

440

BE 10

ZESPÓŁ AUTOMATYKI ELEKTRONICZNEJ

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

dr inż. Andrzej Kobosko

Wykonawcy:

dr inż. Andrzej Kobosko

dr inż. Hubert Leśkiewicz

dr inż. Andrzej Kudelski

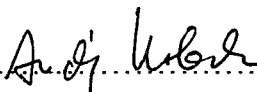

**Badania eksperymentalne możliwości zdalnego pomiaru
temperatury za pomocą światłowodów
etap 1. Badania eksperymentalne możliwości zdalnego pomiaru
temperatury za pomocą światłowodów (przegląd literatury
i patentów, opracowanie koncepcji stanowiska, opracowanie
zestawienia aparatury do zakupu i wykonania w celu
realizacji stanowiska, opracowanie publikacji)**

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

Praca statutowa PIAP

Kierownik Pracowni


dr inż. Andrzej KoboskoZ-ca Dyrektora
d/s Bad.-Rozwojowych
dr inż. Jan Jabikowski

Kierownik Zespołu


doc.dr inż. J.KorytkowskiPracę zakończono dnia **30.09.1996r.**Nr arch. **7345**Nr zlecenia **S1662**

Analiza deskryptorowa

POMIARY TEMPERATURY

Abstrakt

Podano zasadę pomiaru temperatury w widmie ramanowskim, opisano krajowe możliwości wykonania światłowodowego układu pomiaru temperatury w widmie ramanowskim; przedstawiono wnioski zawierające propozycje dalszej kontynuacji pracy.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Nie było sprawozdań.

Rozdzielnik

OIN

Egz. 1.

ZAE-1

Egz. 2.

ZAE-4

Egz. 3.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Zasada pomiaru temperatury w widmie ramanowskim i realizacja praktyczna
3. Rozeznanie możliwości krajowych wykonania światłowodowego pomiaru temperatury w widmie ramanowskim
4. Wnioski
5. Literatura
6. Uwagi

1. Wstęp

Niniejsza praca dotyczy zbadania możliwości wykonania światłowodowego pomiaru temperatury. Dotychczasowe prace wykonywane w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów koncentrowały się na pomiarach stykowych i bezstykowych. Pomiary bezstykowe prowadzone były za pomocą mierników promieniowania /detektorów/ pracujących w widmie promieniowania podczerwonego. Dotyczyły one pomiarów temperatury tylko na powierzchniach zewnętrznych badanego urządzenia /łożysk, walcowanej blachy itp./ i materiałów. Badania wewnątrz np. pryzmy utworzonej z materiałów sypkich i ziarnistych metodą bezstykową był dotychczas niemożliwy i do tego celu wykorzystywano tradycyjną metodę pomiarową z elastycznymi wieloczujnikowymi sondami pomiarowymi i zdalnym /komputerowym/ odczytem temperatury.

W elastycznych sondach temperatury miniaturowe czujniki temperatury: metalowe, półprzewodnikowe umieszczone były w panczerze metalowym pokrytym płaszczem z polietylenu lub włókien szklanych. Ze względu na kilkumilimetrowe wymiary czujników pomiarowych i kabli łączących oraz wymagania wytrzymałościowe mechaniczne wielometrowej sondy, której długość w zależności od przeznaczenia dochodzi do 60m. średnica samej sondy jest rzędu 16-17mm. Na sondę oddziałują obciążenia statyczne spowodowane występowaniem sił tarcia od np. ziarna zbóż oraz siły dynamiczne często 10 krotnie wyższe od statycznych i spowodowane np. zastopowaniem i odblokowaniem zsypu ziarna podczas rozładunku komory lub silosu. Siły te zależą od wielu czynników z których najważniejsza jest średnica sondy. Zmniejszenie średnicy przy obecnych wymiarach czujników temperatury i panczerza o określonej wytrzymałości jest już niemożliwe. Należy więc szukać innych rozwiązań prowadzących do możliwości zmniejszenia średnicy sondy np. z wykorzystaniem światłowodów.

Dotychczas światłowody wykorzystywano do transmisji modulowanego sygnału świetlnego na większe odległości. W literaturze, z konferencji międzynarodowych IMEKO, pojawiły się w ostatnich 3-4 latach artykuły donoszące o światłowodowych pomiarach temperatury. Do pomiarów wykorzystuje się zjawisko odkryte przez fizyka indyjskiego Ramana i analizę widmową w paśmie podczerwieni zwaną od nazwiska fizyka „analizą ramanowską”. W kraju mamy niewielu specjalistów od analizy ramanowskiej. Z jednym z nich nawiązano współpracę. Wykonał on na nasze zlecenie opracowanie dot. możliwości krajowej wykonania pomiaru temperatury z zastosowaniem światłowodów. Wynika z niego, że istnieją możliwości realizacji krajowego układu pomiaru temperatury. Problemem, który wymaga dokładnego zbadania to dokładność pomiaru dla zakresu temperatur od -30 do + 60°C, powtarzalność pomiarów i ekonomiczność tych pomiarów szczególnie w odniesieniu do materiałów ziarnistych takich jak ziarna zbóż.

W niniejszej pracy przedstawiono zasadę pomiaru temperatury z wykorzystaniem widma ramanowskiego, rozeznanie dotyczące możliwości krajowej realizacji układu pomiarowego oraz zaproponowano kierunek dalszych prac z tej dziedziny.

2. Zasada pomiaru temperatury w widmie ramanowskim i realizacja praktyczna

W metodach optoelektronicznych pomiarów termicznych wykorzystuje się właściwości promieniowania cieplnego (w obszarze podczerwieni) o długości falowej od $0,76 \mu\text{m}$ do $200 \mu\text{m}$. Metody te można podzielić na wykorzystujące:

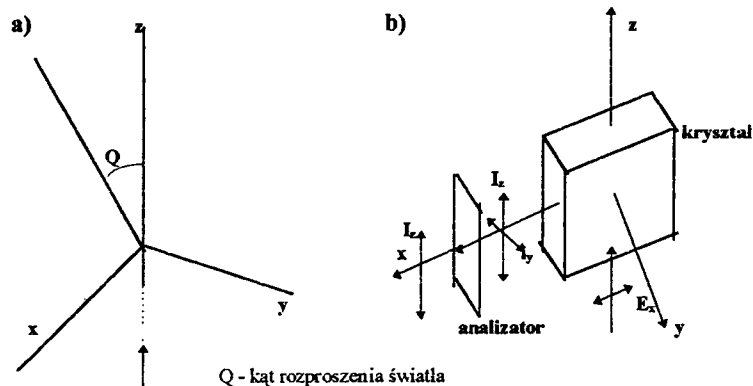
- analizę promieniowania emitowanego,
- analizę spektralną fali skierowanej na badane ciało i fali odbitej.

Pierwsza metoda polega na przekształceniu niewidzialnego promieniowania w paśmie podczerwieni na obraz widzialny. Wykorzystywana jest w urządzeniach noktowizyjnych, termowizji itp. Ponieważ dowolnej temperaturze przyporządkowana jest ściśle określona częstotliwość emitowana przez konkretne ciało, to pomiar tej częstotliwości pozwoli określić aktualną jego temperaturę. W pomiarach temperaturowych wykorzystuje się detektory podczerwieni, za pomocą których bezstykowo, z odległości kilku metrów, można określić temperaturę punktowo na wybranej powierzchni badanego ciała.

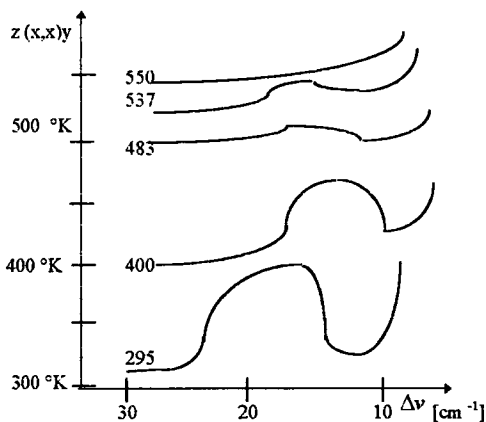
Metrologia w paśmie podczerwieni jest już na tyle rozwinięta, że konstruktorzy doskonalą przede wszystkim detektory podczerwieni w zakresie większych dokładności i powtarzalności pomiarów oraz zmniejszenia inercji pomiarowej np. z 300 ms do 80 ms. Udoskonalane są również metody skanowania promieniowania emisyjnego z badanego dużego obszaru za pomocą jednego tylko detektora.

Druga metoda jest obecnie w fazie intensywnego rozwoju. Opiera się na zjawisku odkrytym przez hinduskiego noblistę C.V. Ramana w 1928 r. oraz na pracach rosyjskich uczonych Landsberga i Mondelstama. Metoda ta została spopularyzowana przez brytyjskiego uczonego Longa w 1977 r. już po szerokim zastosowaniu techniki laserowej. Obecnie jest rozwijana w wielu naukowych ośrodkach japońskich, amerykańskich i australijskich. Na ostatnim kongresie IMEKO w Turynie przedstawiono 5 referatów z tej dziedziny i zademonstrowano tam wyniki badań typowych odnoszących się do przemysłowych aplikacji aparatury wykorzystującej zjawisko Ramana. W sieci Internet, w grudniu 1995 r., przedstawiono wykaz kilku zakładów produkcyjnych, w których stosowane są układy pomiarowe temperatury do $1200 \text{ }^\circ\text{C}$, np. w fabryce produkcji amunicji, w stalowniach itp.

Zasada wynalazku, na podstawie którego rozwinęła się „spektroskopia ramanowska” polega na badaniu rozproszenia światła, połączonego ze zmianą jego częstotliwości w paśmie podczerwieni. W widmie światła rozproszonego, o częstotliwości światła padającego, występują linie widma ramanowskiego o innej częstotliwości. Long wyjaśnił, że kierując strumień świetlny na ciało o określonej temperaturze następuje zmiana częstotliwości tego strumienia. Występuje interferencja fali padającej i odbitej, czyli obserwuje się tu efekt Dopplera. Zasada powstania zjawiska Ramana przedstawiona jest na rys. 1, a przykładowe widmo Ramana w zależności od temperatury na rys. 2.



Rys. 1. Zjawisko rozproszenia Ramana: a) w gazie i płynie, b) w kryształach

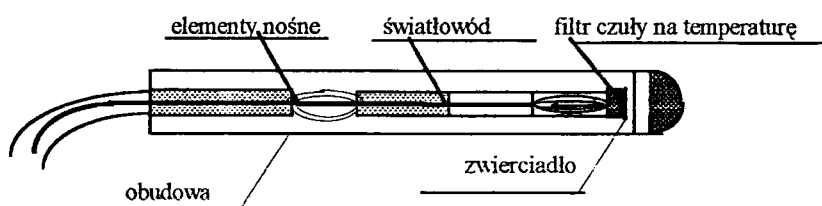


Rys. 2. Widmo Ramana dla NaNO_3

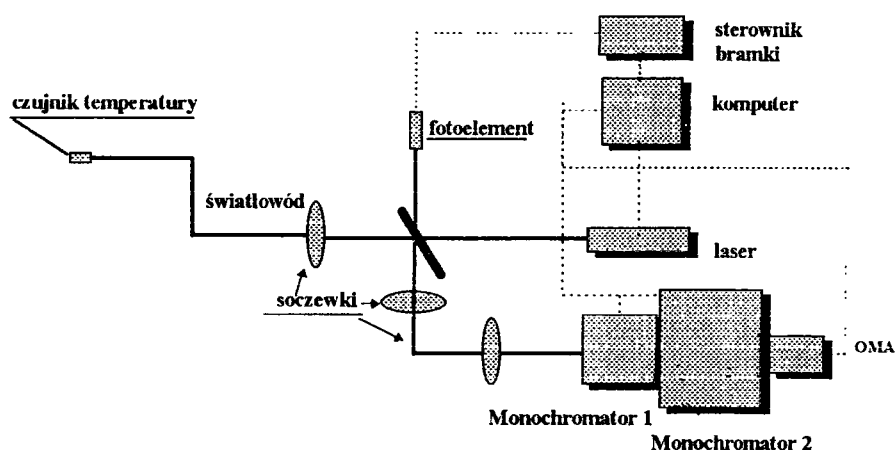
Metoda pomiaru temperatury z wykorzystaniem spektroskopii ramanowskiej i światłowodów polega na zastosowaniu odpowiednich czujników temperatury w układzie pomiarowym (rys. 3). Umieszczone są one na końcówce światłowodu przylegającej do mierzonej powierzchni. Światłowod ma oplot z linek stalowych, który stanowi element nośny. Na zakończeniu światłowodu umieszczona jest soczewka, przez którą ogniskuje się na filtrze padający strumień świetlny. Filtr ten jest czuły na temperaturę, wywołując efekt rozproszenia spotęgowany odbiciem w zwierciadle pokrytym powłoką Ag. Czujnik ma niewielkie wymiary rzędu 2-3 mm, nadaje się więc do pomiarów dotykowych-punktowych na małej przestrzeni.

Światłowód zapewnia izolację galwaniczną i nie jest czuły na silne pola elektromagnetyczne i wysoki potencjał, dlatego pomiary te znalazły zastosowanie w urządzeniach wysokiego napięcia, trakcji elektrycznej i w medycynie.

Układ pomiarowy temperatury, zrealizowany z wyżej opisanym czujnikiem, pracuje następująco: komputer steruje przez sterownik fotoelement, który z odpowiednią częstotliwością przepuszcza promień laserowy. Strumień odbity w czujniku temperatury jest doprowadzony do Monochromatora 1 i Monochromatora 2, sterowanych przez ten sam komputer. Monochromator 1 wydziela strumień świetlny o częstotliwości podstawowej, a Monochromator 2 strumień rozproszenia o częstotliwości zmienionej efektem termicznym i zjawiskiem Dopplera. W zastosowaniach przemysłowych aparatura sterująca i analizująca jest zminiaturyzowana i mieści się w niewielkiej obudowie.



Rys. 3. Światłowodowy czujnik temperatury



Rys. 4. Układ pomiarowy temperatury ze światłowodem

dr inż Andrzej Kudelski
Wydział Chemii
Uniwersytetu Warszawskiego

3. Rozeznanie możliwości krajowych wykonania światłowodowego pomiaru temperatury w widmie ramanowskim.

Badania nad rozpraszaniem promieniowania przez różne substancje dowiodły, że jeśli jakaś substancja rozprasza monochromatyczne promieniowanie o częstotliwości ν_0 , to promieniowanie rozproszone będzie się składać nie tylko z fotonów o energii $h\nu_0$, ale również z fotonów o innych energiach. Widma nieklasycznego, nieelastycznego (tzn. ze zmianą energii kwantu) rozproszonego promieniowania nazywamy widmami ramanowskimi.

Elementarna teoria kwantowa powstawania widm ramanowskich wynika z rozważań Smekala nad zderzeniami pomiędzy fotonem i molekułą. Według tej teorii możemy mieć do czynienia z następującymi typami zderzeń:

- 1) zderzenie elastyczne, w wyniku którego energia fotonu $h\nu_0$, a więc i wartość ν_0 , pozostają nie zmienione. Taki typ zderzeń odpowiedzialny jest za rozpraszanie Rayleigha, tzn. rozpraszanie bez zmiany energii fotonów rozpraszanych.
- 2) zderzenie nieelastyczne, podczas którego foton oddaje molekułą część swojej energii, molekuła przechodzi z jednego stacjonarnego stanu o niższej energii (E_1) do stanu o energii wyższej (E_2), w rozproszonym zaś promieniowaniu pojawia się foton o energii $h\nu_0 - (E_2 - E_1)$, wobec czego w widmie tego promieniowania powstaje linia stokesowska przesunięta ku niższym częstotliwościom w stosunku do linii Rayleigha.
- 3) zderzenie nieelastyczne, podczas którego foton zwiększa swoją energię kosztem energii molekuły, molekuła w stanie wzbudzonym o energii E_2 przechodzi do niższego stanu stacjonarnego o energii E_1 , a różnica tych energii powoduje wystąpienie w rozproszonym promieniowaniu fotonu o energii $h\nu_0 + (E_2 - E_1)$, czyli pojawienie się w widmie promieniowania rozproszonego linii antystokesowskiej o częstotliwości wyższej w stosunku do częstotliwości linii Rayleigha.

Na poziomach energetycznych molekuły rozpraszanie ramanowskie przedstawia się

tak, jak pokazano na rys. 1.

Rysunek 2 przedstawia widmo Ramana czterochlorku węgla (CCl₄). Rejestrację widma wykonałem przy użyciu spektrometru Cary 82 zaopatrzonego w jonowy laser argonowy ($\lambda_{exc}=514.5$ nm). Za pomocą tego zestawu eksperymentalnego były rejestrowane wszystkie widma ramanowskie analizowane w niniejszej pracy.

Na podstawie stosunku intensywności pasm stokesowskich i antystokesowskich można obliczyć temperaturę ciała rozpraszającego promieniowanie. W przypadku rozpraszania promieniowania w nierezonansowym efekcie ramanowskim (tzn. gdy energia fotonów wzbudzających jest zdecydowanie różna od energii fotonów pasm absorbcyjnych danej substancji) temperatura ciała może być obliczona ze stosunku intensywności pasma stokesowskiego (I_{st}) i antystokesowskiego (I_{ast}) na podstawie wzoru:

$$T = \frac{-A}{B + \ln \frac{I_{ast}}{I_{st}}} \quad (1)$$

gdzie:

$$A = h \cdot \nu \cdot k^{-1} \quad (2)$$

$$B = \ln \frac{(\nu_o - \nu)^4}{x_p \cdot (\nu_o + \nu)^4} \quad (3)$$

przy czym: T – temperatura ciała w skali Kelvina

h – stała Plancka

k – stała Boltzmanna

ν_o – częstość promieniowania wzbudzającego

ν – częstość drgania normalnego odpowiadającego mierzonej parze pasm ramanowskich

x_p – stosunek czułości aparatury pomiarowej na promieniowanie pasma antystokesowskiego i stokesowskiego.

Praktyczną przydatność wzoru (1) do pomiarów temperatury postanowiłem sprawdzić przez analizę intensywności pasm stokesowskich i antystokesowskich próbki krzemu.

Stokesowską część widma Ramana krzemu w obszarze $150 \div 1100 \text{ cm}^{-1}$ przedstawia rysunek 3a. Rysunek 3b przedstawia fragment widma w obszarze częstości $470 \div 570 \text{ cm}^{-1}$. Odpowiadającą temu zakresowi częstości antystokesowską część widma przedstawia rysunek 3c. Jak widać z rysunku 3c intensywność antystokesowskiego pasma 522 cm^{-1} tylko czterokrotnie przewyższa wielkość szumów. Ponieważ jak wynika ze wzoru (1) dla obliczenia temperatury niezbędna jest znajomość wartości stosunku I_{ast}/I_{st} z dość dużą dokładnością, nie jestem w stanie przy pomocy aparatury którą dysponuję precyzyjnie wyznaczyć temperatury próbki krzemu na podstawie stosunku intensywności pasm stokesowskich i antystokesowskich.

Analogiczne kłopoty z dokładnością pomiarów miałem w przypadku wyznaczania I_{ast}/I_{st} dla próbki $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$.

Dalsze badania postanowiłem więc przeprowadzić z wykorzystaniem czterochlorku węgla, który daje o wiele intensywniejsze widmo Ramana (patrz rysunek 2).

Pomiary intensywności pasm wykonałem dla pasma 459 cm^{-1} . Dla tego przypadku wzór (1) można zapisać w postaci:

$$\frac{1}{T} = C + 1.514 \cdot 10^{-3} \ln \frac{I_{st}}{I_{ast}} \quad (4)$$

gdzie: C jest wartością stałą dla danej konfiguracji eksperymentalnej.

Parametr C wyznaczyłem na podstawie pięciu pomiarów przeprowadzonych w temperaturze 21.5°C . Następnie obliczałem na podstawie stosunku I_{st}/I_{ast} temperaturę próbek czterochlorku węgla termostatowanych w temperaturach: 0°C ; 35°C i 58°C . Otrzymałem następujące wyniki:

temperatura rzeczywista	temperatura zmierzona ze stosunku I_{st}/I_{ast}
0 °C	+6°C; -3°C; +4°C
35 °C	30°C; 35°C; 31°C
58 °C	66°C; 52°C; 54°C

Jak wynika z powyższej tabeli błąd wyznaczania temperatury wynosi ok. 8°C. Spowodowane jest to tylko i wyłącznie tym, że w zestawie pomiarowym którym dysponuję błąd wyznaczania stosunku I_{st}/I_{ast} sięga 9%. Zestaw eksperymentalny nie był bowiem projektowany do precyzyjnego przeprowadzania pomiaru I_{st} i I_{ast} jednocześnie, co powoduje dodatkowe zniekształcanie wyników spowodowane przez fluktuacje mocy lasera.

Następną serię pomiarów wykonałem dla próbki trójchlorooctanu sodu (CCl_3COONa). Substancja ta jest ciałem stałym, co może okazać się bardzo korzystne w przemysłowym procesie wytwarzania czujników. Poza tym, w jej widmie Ramana możemy zaobserwować bardzo intensywne pasmo o częstotliwości 433 cm^{-1} (patrz rysunki 4a,b,c). W tym miejscu warto podkreślić, że położenie pasma przy takiej właśnie częstotliwości wydaje się być w temperaturach zbliżonych do temperatury pokojowej korzystnym kompromisem pomiędzy wymaganą czułością pomiaru (im mniejsza częstotliwość pasma tym stosunek intensywności pasm musi być mierzony bardziej precyzyjnie) a intensywnością pasma antystokesowskiego (im większa częstotliwość pasma tym mniejsza intensywność pasma antystokesowskiego).

Dla częstotliwości drgania normalnego 433 cm^{-1} wzór (1) można zapisać w postaci:

$$\frac{1}{T} = C + 1.605 \cdot 10^{-3} \ln \frac{I_{st}}{I_{ast}} \quad (5)$$

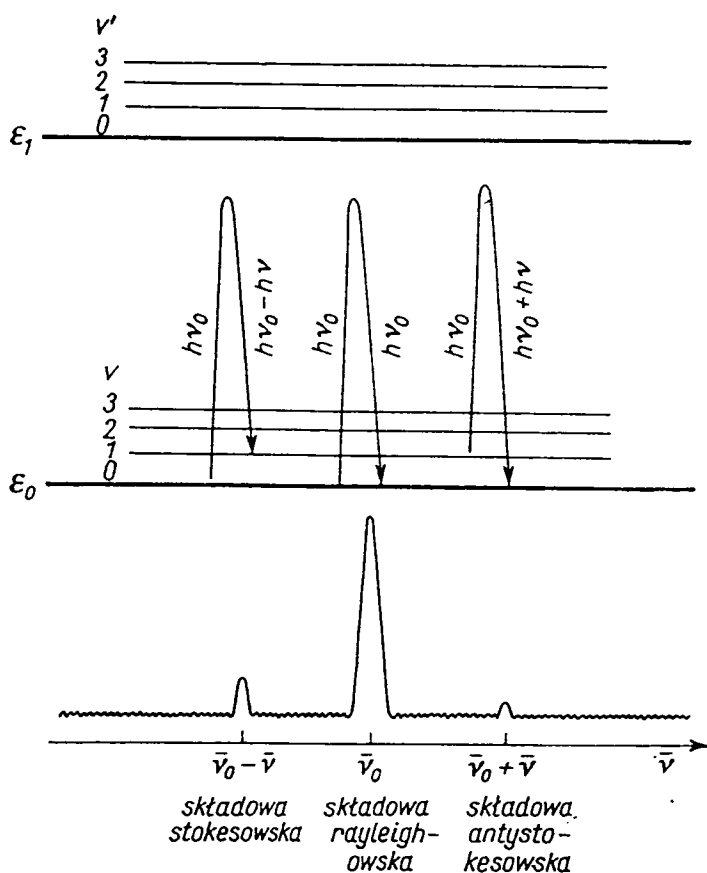
gdzie: C jest wartością stałą dla danej konfiguracji eksperymentalnej.

Parametr C wyznaczyłem na podstawie pięciu pomiarów przeprowadzonych w temperaturze 21°C. Następnie obliczałem na podstawie stosunku I_{st}/I_{ast} temperaturę

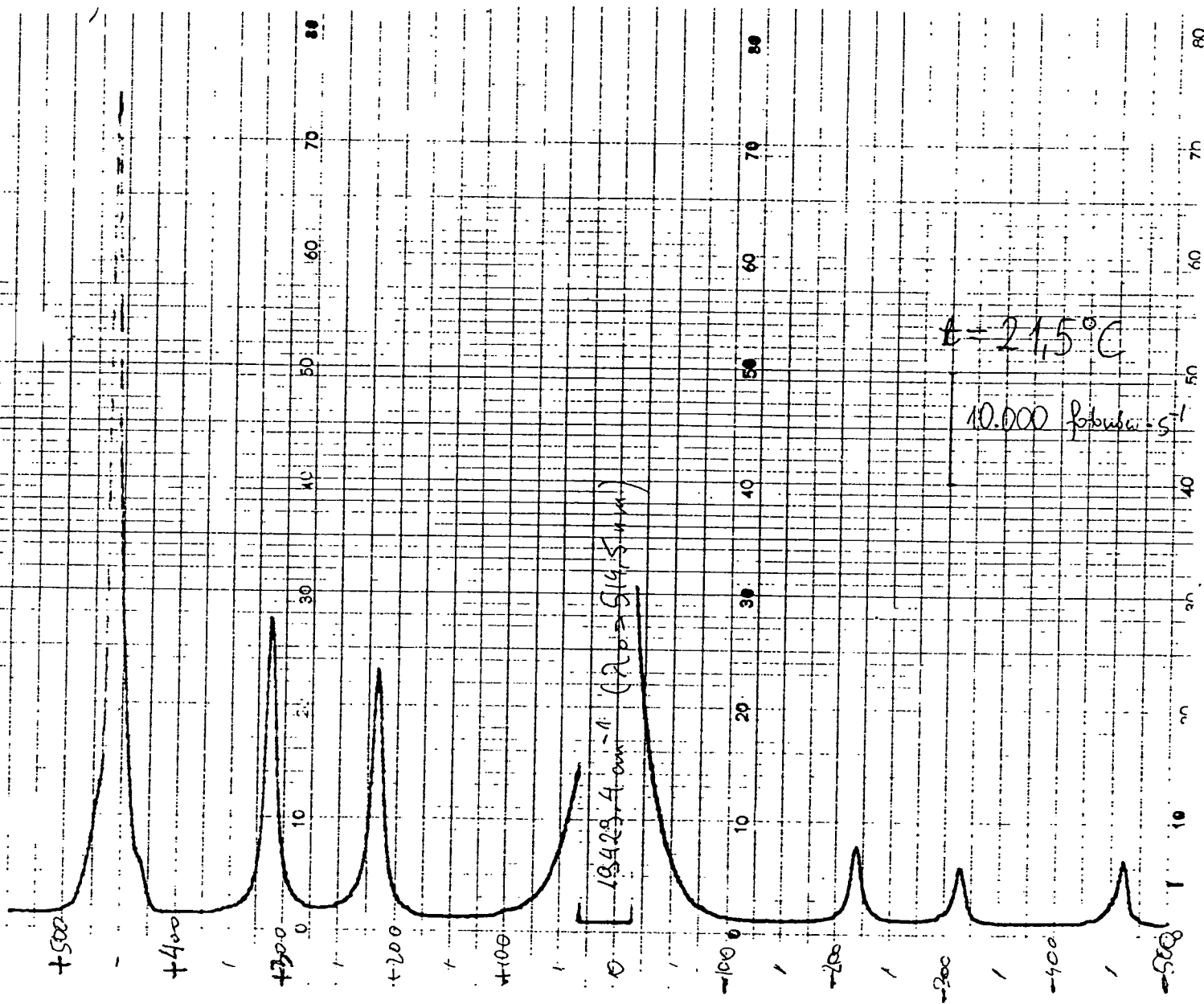
11

próbki CCl_3COONa termostatowanej w temperaturze 0°C . Otrzymałem następujące wyniki: $+1^\circ\text{C}$; $+1.5^\circ\text{C}$; -0.5°C i $+2^\circ\text{C}$. Jak widać zmierzone wartości temperatur [?] bardzo dobrze zgadzają się z temperaturą rzeczywistą. W tym miejscu należy jednak podkreślić, że tak dobra zgodność jest raczej kwestią przypadku i komentarz zamieszczony pod tabelą przedstawiającą wyniki dla CCl_4 obowiązuje również dla tej serii pomiarowej.

Na koniec warto podkreślić, że w celu wyznaczenia temperatury na podstawie pomiaru stosunku I_{st}/I_{ast} w zakresie $0^\circ\text{C} \div 60^\circ\text{C}$ z dokładnością 1°C potrzebna jest precyzja pomiaru stosunku I_{st}/I_{ast} rzędu **0.6%** (dla pasma o częstotliwości ok. 450 cm^{-1}). Wydaje mi się, że taka precyzja będzie możliwa do osiągnięcia w przyrządzie zbudowanym z dostępnych obecnie części.

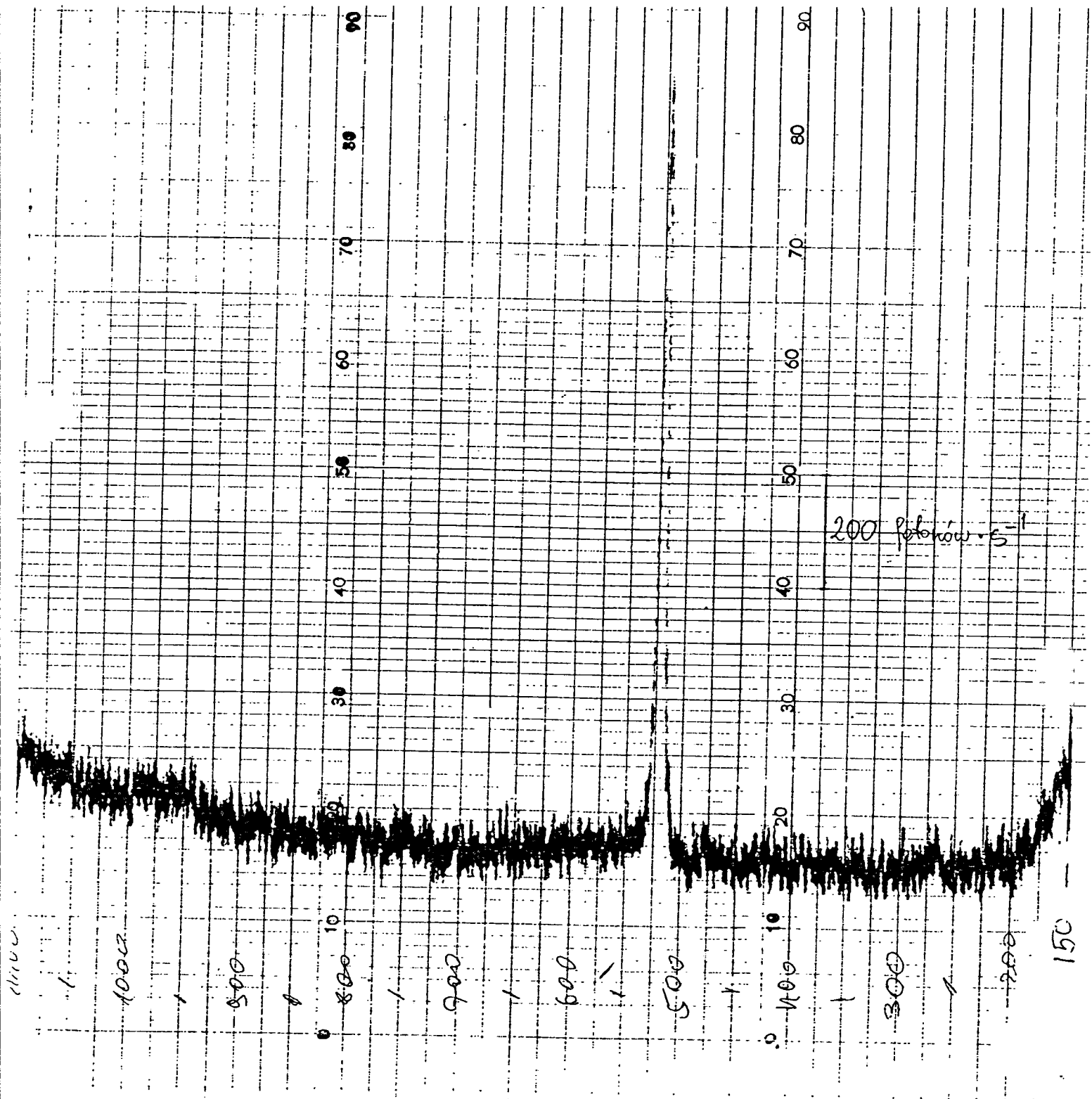


Rys. 1. Ramanowskie przejścia między poziomami energetycznymi molekuły dwuatomowej i odpowiadające im widmo Ramana. ϵ_0 i ϵ_1 – poziomy elektronowe podstawowy i wzbudzony. v i v' – poziomy oscylacyjne należące do poziomów elektronowych ϵ_0 i ϵ_1 [rysunek jest reprodukcją z książki prof. Kschiego "Podstawy spektroskopii molekularnej"].

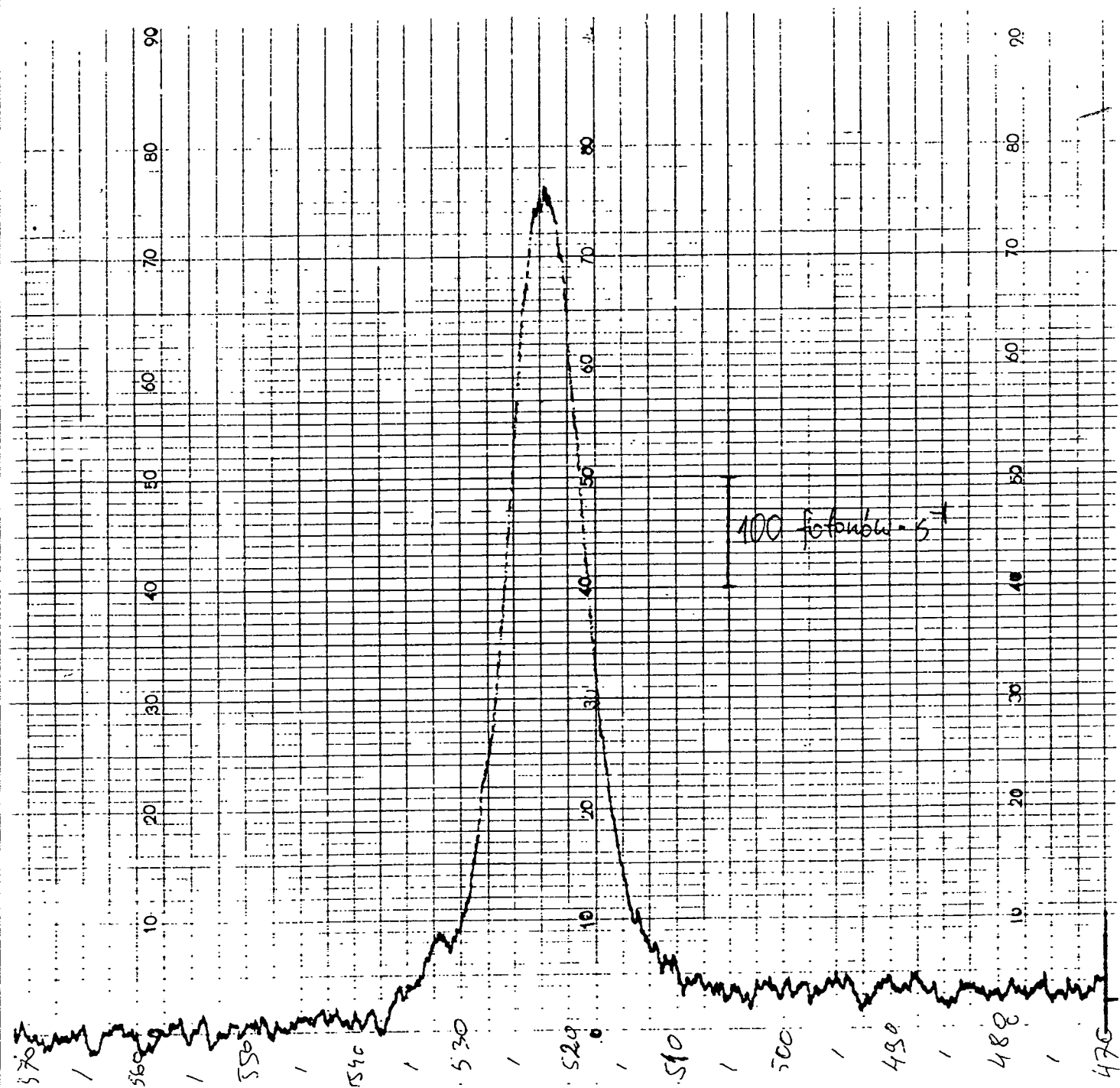


Rys. 2. Widmo Ramana orterochloroku w szklu (CCl₄).

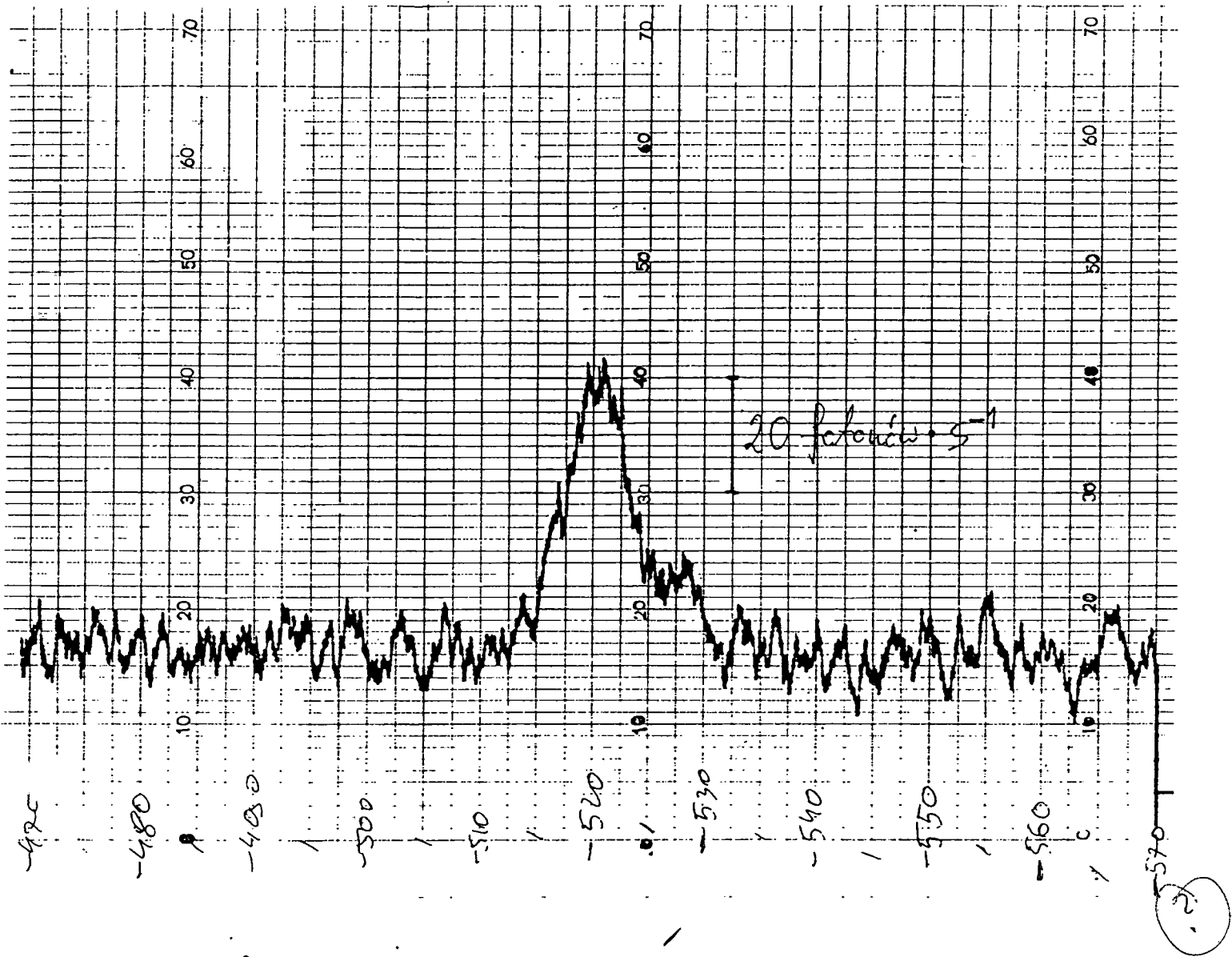
14



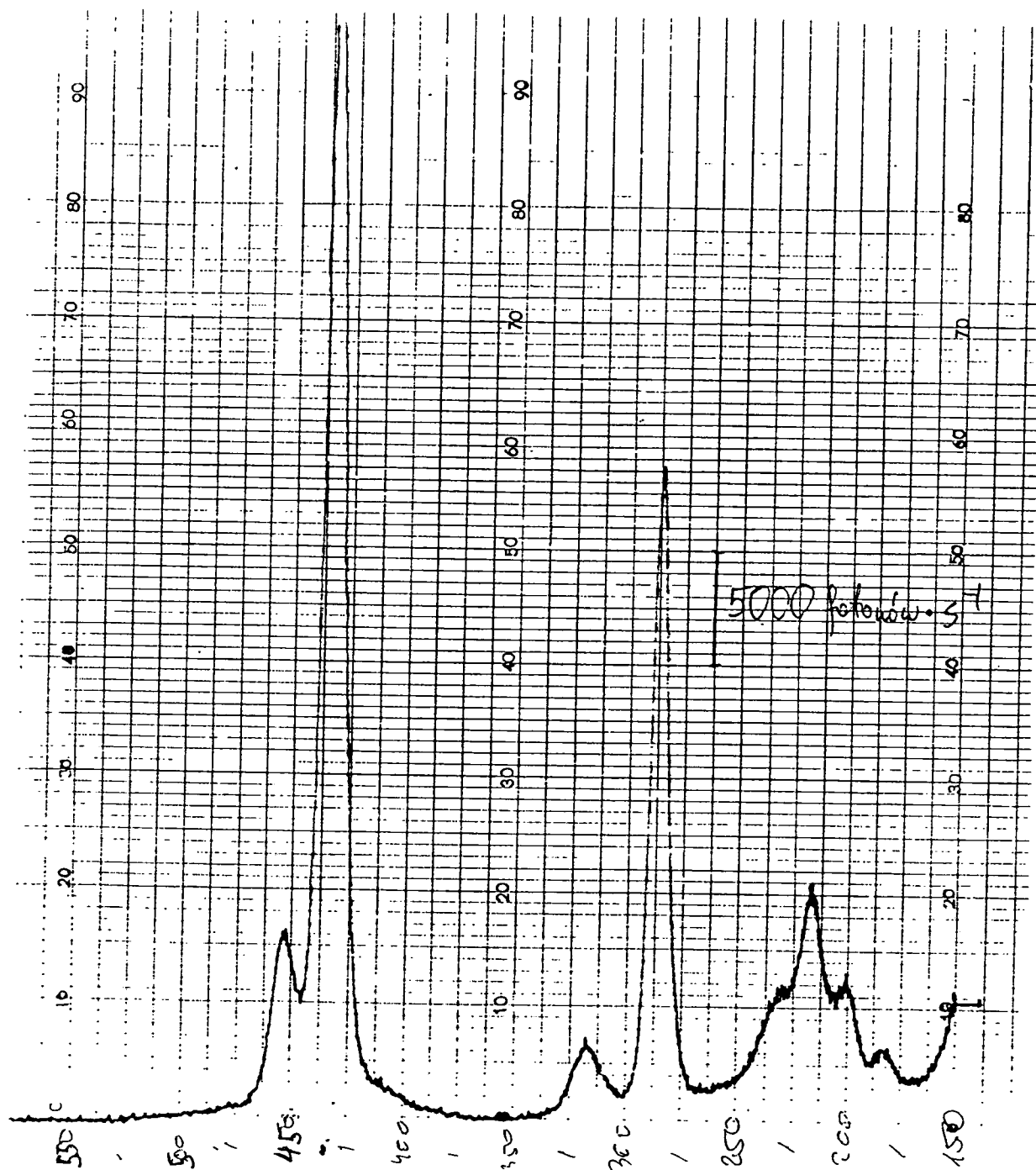
Rys. 3a. Stokesowska część widma Ramana kruszy w obszarze $150 \div 1100 \text{ cm}^{-1}$.



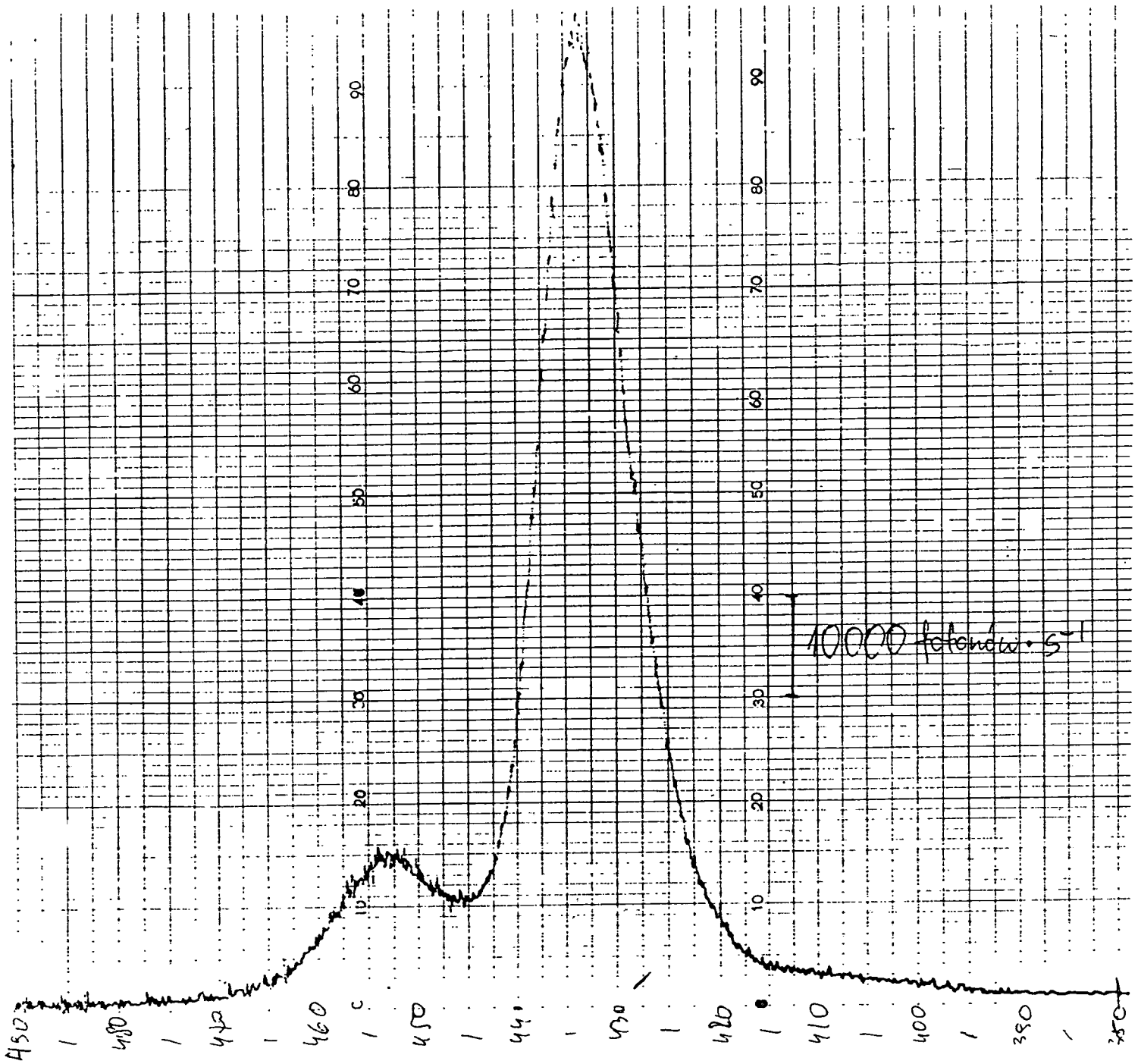
Rys. 3b. Stokesowska część widma Ramana Krimm
w obszarze $470 \div 570 \text{ cm}^{-1}$



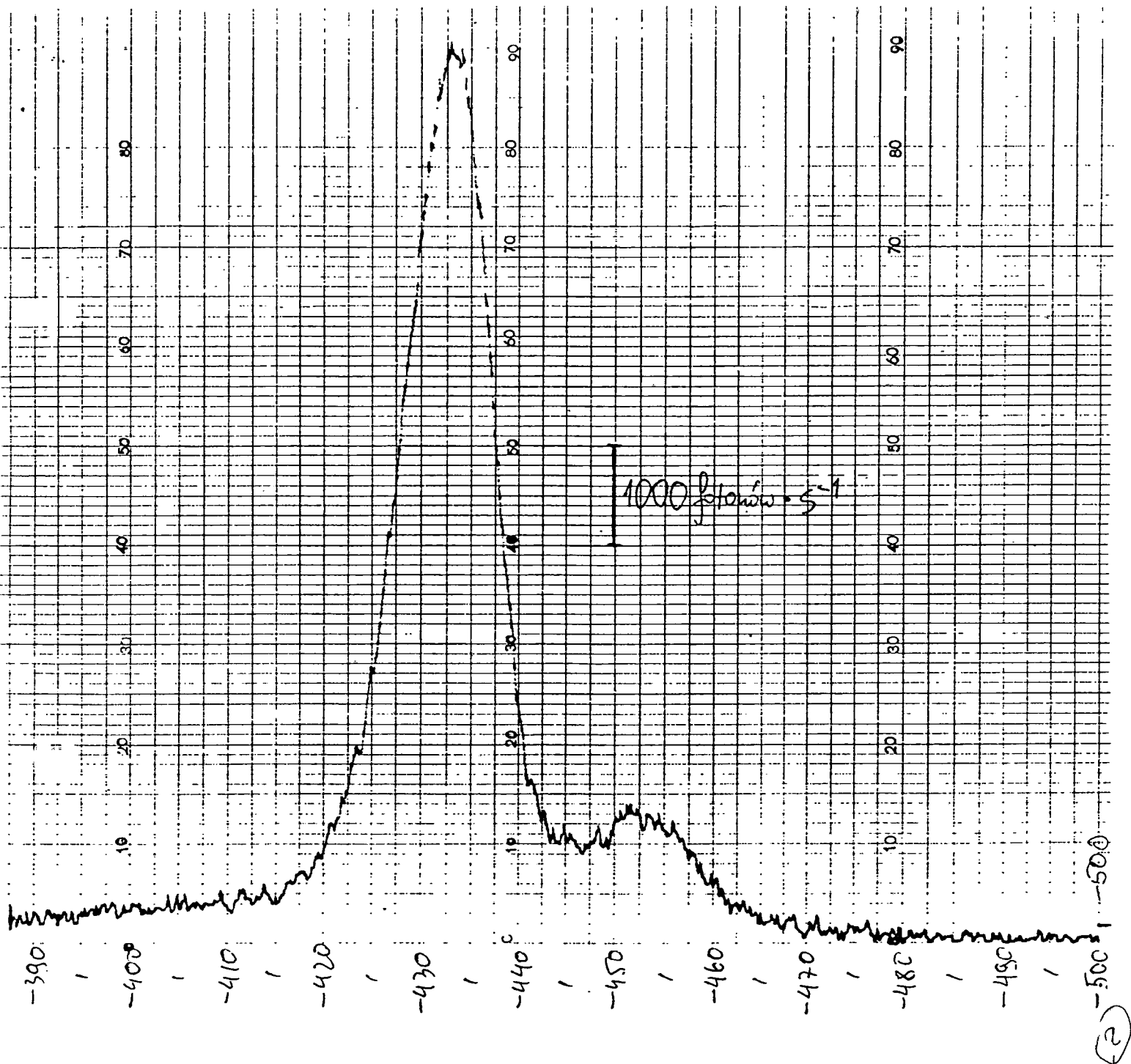
Rys. 3c. Antystokesowska część widma Ramana
kremu w obszarze $470 \div 570 \text{ cm}^{-1}$.



Rys. 4a. Stokesowska część widma Ramana CCl_3COONa w obszarze $150 \div 550 \text{ cm}^{-1}$



Rys. 4b. Stokesowska część widma Ramana CCl_3COONa w obszarze $380 \div 490 \text{ cm}^{-1}$.



Rys. 4c. Antystokesowska część widma Ramana Na_2CO_3 w obszarze $390 \div 500 \text{ cm}^{-1}$.

4. Wnioski

- * Na podstawie eksperymentów przeprowadzonych w Zakładzie Chemii Molekularnej na Uniwersytecie Warszawskiej i rozeznania literaturowego można stwierdzić, że istnieją możliwości powielenia i wykorzystania zjawiska Ramana do pomiaru temperatury. Obecne badania mogą być podstawą do prowadzenia dalszych badań eksperymentalnych w celu konstrukcji odpowiednich czujników światłowodowych temperatury i współpracującego komputerowego układu sterującego. Na obecnym etapie trudno jeszcze uzyskać pełne przekonanie o możliwości przemysłowego wykonania układu pomiarowego.

- * W chwili obecnej są możliwości skompletowania elementów układu pomiarowego przeprowadzając zakupy od dealerów importowanych elementów takich jak: laser, sterownik komputerowy. Można także wykonać w kraju czujniki światłowodowe temperatury, zespoły optyczne itp. Produkowane są także światłowody w Fabryce Kabli w Ożarowie Maz. z którym mamy już przeprowadzone na ten temat rozmowy. Wydaje się jednak za celowe zakupić za granicą kompletny wzorzec światłowodowego układu pomiaru temperatury i przeprowadzić kompletne badania wzorca, a następnie skompletować odpowiednią aparaturę. W tym celu przeprowadzono wstępne rozmowy ze specjalistami z Australii i Kanady.

- * Dalsze badania w tym zakresie, które mają cechy badań podstawowych, mogą być prowadzone w ramach uzyskanego w br. Projektu Badawczego pt. „Metody Oceny Intensywności Procesów Metabolicznych w Przechowalnictwie Zbożowym” - Decyzja KBN Nr 400/P06/96/11 z dnia 7 sierpnia 1996r.

5. Literatura

- [1.] Iida O., Iwamura T., Yamamoto S.: Expansion of measurement range of a fibre-optic distributed temperature sensor and application to commercial plants. Proceeding of the XIII IMEKO World Elias Congress. Vol. 2. Turyn
- [2.] M.C., Strach S.J.: OSNETTM - an engineered fibre-optic sensing system for industrial applications. Ind. Journal of Optoelectronics. 1991 Vol. 6 nr 1/2
- [3.] Long D.A.: Raman spectroscopy. Londyn 1977 Mc Graw-Hill.
- [4.] Kobosko A.: Thermal distribution analyse on material storages realized by non-contact measurement. Third Internat. Symp. On Measurement Technology And Intelligent Instruments ISMTII 96, The University of Tokyo, Proceeding 113-118.

6. Uwagi

- * Zestawienie aparatury do zakupu i wyjaśnienia Wykonawców
Proponuje się rozważyć zakup kompletnego układu pomiarowego przedstawionego w artykule Eliasa i Stracha-literatura poz.[2].
Na str.147 i str. 162 tego artykułu jest przedstawiony zestaw pomiarowy „OSNET” w wykonaniu przemysłowym i pracujący już w przemyśle australijskim /w załączeniu/. W najbliższym czasie oczekujemy również oferty firmy kanadyjskiej na podobny zestaw pomiarowy i wówczas będzie można wybrać korzystną dla nas ofertę zakupu.
- * Wyjaśnienia dot. przeglądu literatury
Przegląd literatury przeprowadzono na podstawie zbiorów Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego oraz Politechniki Warszawskiej. Kserokopie ważniejszych artykułów znajdują się u Wykonawców niniejszej pracy.
- * Wyjaśnienia dot. przeglądu patentowego
Przeglądu patentowego nie przeprowadzono ponieważ nie zdecydowano się na konstrukcję układu pomiarowego w/g własnej konstrukcji, a jedynie rozważano możliwość zakupu kompletnego urządzenia traktowanego jako wzorzec.
- * W trakcie dalszej współpracy z dr. A.Kudelskim należy uściślić zagadnienia metrologiczne rozpatrywanej metody światłowodowej pod względem przydatności inżynierskiej.
- * Badania prowadzono na stanowisku pomiarowym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Konfiguracja stanowiska jest podobna do przedstawionej na Rys.4.

The same function in the optical system is achieved by the use of an optical switch module (OSM) as the sensor in figure 1. The OSM has two well defined reflection levels separated by a margin of approximately 3 dB. A compact, sealed, magnetically actuated unit has been developed for this purpose. The mode of operation and size allow the OSM to be substituted for the electrical microswitch in a range of commercially available transducers. The device is described in detail in section 4.

The requirement for the optical system to sense the switch status is that it be able to unambiguously determine whether the reflection level from the OSM is in one or the other of the two ranges corresponding to 'on' or 'off'. If the reflection level is outside both ranges the system must register a fault condition. An important requirement is that the system be able to determine the switch status absolutely, i.e. without reference to previous states, for example when the system is switched on.

For the basic sensing system in figure 1 the determination of switch status requires control of the optical source power and knowledge of the optical losses from source to detector via the sensor. Decision points can then be set for the received optical power defining the ranges in which the signal can fall for each of the two allowed switch states. The optical source power is stabilized by comparing the output from the monitor receiver with a fixed reference and providing a correction signal to the transmitter. In a practical system based on the configuration in figure 1 the combined uncertainties in optical losses make it necessary to set the receiver decision levels on first installation. Thereafter, changes in optical loss caused by temperature changes etc. are insignificant compared to the difference between the receiver thresholds.

A system of this type can operate over several hundred metres using an LED source and 50–125 μm or 65.5–125 μm multimode fibre, and is an economic solution for many sensing applications. Figure 2 shows the commercial version of this system manufactured by AOFR, consisting of a compact optoelectronic module, containing source, detectors and coupler, and the single fibre cable link to the OSM which is incorporated in an industrial limit switch.

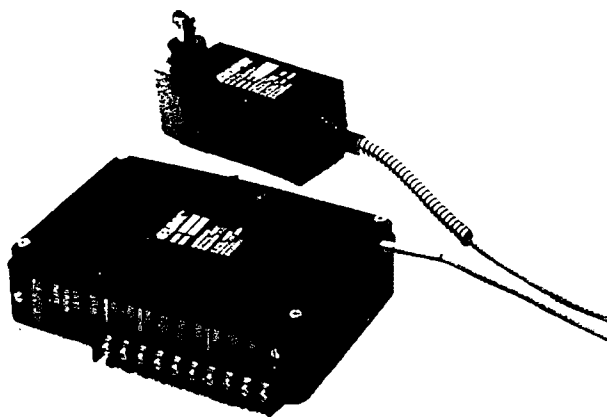
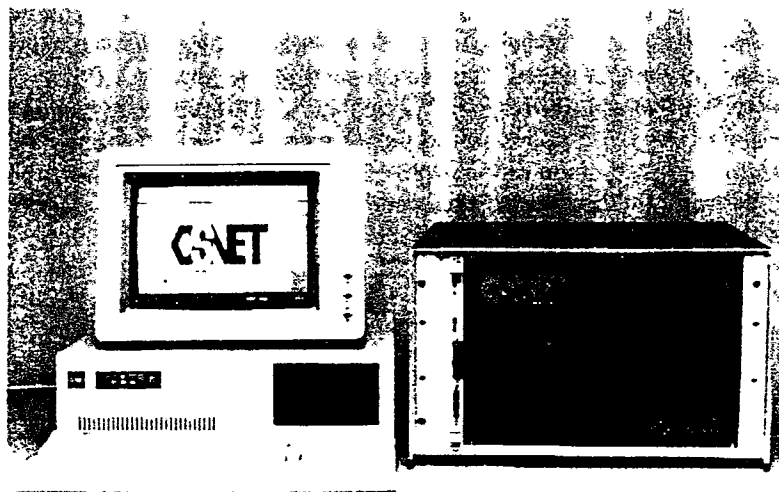
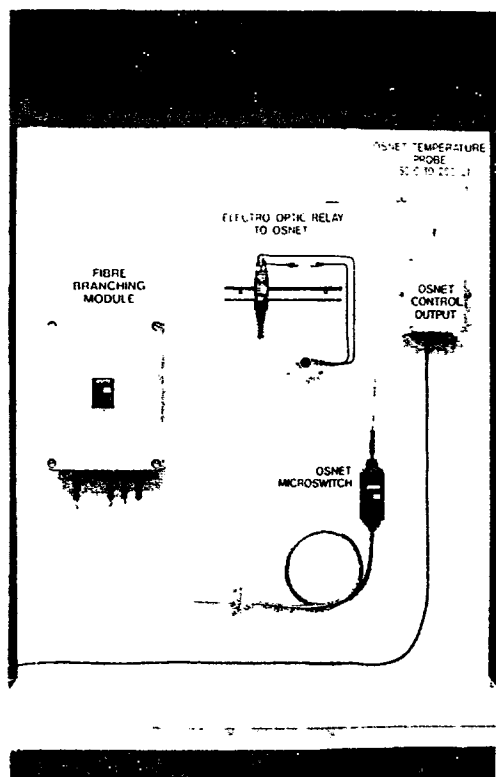


Figure 2. The AOFR OSL™ 500 binary optical sensor system, with sensor adapted to an industrial limit switch.



(a)



(b)

Figure 13.(a) Photograph of OSNET Optical Sensor Signal Processor (OSSP) with host PC. (b) Several OSNET sensors including binary sensors adapted to sense an electrical signal (electro-optic relay), mechanical position (microswitch) and an analogue temperature sensor. Also shown is an OSNET control output demonstration.

6. System

The microcombined suitable for key computer techniques results of a sensor in the OSSP determined processor of the con increasing

7. Conclusion

The success technology consideration component paper represents electrically demanding

Acknowledgements

The development several AEC Industry Technology and Energy

References

- [1] GIALLORE RASII
- [2] BUCARO. 1302.
- [3] LEE, C.
- [4] STEVENS
- [5] SNYDER, and I
- [6] HULLETT
- [7] GRATTAN 57, 11