 i 12 wynosi prawie 0, jak to uwidoczniło przy pomocy krzywej 13. Od 100 do 400°C różnica rozszerzalności stopów 11 i 12 jest bardzo znaczna i równomierna. Ogniwu dwumetalowe, scharakteryzowane przez krzywą 13, zachowuje rozszerzalność elastyczną w temperaturze około 500°C .

Charakterystyczne właściwości stopu przedstawionego zapomocą krzywej 11 można zmienić, zmieniając w nim zawartość manganu w granicach od 15 do 30%, oraz stosując umiarkowane dodatki innych pierwiastków. Stop scharakteryzowany przez krzywą 12 może być stopem niklo-żelaznym o żądanym współczynniku rozszerzalności i może być odpowiedni do użycia ze stopem mangan-żelaznym. Element dwumetalowy, złożony z 45% stopu niklo-żelaznego oraz stopu żelaza zawierającego 23% manganu i 1% węgla, jest bardzo wrażliwy na zmiany temperatury od 150°C do 400°C . Pomiędzy 150°C i -150°C ten element dwumetalowy do celów praktycznych wykazuje rozszerzalność zerową. Dlatego też w tych granicach temperatury nie podlega on nateżeniu mechanicznemu.

Oczywiście zawartość niklu w stopie scharakteryzowanym przez krzywą 12 można zmieniać odpowiednio do zawartości manganu lub innego pierwiastka dodatkowego w stopie scharakteryzowanym przez krzywą 11, aby w ten sposób otrzymać element dwumetalowy do celów termostatycznych działający w szerokich granicach temperatury, dla których ma być odpowiedni, a nienadający się zupełnie w temperaturach niezawartych w żądanych granicach procesu.

Na fig. 2 krzywa 11 przedstawia rozszerzalność cieplną stopu żelaznego, zawierającego w przybliżeniu jednakowe części

manganu i niklu w znacznych ilościach. Krzywa 12 przedstawia rozszerzanie się stopu o stosunkowo niskim współczynniku rozszerzalności, zawierającego około 38% niklu, zaś krzywa 13 charakteryzuje wygięcie pod wpływem temperatury ogniw dwumetalowego, złożonego ze stopów, scharakteryzowanych przez krzywe 11 i 12. Rzędne krzywej 13 otrzymuje się przez odjęcie rzędnych krzywej 12 od rzędnych krzywej 11.

Należy zaznaczyć, że krzywa 11 jest wklęsła od -150° do -75° , zaś od -75° do $+450^{\circ}$ stanowi ona prawie prostą linię, której regularność dowodzi, że stop złożony z manganu, niklu i żelaza rozszerza się istnie równomiernie w temperaturze od -75° do 450°C .

Krzywa 12 charakteryzuje stop, zawierający w przybliżeniu 38% niklu i współpracujący ze stopem scharakteryzowanym przez krzywą 11, przyczem należy zaznaczyć, że współczynnik rozszerzalności stopu niklo-żelaznego jest prawie równomierne między -100° a 250°C .

Charakterystykę rozszerzalności ogniw dwumetalowego, złożonego ze stopów odpowiadających krzywym 11 i 12, daje szczegółowo krzywa 13. Należy zauważyć, że element dwumetalowy złożony z tych dwóch stopów wykazuje odchylenie prawie równomierne od -75° do $+250^{\circ}\text{C}$. Powyżej 300°C dwumetal wygina się słabiej niż między -100° a 300°C i krzywa zbliża się do poziomej, co dowodzi, że dalej wyginanie się maleje przy dalszym wzroście temperatury.

Przedział temperatur dla równomiernego współczynnika wyginania się w zależności od współczynnika rozszerzalności cieplnej między 0° a 250° można rozciągnąć na temperatury wyższe niż 250°C . W ten sposób dwumetal złożony ze stopu odpowiadającego krzywej 11 oraz stopu o większej zawartości niklu niż w stopie odpowiadającym krzywej 12 będzie wyka-

zywał prostą linię wyginania się od -100°C aż do $+300^{\circ}\text{C}$, zależnie od wzrostu zawartości niklu w stopie, scharakteryzowanym przez krzywą 12.

Pożądane jest, żeby zawartość manganu plus $2\frac{1}{2}$ -krotna zawartość niklu wynosiły nie mniej niż 30%. Nikiel i mangan można użyć w większych ilościach pod warunkiem, że ogólne właściwości charakterystyczne stopu, odpowiadającego krzywej 11, w związku z temperaturą nie ulegną zasadniczej zmianie. Stop żelazny o odpowiednim charakterze, zawierający 10% manganu i 10% niklu, jest szczególnie wrażliwy na zmiany temperatury i wykazuje równomierny współczynnik rozszerzalności.

Granice rozszerzalności cieplnej dla dwumetalu według fig. 2 można zmieniać, zwiększając i zmniejszając zawartość niklu w stopie niklo-żelaznym. Rozszerzalność cieplną dwumetalu można również zmienić zgodnie z zastosowaniem sposobu, polegającym na zmianie zawartości manganu albo niklu albo jednego i drugiego w stopie żelazno-niklo-manganowym oraz zawartości niklu w stopie żelazno-niklowym.

Na fig. 3 krzywa 11 przedstawia rozszerzalność stopu o wysokim współczynniku rozszerzalności, zawierającego nikiel i nie mniej, niż 8% manganu, zaś krzywa 12 rozszerzalność stopu niklo-żelaznego o stosunkowo niskim współczynniku rozszerzalności, zawierającego 42% niklu. Krzywa 13 przedstawia wyginanie się przy rozszerzaniu się pod wpływem temperatury paska dwumetalowego, złożonego z metali odpowiadających krzywym 11 i 12. Na fig. 4 krzywa 14 przedstawia rozszerzanie się stopu żelaznego o wysokim współczynniku rozszerzalności, zawierającego nikiel i mangan w innych ilościach niż w stopie scharakteryzowanym przez krzywą 11. Krzywa 15 charakteryzuje rozszerzanie się 42% stopu niklo-żelaznego, zaś krzywa 16 charakteryzuje zachowanie się podczas ogrzewania

elementu dwumetalowego, wykonanego przez połączenie pasków ze stopów odpowiadających krzywym 14 i 15.

Rozszerzalność stopu odpowiadającego krzywej 11 na fig. 3 wzrasta stopniowo od 0° do prawie 100°C , zaś od 100° do powyżej 400°C wzrost rozszerzalności jest szybszy i znacznie równomierniejszy.

Rozszerzalność stopu odpowiadającego krzywej 12 jest prawie równomierna od 0° do 300°C ; lecz powyżej tej temperatury znacznie wzrasta. Krzywa 13 przedstawia rozszerzalność dwumetalu, złożonego ze stopów 11 i 12 i należy zauważyć, że od 0 do 100°C rozszerzalność ta nie jest znaczna, zaś od 100°C do prawie 350°C jest prawie równomierna lecz wzrasta szybko. Współczynnik rozszerzalności między temi ostatnimi temperaturami jest stosunkowo wysoki i jest faktycznie wyższy od współczynnika rozszerzalności dwumetalu złożonego z metalu Monela i stali niklowej. Stop odpowiadający krzywej 12 nadaje się szczególnie do kontrolowania temperatur od 150° do 350°C . Poniżej 150°C rozszerzalność nie jest tak duża, natężenie w metalu jest znacznie zmniejszone, co sprzyja korzystnie dłuższej jego trwałości.

Na fig. 4 stop niklo-mangano-żelazny, scharakteryzowany przez krzywą 14, różni się zawartością manganu od stopu odpowiadającego krzywej 11 na fig. 3. Należy zaznaczyć, że pomiędzy 0°C i 200°C rozszerzalność tego metalu nie różni się znacznie od stopu 42% stali niklowej. Jest to wyraźnie widoczne na krzywej 16, której część odpowiadająca temperaturom od 0° do 200°C jest prawie pozioma i leży w pobliżu wartości zerowej linii rozszerzalności. Rzeczywiście i dwumetal pomiędzy temi temperaturami wykazuje krzywą słabo zakrzywioną. Pomiedzy 200° a 400°C metal rozszerza się stosunkowo szybciej. W tych temperaturach współczynnik rozszerzalności jest szczególnie wysoki.

Zawartość niklu w stopach odpowiada-

jących krzywym 11 i 14 może się zmieniać w granicach od prawie 15% do 40%, zaś zawartość manganu między 1% a 8%.

Zawartość niklu w stopach scharakteryzowanych przez krzywe 12 i 15 może się zmieniać w granicach od 38% do 45%.

Dwumetal złożony ze stopów odpowiadających krzywym 14 i 15 jest szczególnie użyteczny w strefie temperatur od 200°C do 400°C; jest to strefa największej jego wrażliwości na zmianę temperatury. Podczas ostygnięcia tego dwumetalu do około 200°C, współczynnik rozszerzalności tych dwóch metali jest prawie jednakowy, przyczem poniżej tej temperatury zmniejsza się natężenie między temi dwoma metalami. Zawartość manganu i niklu w tym stopie o wysokim współczynniku rozszerzalności może się zmieniać odpowiednio do strefy temperatur, której ma podlegać dwumetal, którego jednym ze współdziałających składników jest dany stop. Ponieważ wygięcie się dwumetalu odpowiadającego krzywej 13 jest bardzo łagodne, więc i natężenia, proporcjonalne do tego wygięcia, są odpowiednio niskie i bez znaczenia dla celów praktycznych. Zjawisko to jest korzystne, ponieważ powoduje zmniejszenie natężeń w odpowiednio wyższych temperaturach i pozwala na zastosowanie tego dwumetalu w tych temperaturach bez szkody dla jego wrażliwości.

Chociaż krzywe wyobrażające przebieg rozszerzania się pierwiastków o niskiej rozszerzalności dotyczą stopów żelaza, zawierających nikiel, jednakże wynalazek nie ogranicza się do wymienionych stopów, a w zakresie jego można stosować również inne stopy o niskim współczynniku rozszerzalności cieplnej. Zawartość niklu w wyżej wspomnianym stopie może w pewnych przypadkach wynosić znacznie mniej niż 45% całości stopu.

Odpowiedni dwumetal, zgodnie z fig. 3 i 4, składa się ze stopu żelaznego, zawiera-

jącego 38% i 4,6% manganu, oraz ze współdziałającego stopu żelaznego zawierającego prawie 42% niklu, i jest szczególnie użyteczny w strefie temperatur od między 200°C a 400°C. Od 0° do 200°C metal ten dla celów praktycznych wykazuje zerowy współczynnik odchylenia lub zgięcia.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Ogniwo termostatyczne zawierające metale o różnych współczynnikach rozszerzalności cieplnej, znamienne tem, że metal o wyższym współczynniku rozszerzalności zawiera żelazo i mangan.

2. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 1, znamienne tem, że metalem o niższym współczynniku rozszerzalności jest stop, zawierający żelazo i nikiel.

3. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 1 i 2, znamienne tem, że metal o wysokiej rozszerzalności zawiera nie więcej niż 30% manganu.

4. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 1 i 3, znamienne tem, że metal o wysokiej rozszerzalności zawiera pewną ilość węgla, którego zawartość jest niższa od zawartości manganu.

5. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 1, 2 i 3, znamienne tem, że metal o wysokiej rozszerzalności również zawiera pewną część niklu.

6. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 5, znamienne tem, że metal o wysokiej rozszerzalności zawiera od 8% do 15% manganu.

7. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 5 i 6, znamienne tem, że zawartość niklu plus 2½-krotna zawartość manganu stanowią nie mniej niż 30% stopu.

8. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 5, 6 i 7, znamienne tem, że stosunek ilościowy niklu przewyższa stosunek manganu.

9. Ogniwo termostatyczne według

zastrz. 5, znamienne tem, że składnik o wysokiej rozszerzalności zawiera 1 do 8% manganu.

10. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 2 do 4, znamienne tem, że składnik o wysokiej rozszerzalności zawiera 23% manganu i 0,1% węgla, zaś składnik o niskiej rozszerzalności zawiera od 38% do 45% niklu.

11. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 5, znamienne tem, że składnik o wysokiej rozszerzalności zawiera 10% man-

ganu i 10% niklu, zaś składnik o niskiej rozszerzalności — 38% do 45% niklu.

12. Ogniwo termostatyczne według zastrz. 5, 8 i 9, znamienne tem, że składnik o wysokiej rozszerzalności zawiera 38% niklu i 4,6% manganu, zaś składnik o niskiej rozszerzalności zawiera 42% niklu.

Westinghouse Electric
& Manufacturing Company.

Zastępca: M. Skrzypkowski,
rzecznik patentowy.

