

Uwaga: Przytem najlepiej jest posilkować się pałeczką szklaną lub metalową, szczerlnie poruszając się wewnątrz rurki, którą się umieszcza, zwilżywszy wodą tak, aby miejsce przeznaczone na masę było wolne — i po zalaniu masy natychmiast usuwa.

§ 9. *Rozszerzalność.* — Kontrakcja, mierzona pomiędzy 150 i 150°C nie może być większa od 7,5%.

Próba: Do próbówki o zmierzonej objętości (około cm³) nalewa się do pełna masy o temperaturze 150° i ostudza powoli do 15°C, poczem dolewa się do niej tyle oleju, żeby uzyskać menisk taki sam, jaki był przed ostudzeniem. Stosunek w % objętości użytego oleju do objętości próbówki daje kontrakcję⁹⁾.

§ 10. *Płynność.* — Wiskoza, określona przyrządem Englera, nie powinna przekraczać — w odniesieniu do wody przy 20°C:

dla typu A — przy temp. 150°C	12°E.
dla typu B — przy temp. 190°C	18°E.

Próba: Najlepiej używać normalnego wiskozymetru syst. Englera, o średnicy wylotu 5 mm, a do chwytania wypływającej masy naczynia o podwójnych ściankach¹⁰⁾ ze wskaźnikiem do mierzenia objętości płynu.

4. Przepisy odbiorcze na oleje izolacyjne.

W dążeniu do coraz lepszego wyzyskania materiałów, przy budowie maszyn elektrycznych, technika konstrukcyjna stawiać musi coraz większe wymagania i materiałom izolacyjnym. Dużo uwagi poświęca się obecnie olejom izolacyjnym, mającym tak wielkie znaczenie w pracy transformatorów i wyłączników, nie tylko jako materiał izolacyjny, lecz także, w bardzo dużym stopniu, jako środek odprowadzający szkodliwe ciepło. Warunki techniczne, stawiane olejom w różnych krajach, są jednak nader rozbieżne pod względem wymagań i prób odbiorczych.

Kwestja ujednolajnienia tych norm na oleje izolacyjne znalazła należyte zrozumienie w Międzynar-

⁹⁾ Przy pomiarze należy zwrócić uwagę na to, że olej rozpuszcza masę, a więc pomiar należy wykonywać szybko. Używanie innego płynu (wody lub rtęci) może spowodować większy błąd, ze względu na odmienny kształt menisku, jaki tworzą te płyny.

¹⁰⁾ W celu opóźnienia stygnięcia masy.

rodowej Komisji Elektrotechnicznej (C. E. I.), która się nią zajmuje od dłuższego czasu¹⁾). Ponieważ sprawa nie daje się rozstrzygnąć w dyskusji, M. K. E. za pośrednictwem komitetów krajowych podjęła szereg prób badawczych, mających na celu ustalenie najlepszej metody badania typu oleju. Chodzi tu przede wszystkim o znalezienie niezawodnej próby na stwierdzenie trwałości oleju, t. j. głównie odporność na tworzenie się osadów. Chociaż bowiem praktyka zupełnie wyeliminowała z użycia oleje nie pochodzące z ropy naftowej, jednak ropy tej jest tak wiele odmian i otrzymane z nich oleje, pozornie mające te same własności, są jednak o tyle różne pod względem chemicznym, że próby badawcze, dobre dla oceny oleju z jednego źródła, mogą wręcz zawieść przy innym. Ponieważ więc kwestja jest tymczasem otwarta, M. K. E. zaleciła (w 1926 r.) komitetom krajowym przeprowadzenie prób porównawczych przy zastosowaniu metod: amerykańskiej, angielskiej, niemieckiej i szwajcarskiej. Narazie ustalić należy w poszczególnych krajach jedynie próby odbiorcze, odkładając przepisy na próby badawcze²⁾ do czasu uzyskania wyników z prac M. K. E.

W Polsce nie mamy jeszcze obowiązujących przepisów na oleje izolacyjne. Ażeby uzupełnić ten brak, coraz bardziej odczuwany, zostały opracowane dla własnych potrzeb w Laboratorium Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej poniższe przepisy na próby odbiorcze dla olejów izolacyjnych. Przy układaniu ich wzięto pod uwagę zalecenia M. K. E. oraz przepisy i normy następujące: amerykańskie³⁾, angielskie⁴⁾, belgijskie⁵⁾, czeskie⁶⁾, francuskie⁷⁾, niemieckie⁸⁾,

¹⁾ por. T. Czaplicki. — Oleje izolacyjne. Przegl. Elektr. 1925, str. 103 i 121.

²⁾ Do prób badawczych, poza badaniem trwałości, weszłyby niektóre próby chemiczne, mające wykryć obecność szkodliwych domieszek.

³⁾ Am. Soc. Testing Mat. D 117—24.

⁴⁾ Brit. Eng. Standard Ass. Nr. 148, 1923.

⁵⁾ Com. Electr. Belge, Rapport Nr. 13, 1926.

⁶⁾ Predpisy a normálie, 1923, str. 138.

⁷⁾ L'Union des Synd. de l'Electr., Cahier des charges Nr. 136, 1924.

⁸⁾ VDE Normen, ETZ 1927, str. 473 i 858.

norweskie⁹⁾, szwajcarskie¹⁰⁾, szwedzkie¹¹⁾ i włoskie¹²⁾.

W wymaganiach ogólnych, stawianych olejom w poniższych przepisach, rozróżniono dwa rodzaje oleju. Podział dawniejszy — na olej wyłącznikowy i transformatorowy, kiedy do wyłączników uważano za właściwe stosować olej gorszy, obecnie prawie nie ma zwolenników. Natomiast, wraz z rozwojem podstacji napowietrznych, wysuwa się potrzeba używania oleju niekrzepnącego. Z tych względów, albo ustalając jeden typ oleju, należy przepisać odpowiednio niższy punkt krzepnięcia (takie stanowisko zajmują normy szwajcarskie), albo przyjąć dwa typy oleju o różnych temperaturach krzepnięcia: jeden do urządzeń wewnętrznych, drugi — do napowietrznych. — Z naszego punktu widzenia racjonalne jest rozróżnienie dwóch typów¹³⁾¹⁴⁾, gdyż liczyć się z tem trzeba, że z naszych rop nie można narazie otrzymać oleju o niższym punkcie krzepnięcia, niż — 5°C; ta więc temperatura została uwzględniona dla typu wewnętrznego. Dla typu napowietrznego przepisy niemieckie wymagają — 40°, a szwedzkie nawet 50°; w naszych warunkach można się zadowolnić punktem — 30°. Poza tem wymagania ogólne naogół nie odbiegają od innych.

Przy próbie wytrzymałości elektrycznej nie doprowadza się w poniższych normach do przebicia, przepisuje się tylko pewne minimalne naprężenie, które olej ma wytrzymać bez przebicia; jest ono wyższe od przeciętnej wytrzymałości, wymaganej przez przepisy niemieckie, a niższe od naprężenia wg. przepisów szwajcarskich (te ostatnie przepisują 30 kV skut. przy elektrodach o średnicy 12,5 mm w odstępach 5 mm, co daje, przy uwzględnieniu wpływu średnicy, naprężenie przy powierzchni elektrod 77 kV/cm). Napięcie próby zostało ustalone na 20 kV w celu uprzyśtępnienia próby dla mniejszych pracowni probierczych.

⁹⁾ CEI publ. C N. 197, 1924.

¹⁰⁾ Bulletin d'Ass. Suisse des Electr. 1925.

¹¹⁾ ETZ, 1927, str. 1006.

¹²⁾ CEI, publ. C N. 197, 1924.

¹³⁾ por. T. Czapliski. — Ile gatunków oleju izolacyjnego powinny przewidywać przepisy międzynarodowe? — Przegl. Elektr. 1926 r.

¹⁴⁾ por. Referat Nr. 50 delegacji polskiej na Konfer. Wielkich Sieci Elektr. w Paryżu 1927 r. pod tyt. podobnym jak ¹³⁾.

Doprowadzanie do przebicia przy próbie odbiorczej i wnioskowanie z uzyskanej wartości o dobroci oleju jest niecelowe, gdyż pomiar taki wymaga takiej staranności przy wykonywaniu, jakiej nie można się spodziewać przy próbie technicznej; nadaje się on raczej do prób badawczych, wykonywanych przez odpowiednio wyposażone pracownie.

Ze względu na to, że często olej do próby bywa przysyłany przez ludzi niedostatecznie obznajmionych, przez co próbka może ulec zanieczyszczeniu względnie zawilgoceniu, a także w celu określenia przyczyny ujemnego wyniku próby — została dopuszczona powtórna próba po osuszeniu próbki.

Wymagania fizyczne przepisów różnych krajów nie odbiegają znacznie od siebie. W nowszych przepisach (niemieckie, szwedzkie) gatunki oleju różnią się też pod względem ciężkości właściwej. Gęstość, względnie ciężkość właściwa, ma znaczenie głównie ze względów handlowych (olej nabywa się na wagę — używa na objętość), jednak przy typie napowietrznym gra tu rolę inny jeszcze wzgląd. Przy niskiej temperaturze woda, skroplona na dnie pudła, czego się zawsze można spodziewać, — mogłaby, zamieniając się na lód, unieść się w zbyt ciężkim oleju wskutek zmiany swej gęstości i przez to powodować zwarcia.

Do określenia punktu zapłonu wybrano metodę w zamkniętym naczyniu, jako odpowiadającą warunkom pracy i bardziej czułą. Do oznaczenia stopnia płynności ma służyć zwykła metoda Englera. Zarówno punkt zapłonu, jak i stopień płynności — nie odbiegają od większości obcych przepisów.

Wymagania chemiczne nie zostały tu wprowadzone, gdyż nadają się one raczej, jak wyżej było nadmienione, do badania typu oleju (próby badawcze). Dla celów technicznych powyższe próby odbiorcze dają zresztą dostateczną gwarancję dobroci oleju.

Poniższe przepisy zostały przedłożone Polskiemu Komitetowi Elektrotechnicznemu, w którego programie prac leży również opracowanie polskich norm na oleje izolacyjne.

I. Wymagania ogólne.

§ 1. O k r e ś l e n i e. — Olej izolacyjny — w rozumieniu niniejszych przepisów — jest to olej mineralny, będący odpowiednio i starannie rafinowanym produktem destylacji ropy naftowej, przeznaczonym do transformatorów i wyłączników w urządzeniach elektrycznych prądu silnego.

§ 2. Podział. — Rozróżnia się następujące gatunki olejów izolacyjnych:

A — do urządzeń wewnętrznych,

B — do urządzeń napowietrznych.

§ 3. Próbką oleju, przeznaczonego do zbadania ma wynosić najmniej 1 litr. Przesyłać ją należy w naczyniach zupełnie czystych i suchych, najlepiej szklanych z doszlifowanym korkiem.

Uwagi: 1. W razie konieczności lakowania należy tak to czynić, aby niemożliwe było przedostanie się cząsteczek laku (np. przy otwieraniu) do wnętrza.

2. Próbkę oleju już używanego należy pobierać przy pomocy pipety, albo syfonu¹⁵⁾ ze zbiornika przyrządu w wysokości najniższej położonej części przyrządu, będącej pod napięciem.

§ 4. Wygląd zewnętrzny. — Olej izolacyjny powinien być zupełnie klarowny i jednorodny i nie powinien zawierać żadnych, widocznych gołym okiem, domieszek lub zawiesin.

Uwaga. Barwa oleju nie świadczy wogóle o jego stanie i dobroci.

Próba: Zmieszawszy dokładnie całą próbkę nalewa się kilkanaście cm^3 oleju do czystej próbówki i obserwuje pod światło; nie powinno się stwierdzić żadnych zawiesin ani zmętnienia¹⁶⁾.

§ 5. Obecność wody. — Olej powinien praktycznie nie zawierać wody. W razie stwierdzenia obecności wody — próbka dalszym badaniom nie podlega.

Próba: Obecność wody wykrywa się przez podgrzewanie kilkunastu cm^3 oleju w próbówce na płomieniu gazowym (lub t. p.) do temperatury ok. 150°C . O ile powstają przytem trzaski, świadczy to o obecności wilgoci w oleju.

II. Wytrzymałość elektryczna.

§ 6. Olej, próbowany w temperaturze pokojowej prądem zmiennym praktycznie sinusoidalnym 50

¹⁵⁾ Szpryc lub t. p. używać do tego nie należy, ze względu na trudne utrzymanie ich w zupełnej czystości.

¹⁶⁾ Przyczyną mętności może być albo obecność parafiny — wtedy zmętnienie znika przy podgrzaniu do ok. 30° ; albo obecność większych stosunkowo ilości wody, — wtedy mętność znika przy 100° ; lub wreszcie obecność osadu w postaci bardzo drobnych zawiesin, — wtedy mętność przy podgrzaniu nie znika, a obecność osadu można stwierdzić, przefiltrowawszy olej przez gęsty sączek.

okr./sek, przy użyciu elektrod kulistych o promieniu 25 mm w odstępnie 3 mm, powinien wytrzymać w przeciągu 30 minut bez przebicia 20 kV skut. — co odpowiada napięciu około 70 kV/cm.

Próba: Naczynie iskiernika probierczego ma mieć objętość ok. 750 cm³. Ustawienie elektrod — poziome; elektrody stanowią dwa wycinki kuliste o promieniu 25 mm. Przed wykonaniem próby należy zarówno elektrody, jak i naczynie dokładnie wymyć benzolem, lub czystą benzyną i starannie wysuszyć w temperaturze ok. 100°C¹⁷⁾. Po ostudzeniu, naczynie i elektrod opłukuje się niewielką ilością badanego oleju, poczem, napełniwszy iskiernik olejem, pozostawia w spokoju na przeciąg 10 minut.

Uwaga. Przy nalewaniu oleju do naczynia należy baczyć, aby olej nie tworzył baniek powietrza, a więc lać go najlepiej cienkim strumieniem po ścianie naczynia.

Moc transformatora probierczego ma wynosić najmniej 250 VA. W obwód wysokiego napięcia należy włączyć opornik o oporności około 20 000 omów; po stronie niskiego napięcia oporników ani dławików dawać nie należy. Pozatem sposób regulacji napięcia dowolny. Napięcie probiercze podnosić należy z szybkością około 1 kV na sek. do 20 kV i przy tej wartości utrzymać w przeciągu 30 min. W czasie tym nie powinno nastąpić przebicie, t. j. trwałe lub ponawiające się powstawanie łuku między elektrodami. Natomiast dopuszczalne są przeskoki iskrowe¹⁸⁾ z towarzyszeniem charakterystycznego trzasku, po których następuje znów równowaga i nie widać produktów spalania oleju. Jednak w przeciągu ostatnich 5-iu minut próby trzaski te nie mogą występować.

Uwaga. W razie wyniku ujemnego próby, można ją powtórzyć po osuszeniu próbki przez ogrzanie w przeciągu godziny przy temp. ok. 110°C i ostudzeniu w naczyniu zamkniętem.

III. Własności fizyczne.

§ 7. Gęstość, określona areometrem, powinna być

dla oleju typu A zawarta w granicach 0,85 do 0,92,
dla oleju typu B mniejsza lub równa 0,89.

¹⁷⁾ Nie można tego czynić bezpośrednio nad płomieniem gazowym lub in. ze względu na osiadanie pary wodnej na podgrzewanym w ten sposób przedmiocie.

¹⁸⁾ Spowodowane przeważnie śladami wilgoci.

§ 8. **Krzepnięcie.** — Olej powinien być jeszcze płynny w temperaturze:

dla typu A: — 5°C ,

dla typu B: — 30°C .

Próba: Próbówkę 100 mm długości i 15 mm średnicy napełnia się do połowy olejem i zanurza do mieszaniny oziębiającej o odpowiedniej temperaturze na przeciąg pół godziny, poczem stwierdza się stan oleju przez szybkie wyjęcie i przechylenie próbówki.

§ 9. **Zapalność.** — Punkt zapłonu, określony przy pomocy przyrządu o naczyniu zamkniętem, nie może być niższy od 145°C .

Próbe wykonywać najlepiej przyrządem Pensky'ego - Martensa.

§ 10. **Płynność.** — Wiskoza, określona metodą Englera nie może być wyższa od 8°E .

Próbe wykonywa się najlepiej normalnym wiskozimetrem syst. Englera.
