

Państwowy wzorzec jednostki miary lepkości kinematycznej w GUM

The national measurement standard of kinematic viscosity at GUM

Adam Żeberkiewicz
Izabela Cękiel
Główny Urząd Miar

17 maja 2021 r. Prezes GUM podpisał Decyzję nr 22 w sprawie uznania wzorca jednostki miary lepkości kinematycznej za państwowy wzorzec jednostki miary lepkości kinematycznej. W rozmowie z Izabelą Cękiel, głównym metrologiem w Laboratorium Wzorców Fizykochemicznych w Zakładzie Chemii Fizycznej i Środowiska, przedstawiamy bliżej budowę wzorca, a także historię i perspektywy rozwoju dziedziny lepkości kinematycznej.

On May 17, 2021, the President of GUM signed the Decision No. 22 on recognizing the standard of the kinematic viscosity measurement unit as the national standard of the kinematic viscosity measurement unit. We present the structure of the standard, as well as the history and development prospects for the field of kinematic viscosity in an interview with Izabela Cękiel – the chief metrologist in the Laboratory of Physicochemical Standards at the Department of Physical and Environmental Chemistry.

Słowa kluczowe: państwowy wzorzec pomiarowy, lepkość kinematyczna
Keywords: national measurement standard, kinematic viscosity

Adam Żeberkiewicz: Jak opisać prostymi słowami pojęcie lepkości kinematycznej?

Izabela Cękiel: Odpowiadając na pytanie dotyczące lepkości najlepiej jest się posłużyć przykładem. Weźmy plastikowy lub styropianowy kubek z otworem w dnie. Jeśli wlejemy do kubka miód, przekonamy się, że wypływa on bardzo powoli. Dzieje się tak, ponieważ lepkość miodu jest duża w porównaniu z lepkością innych płynów. Jeśli na przykład napełnimy ten sam kubek wodą, kubek opróżni się bardzo szybko. Innymi słowy, lepkość kinematyczna jest miarą własnego oporu przepływu płynu, gdy nie działa na niego żadna siła zewnętrzna, z wyjątkiem siły grawitacji. Płyn o dużej lepkości jest odporny na ruch, ponieważ jego skład molekularny zapewnia mu duże tarcie wewnętrzne. Płyn o niskiej lepkości płynie łatwo, ponieważ jego skład powoduje bardzo małe tarcie, gdy jest w ruchu. Gazy również mają lepkość, chociaż w zwykłych warunkach nieco trudniej ją zauważyć.

A. Ż.: Jak widzimy, stanowisko wzorca jednostki miary lepkości kinematycznej jest złożone z kilku elementów i wygląda dość skomplikowanie.

I. C.: Wzorzec jest złożony z kompletu wzorcowych wiskozymetrów kapilarnych szklanych typu Ubbelohde o równomiernie rosnących średnicach, zestawu przyrządów

do precyzyjnego pomiaru temperatury, łaźni wiskozymetrycznej oraz wzorca pierwotnego – wody dwukrotnie destylowanej o przypisanych tabelarycznych wartościach lepkości kinematycznej i dynamicznej.

A. Ż.: Od jak dawna w metrologii możemy mówić o lepkości kinematycznej? Proszę powiedzieć coś o historii tej dziedziny – kiedy się narodziła i została zdefiniowana? Od kiedy ta wielkość jest mierzona?

I. C.: Każdy, kto zaczyna interesować się pomiarami w dziedzinie lepkości, powinien zacząć od zapoznania się z definicjami cieczy newtonowskich i nienewtonowskich. Zostały tak nazwane na cześć fizyka Sir Isaaca Newtona. Newton, wśród swoich wielu dobrze znanych osiągnięć (w tym odkrycia grawitacji), odkrył również podstawowe zasady lepkości. Newton przeprowadził obserwacje, które doprowadziły go do przekonania, że lepkość płynu była po prostu funkcją naprężenia ścinającego i temperatury – i że pozostanie niezmienną bez względu na szybkość ścinania.

Prawa rządzące lepkością zostały odkryte w XIX wieku przez francuskiego fizyka Jeana Léonarda Marie Poiseuille. Sformułował on równanie pozwalające na określenie lepkości wszystkiego, od ludzkiej krwi po stopioną lawę.

A. Ż.: Jakie warunki muszą być stworzone w laboratorium dla utrzymania wzorca?

I. C.: Jedynym czynnikiem wywierającym wpływ na pomiary realizowane w laboratorium jest temperatura otoczenia. W sposób ciągły jest ona monitorowana w trakcie pomiarów wiskozymetrycznych. Aby zapewnić stałą temperaturę, pomieszczenia laboratorium wyposażone są w klimatyzację.

A. Ż.: Przez dość długi czas w GUM utrzymywany był wzorzec odniesienia lepkości kinematycznej, który w 2021 roku otrzymał status wzorca państwowego. Czy konstrukcja wzorca również się zmieniała?

I. C.: Zasadniczo konstrukcja przez lata nie uległa zmianie. Wymieniane były elementy, których działanie w znaczący sposób wpływało na wynik lepkości kinematycznej. Wymiana ta wynikała z potrzeby doskonalenia metod pomiarowych. Obecna, unikalna na skalę światową konstrukcja, bazuje na elementach, które pochodzą z lat 60. ubiegłego wieku, jednak znaczna część została zastąpiona urządzeniami o znacznie lepszych parametrach technicznych.

Kontrola temperatury jest najważniejszym pojedynczym parametrem, umożliwiającym uzyskanie dokładnego i precyzyjnego pomiaru lepkości kinematycznej. Niewielka zmiana temperatury może mieć duży wpływ na lepkość cieczy. Aby w łaźni wiskozymetrycznej uzyskać równomierny rozkład temperatury, zakupiony został nowy termostat. W ostatnich latach termometry rtęciowe zostały zastąpione przez bardziej czułe i precyzyjne rezystancyjne czujniki temperatury.

A. Ż.: Jakie zastosowanie ma wzorzec, np. w procesach produkcyjnych?

I. C.: Lepkość kinematyczna jest jedną z najważniejszych właściwości płynu i odgrywa znaczącą rolę w przemyśle naftowym. Lepkość ropy naftowej wpływa na zdolność wypompowywania jej z gruntu; lepkość i lotność paliwa

wpływa na łatwość jego rozpylenia we wtryskiwaczu paliwa; lepkość środka smarowego wpływa na jego zdolność do ochrony silnika. Jest to ważna cecha pomiarowa w przemyśle spożywczym, farbiarskim, powłok polimerowych i innych gałęziach przemysłu, w których przepływ jest krytyczną cechą produktu lub zastosowania.

A. Ż.: Jakie przyrządy są wzorcowane w Laboratorium Wzorców Fizykochemicznych?

I. C.: W Laboratorium Wzorców Fizykochemicznych wzorcowane są wszystkie przyrządy do pomiaru lepkości. Wymienię tu najpopularniejsze: wiskozymetry kapilarne szklane np. Pinkiewicz, Ubbelohde, Cannon Fenske, Cannon Fenske z odwróconym przepływem, kubki wypływowe (min. z dnem płaskim, stożkowym, Zahn), wiskozymetry z opadającą kulką oraz wiskozymetry rotacyjne.

A. Ż.: Jakie są perspektywy rozwoju dziedziny i wzorca zarówno na świecie, jak i w GUM? Czy można go jeszcze udoskonalać, rozwijać konstrukcyjnie?

I. C.: W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie rozwojem kompaktowych i prostych technologii umożliwiających pomiar i identyfikację zarówno cieczy, jak i gazów. Różne typy lepkościomierzy, dostępne na rynku i powszechnie stosowane, służą do pomiaru cieczy, podczas gdy techniki dotyczące pomiaru lepkości w fazie gazowej są nadal badane. W związku z tym nie jest dostępna żadna metoda umożliwiająca pomiar lepkości zarówno cieczy, jak i gazów – dwóch zasadniczo różnych faz płynnych. W przyszłości poszukiwane będą tego typu urządzenia.

W przemyśle naftowym bardzo dobrze zbadana jest lepkość w temperaturze o zakresie od 20 °C do 100 °C, natomiast słabo znana jest lepkość w niższych temperaturach. W ostatnich latach rośnie zainteresowanie pomiarami w ujemnych temperaturach. To zainteresowanie niejako wymusiło zaplanowanie porównań kluczowych w niskich temperaturach, już w niedalekiej przyszłości.

A. Ż.: Dziękuję za rozmowę.

