

mgr inż. ANDRZEJ DĄBROWSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Badania wytrzymałości obudów urządzeń elektrycznych na uderzenia mechaniczne

Praca wykonana w ramach Strategicznego Programu Rządowego pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1995-1998

Funkcje obudów urządzeń elektrycznych

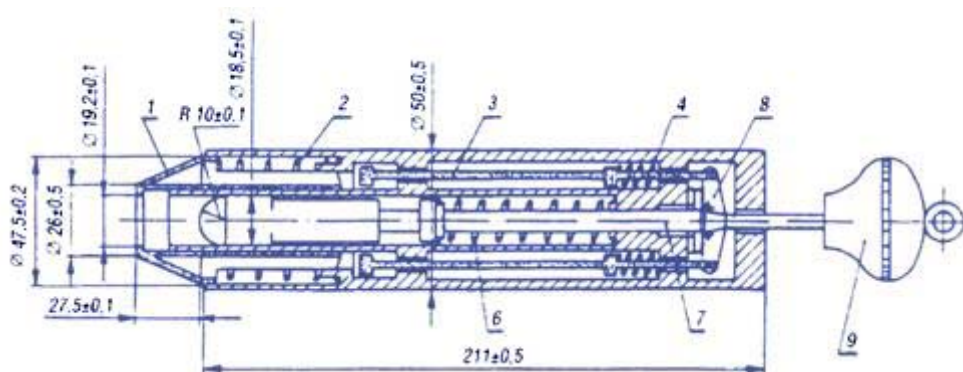
Obudowy urządzeń elektrycznych z jednej strony zabezpieczają przed szkodliwym wpływem różnego rodzaju czynników mogących zakłócić właściwą i bezpieczną pracę tych urządzeń, z drugiej strony stanowią ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym i urazami mechanicznymi. Obudowy, w trakcie eksploatacji narażone są na działanie różnego rodzaju czynników środowiskowych, dlatego podczas badań powinny być poddane licznym próbom symulującym ich rzeczywiste warunki pracy podczas użytkowania. Jedną z zasadniczych prób, jakim powinny podlegać obudowy tych urządzeń jest wytrzymałość na różnego rodzaju czynniki mechaniczne np.: uderzenia, spadki itd. Rodzaj i zakres badań zależy od rodzaju urządzenia znajdującego się w obudowie i zakresu jego zastosowania określonego przez producenta. Badania te mogą dotyczyć także obudów urządzeń mechanicznych.

Badania wytrzymałości na uderzenia mechaniczne

Badanie wytrzymałości obudów na uderzenia mechaniczne jest jedną z prób określonych w PN - 92 / E - 04600 [1], W artykule przedstawiono podstawowe próby wytrzymałości na uderzenia mechaniczne dla różnego rodzaju urządzeń elektrycznych.

Próba uderzenia młotem sprężynowym [3]

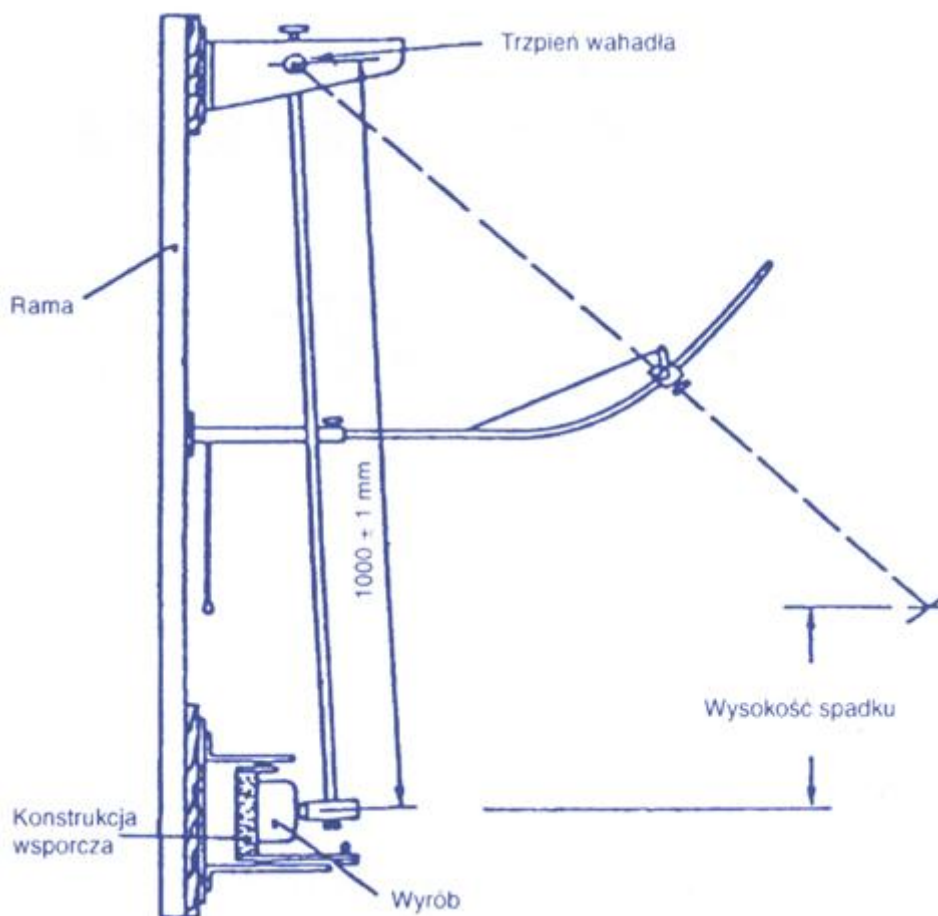
Stosuje się dla urządzeń mocowanych i ustawionych na poziomej płaszczyźnie, narażonych na uderzenia mechaniczne o energii od 0,2 J do 1 J. Próba polega na uderzeniach bijakiem młota prowadzonym w korpusie cylindrycznym (rys. 1), dostawianym prostopadłe do badanej powierzchni obudowy.



Rys. 1. Młotek sprężynowy: 1 - stożek zwalniający, 2 - sprężyna stożka zwalniającego, 3 - trzpień mechanizmu zwalniającego, 4 - sprężyna mechanizmu zwalniającego, 5 - głowica młotka, 6 - sprężyna młotka, 7 - oś młotka, 8 - szczeki zwalniającego, 9 - uchwyt napinający

Badanie wytrzymałości na uderzenia mechaniczne młotem wahadłowym [2].

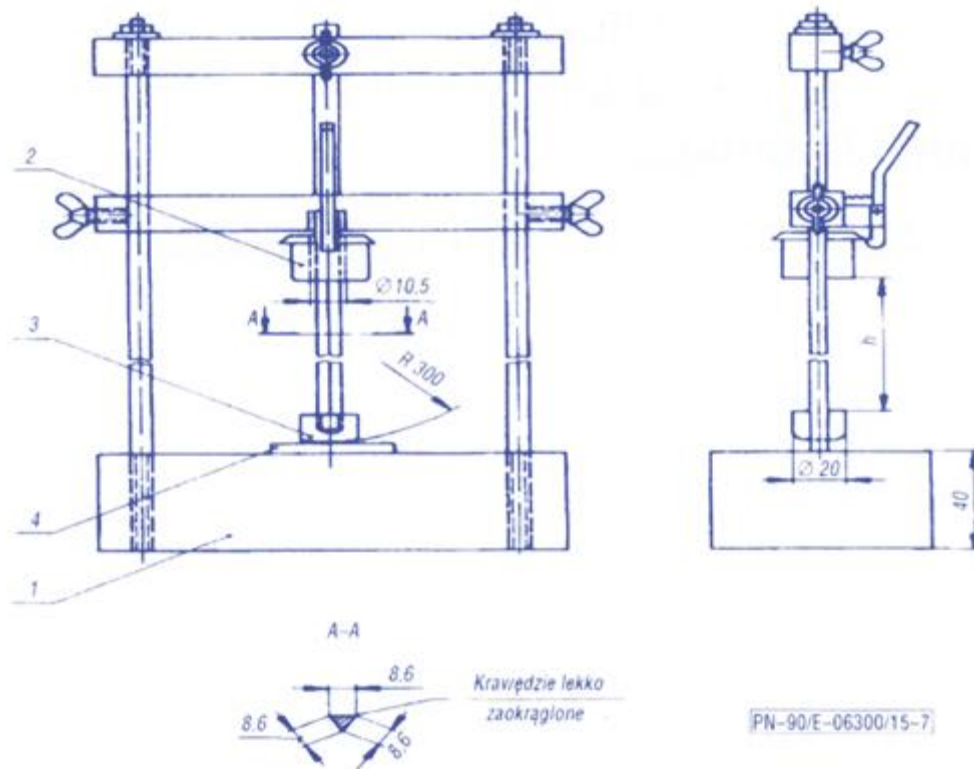
Badanie to stosuje się dla urządzeń do zamocowania na pionowej płaszczyźnie, narażonych na uderzenia mechaniczne o energii od 0,15 J do 20 J. Próba polega na wykonaniu uderzeń bijakiem zamocowanym na ramieniu wahadła o długości 1 m ([rysunek 2](#)).



Rys. 2. Młot wahadłowy do badań wytrzymałości urządzeń na uderzenia mechaniczne

Badanie wytrzymałości na uderzenia mechaniczne bijakiem probierczym [4]

Próbie przeprowadza się dla urządzeń o kształtach umożliwiających dowolne położenie podczas ich instalowania (mocowania), np. rur instalacyjnych narażonych na uderzenia mechaniczne o energii od 0,2 J do 20 J. Próba polega na uderzeniu z góry w obudowę urządzenia, przedstawionym na [rysunku 3](#), bijakiem z prowadzeniem pionowym.



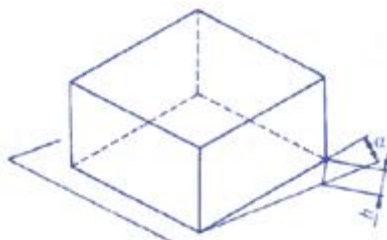
Rys. 3. Bijak probierczy do badań wytrzymałości urządzeń na uderzenia mechaniczne: 1 - podstawa stalowa o masie 10^{+1} kg, 2 - bijak, 3 - część stalowa pośrednicząca o masie 100g, 4 - próbka (w mm)

Próby upuszczenia i przewrócenia [7]

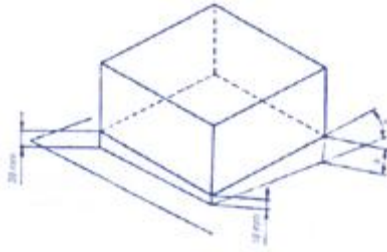
Urządzenia zostają upuszczane i przewracane na twarde podłoże z betonu lub stali. Próba ta odwzorowuje uderzenia i wstrząsy, jakie mogą wystąpić w czasie czynności naprawczych oraz niedbałego manipulowania urządzeniem na stole lub warsztacie.

Próba zawiera trzy testy.

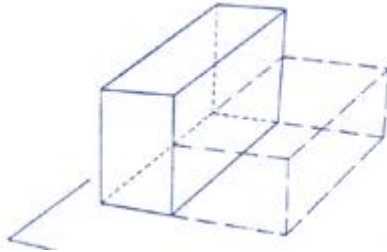
- Upuszczanie na podstawę ([rys. 4](#)). Próba polega na podniesieniu na określoną wysokość kolejno każdej z czterech krawędzi podstawy urządzenia w stosunku do podłoża i upuszczeniu go.
- Upuszczanie na naroża ([rys. 5](#)). Próba polega na podniesieniu obudowy urządzenia na określoną wysokość w stosunku do podłoża i upuszczeniu kolejno na każde cztery naroża.
- Przewracanie ([rys. 6](#)). Próba polega na przewracaniu po podłożu urządzenia wokół każdej z czterech krawędzi podstawy na przylegającą ściankę, zaczynając od wychylenia w położeniu niestabilnym.



Rys. 4. Schemat próby upuszczenia na podstawę



Rys. 5. Schemat próby upuszczenia na naroża

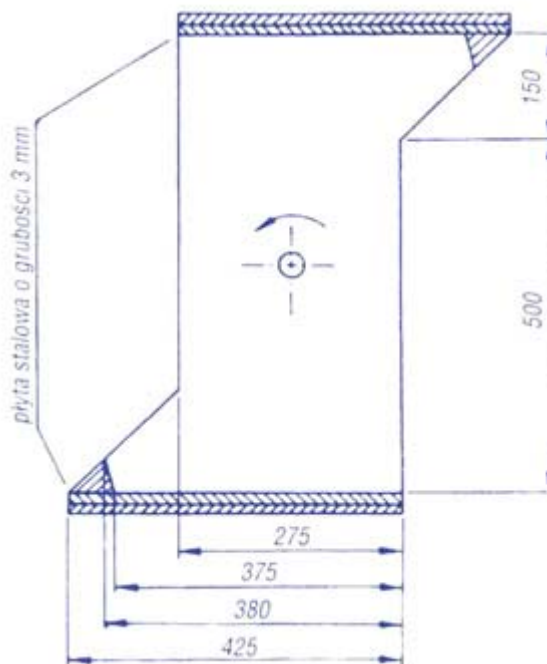


Rys. 6. Schemat próby przewrócenia

Próba Ed - spadki swobodne [8]

Badanie to jest wykonywane dla urządzeń, które mogą ulec spadkom w czasie ich przewożenia, użytkowania lub czynności naprawczych. Nie należy wykonywać badania dla wyrobów bardzo ciężkich. Próba ta służy do odwzorowywania dwóch rodzajów spadków przewidywanych dla urządzeń.

- Spadki pojedyncze. Próba polega na dwukrotnym swobodnym spadku urządzenia z każdej zalecanej wysokości (wysokość spadku, stosownie do zaleceń norm, dobiera się z wartości 25, 50, 250, 500 i 1000 mm).
- Spadki wielokrotne. Typowym urządzeniem do prób spadków wielokrotnych jest bęben probierczy przedstawiony na [rysunku 7](#) (liczbę spadków, stosownie do zaleceń norm, dobiera się z szeregu liczb: 50, 100, 200, 500 i 1000).



Rys. 7. Bęben probierczy do próby wielokrotnych spadków swobodnych (mm)

Próby dotyczące badania skutków wielokrotnych uderzeń podczas transportu

Próby dotyczące badania skutków wielokrotnych uderzeń, jakim podlegają wyroby głównie podczas transportu, przeprowadzane są na wyrobach zamocowanych na wstrząsarce.

- Próba Ea udary pojedyncze [5]. Podczas tych badań odwzorowuje się skutki nie powtarzających się uderzeń, jakim podlegają urządzenia lub podzespoły w czasie przewożenia albo eksploatacji.
- Próba Eb udary wielokrotne [6]. Podczas tych badań odwzorowuje się skutki powtarzających się uderzeń, jakim podlegają urządzenia w czasie przewożenia lub po zainstalowaniu w pojazdach.

Przykłady zastosowania metod badania wytrzymałości urządzeń elektrycznych na uderzenia mechaniczne

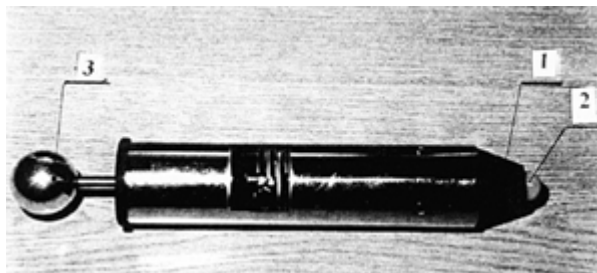
Powszechnie stosowanymi metodami badania wytrzymałości obudów urządzeń elektrycznych na uderzenia mechaniczne są:

- badanie młotem wahadłowym - próba Ef [2],
- badanie młotem sprężynowym - próba Eg [3].

Wykorzystując zarówno młot wahadłowy, jak i młot sprężynowy dokonujemy uderzeń mechanicznych w określone najsłabsze punkty obudowy. Energia uderzenia ma ograniczoną wartość, przez co skutki uderzenia nie są przenoszone na całe urządzenie.

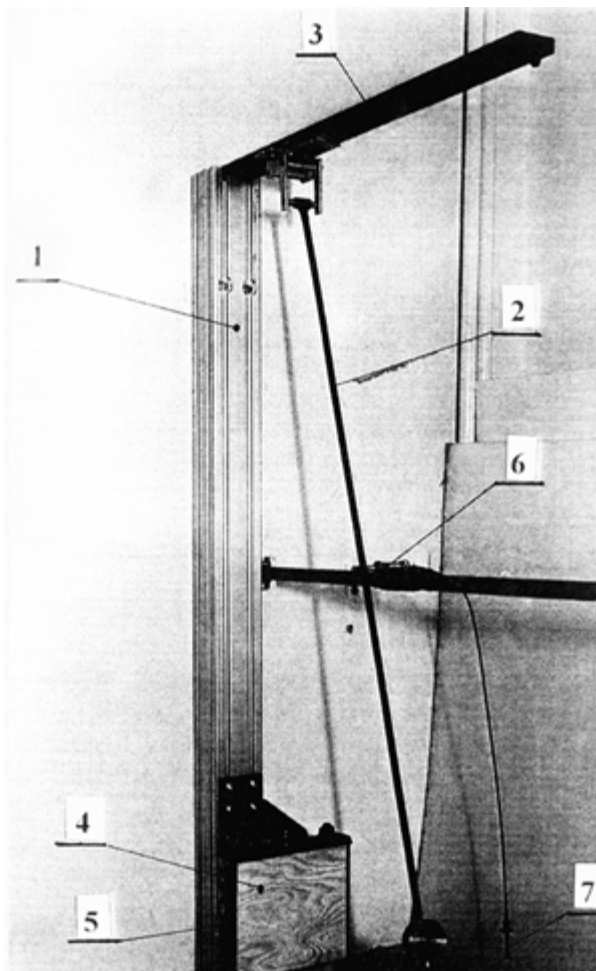
Młot wahadłowy przedstawiono na [fotografii 1](#). Konstrukcja nośna /1/ młota jest mocowana do pionowej ściany. Aby uzyskać możliwość badania z energiami w zakresie od 0,15 J do 20 J stosuje się elementy wymienne: młot wahadłowy /2/, wspornik młota wahadłowego /3/ oraz konstrukcję wsporczą do mocowania badanego urządzenia. Próba Ef znajduje zastosowanie między innymi do badań:

- wyrobów elektroinstalacyjnych do użytku domowego i podobnego [4],
- elektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych [10],
- elektrycznych przyrządów powszechnego użytku [12],
- opravek do świetlówek i zapłonników [14],
- opravek gwintowych do lamp elektrycznych [15],
- łączników do stałych domowych instalacji elektrycznych [17].



Fot. 1. Młotek sprężynowy: 1 - stożek zwalniający, 2 - głowica młotka, 3 - uchwyt napinający

Młot sprężynowy przedstawiono na [fotografii 2](#). Ze względu na niewielki ciężar i niewielkie wymiary gabarytowe może być stosowany do uderzeń w trudno dostępne miejsca w obudowy urządzeń elektrycznych. Ograniczeniem zastosowania tej metody jest niewielki zakres energii uderzenia (0,2 J do 1,0 J). Jest to jednak zrozumiałe, ponieważ jest to urządzenie przenośne, trzymane przez operatora w ręku podczas wykonywania próby.



Fot. 2. Stanowisko miota wahadłowego do badań wytrzymałości na uderzenia mechaniczne: 1 - konstrukcja nośna, 2 - młot wahadłowy, 3 - wspornik młota, 4 - płyta ze sklejki do mocowania badanych urządzeń, 5 - konstrukcja wsporcza, 6 - urządzenie zwalniające i blokujące młotek wahadłowy, 7- przycisk uruchamiający urządzenia zwalniające młotek

Próbie Eg stosuje się między innymi do badań:

- wyrobów elektroinstalacyjnych do użytku domowego i podobnego [4],
- gniazd wtyczkowych i wtyczek do instalacji przemysłowych [9],
- elektrycznych przyrządów powszechnego użytku [11],
- narzędzi ręcznych o napędzie elektrycznym [13],
- wyrobów elektroinstalacyjnych do użytku domowego i podobnego [16],
- łączników do przyrządów [18],
- urządzeń techniki informatycznej i biurowej [19],
- sprzętu elektrotechnicznego powszechnego użytku [20].

Liczne zastosowania tych prób określają także inne normy europejskie, które są obecnie wdrażane jako Polskie Normy. W wymaganiach normatywnych, dotyczących badania wytrzymałości na uderzenia mechaniczne przyjmuje się podstawowy zakres energii kinetycznej uderzenia 0,15 J - 2 J. W niektórych przypadkach -np. określają to normy [12] i [19] - przewiduje się energie uderzenia z zakresu 2,0 J do 6,5 J. Konstrukcja młota wahadłowego przystosowana jest jednak do uderzeń o energii do 20 J, gdyż do badań obudów innych urządzeń, np. mechanicznych, może istnieć konieczność wykonania takich prób.

Postępowanie podczas badań wytrzymałości na uderzenia mechaniczne

Badanie wytrzymałości obudów urządzeń na uderzenia mechaniczne jest tylko jednym z badań dotyczących bezpieczeństwa i funkcjonowania tych urządzeń. W związku z tym przeprowadza się je najczęściej w powiązaniu z innymi badaniami określonymi w normach przedmiotowych. Generalnie jednak można przyjąć następujący ogólny schemat postępowania.

- Określenie metody badań.
- Poddanie urządzenia oględzinom, kontroli wymiarów i kontroli funkcjonowania.
- Stabilizowanie wstępne, jeżeli to konieczne.
- Ustalenie położenia urządzenia, liczby oraz miejsc uderzeń (wybiera się najłagodniejsze miejsca w obudowie).
- Przygotowanie urządzenia do odpowiedniego funkcjonowania i sposobu monitorowania.
- Zamocowanie urządzenia do badań.
- Zapewnienie (ustawienie) określonej energii uderzenia.
- Wykonanie prób uderzeń, po każdorazowym odpowiednim zamocowaniu urządzenia przy ustalonym jego działaniu i monitorowaniu funkcjonowania.
- Stabilizowanie końcowe.
- Oględziny, kontrola wymiarów i kontrola funkcjonowania.

* * *

Opisane metody badawcze stosowane są w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy zwłaszcza w odniesieniu do badanego w ramach certyfikacji na znak bezpieczeństwa „B” osprzętu elektrycznego maszyn produkcyjnych oraz urządzeń ochrony zbiorowej. Zbudowane urządzenia badawcze oraz opracowane procedury badań są włączone do systemu jakości badań wprowadzonego w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy, który posiada akredytację Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji.

WYKAZ NORM

- [1] PN - 92/E - 04600 *Próby środowiskowe. Postanowienia ogólne i wytyczne.*
- [2] PN - IEC 68 - 2 - 62 + A1 (1996) *Badania środowiskowe. Metody prób. Próba Ef: Uderzenia, młot wahadłowy.*
- [3] Pr. PN-IEC 68-2-63 (1996) *Badania środowiskowe. Metody prób. Próba Eg: Uderzenia, młot sprężynowy.*
- [4] PN - 90/E - 06300/15 *Wyroby elektroinstalacyjne do użytku domowego i podobnego. Wymagania i badania podstawowe. Wytrzymałość na narażenia mechaniczne.*
- [5] PN - 92/E - 04605/01 *Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba Ea - udary pojedyncze.*
- [6] PN - 92/E - 04605/02 *Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba Eb - udary wielokrotne.*
- [7] PN - 85/E - 04605/03 *Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba Ec - upuszczenia i przewrócenia.*
- [8] PN - 85/E - 04605/04 *Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba Ed - spadki swobodne.*
- [9] PN - 85/E - 93250 *Sprzęt elektroinstalacyjny - Gniazda wtyczkowe i wtyczki na napięcia do 660V, do instalacji przemysłowych - Ogólne wymagania i badania.*
- [10] PN - 83/E - 08110 *Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe - Wspólne wymagania i badania.*
- [11] PN - 83/E - 08200/1 *Elektryczne przyrządy powszechnego użytku. Bezpieczeństwo użytkowania. Ogólne wymagania i badania.*
- [12] PN - 93/E - 08217/01 *Elektryczne przyrządy powszechnego użytku. Bezpieczeństwo użytkowania. Wymagania i badania.*
- [13] PN - 85/E - 08400/02 *Narzędzia ręczne o napędzie elektrycznym. Bezpieczeństwo użytkowania. Ogólne wymagania i badania.*
- [14] PN - 93/E - 93400 *Oprawki do świetlówek i do żarówek.*
- [15] PN - 85/E - 93401 *Oprawki gwintowe do lamp elektrycznych.*
- [16] PN - 85/E - 93403 *Wyroby elektroinstalacyjne do użytku domowego i podobnego - Wtyczki i nasadki na znamionowe prądy do 16 A i napięcie 250 V. Wymagania i badania.*
- [17] PN - 85/E - 93150 *Łączniki do stałych instalacji elektrycznych domowych i podobnych.*
- [18] PN - 94/E - 10581 *Łączniki do przyrządów. Postanowienia ogólne.*
- [19] PN - 93/T - 42107 *Bezpieczeństwo urządzeń techniki informatycznej i elektrycznych urządzeń techniki biurowej.*
- [20] PN - 88/T - 06250 *Sprzęt elektroniczny powszechnego użytku. Bezpieczeństwo użytkowania, wymagania i metody badań.*