

Ochrona przeciwporażeniowa

W celu ochrony człowieka przed skutkami porażenia prądem elektrycznym stosowane następujące środki ochrony przeciwporażeniowej:

środki nietechniczne takie, jak:

- popularyzacja sposobów i zasad bezpiecznego użytkowania energii elektrycznej,
- szkolenie wstępne i okresowe wszystkich pracowników użytkujących urządzenia elektryczne i obsługujących urządzenia elektryczne
- wymagania kwalifikacyjne dla pracowników obsługujących urządzenia elektryczne,
- organizacja pracy (instrukcje eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych, pisemne polecenia wykonywania prac)
- egzekwowanie przestrzegania reguł bezpieczeństwa,
- badania okresowe,
- szkolenie w zakresie udzielania pierwszej pomocy przy porażeniach.

Urządzenia elektryczne, z punktu widzenia ochrony przeciwporażeniowej, dzieli się na cztery klasy ochronności: 0, I, II i III.

środki techniczne takie, jak:

- ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa),
- ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa),
- ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim - realizowana przez zasilanie napięciem bezpiecznym,
- sprzęt ochronny (w tym środki ochrony indywidualnej) – dla zastosowań, w których wymienione nie mogłyby być wykorzystane (np. przy naprawie urządzeń elektroenergetycznych).

Ponieważ wszystkie urządzenia elektryczne, których wartość napięć roboczych się wlicza do wartości bezpiecznych, zasadniczo stwarzają niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym, ochrona przeciwporażeniowa powinna być stosowana w każdej sieci czy instalacji elektroenergetycznej i we wszystkich przyłączonych odbiornikach energii elektrycznej.

Ze względu na fakt, iż skuteczność środków nietechnicznych w powyższej mierze zależy od człowieka i jego postępowania, wymaga się zatem stosowania rozwiązań mniej od niego zależnych – takimi więc są środki techniczne, „wbudowane” w urządzenie przez producenta.

Rodzaj technicznych środków ochrony w poszczególnych urządzeniach lub ich częściach powinien być dostosowany zwłaszcza do wartości napięcia, warunków środowiskowych oraz sposobu użytkowania i obsługi. Istotne są też kwalifikacje osób mających dostęp do urządzenia oraz rezystancja ciała ludzkiego i charakter kontaktu człowieka z potencjałem ziemi.

W przypadku urządzeń eksploatowanych przez osoby poinstruowane i wykwalifikowane, dopuszcza się w pewnych warunkach niestosowanie niektórych rozwiązań ochrony. Natomiast w pozostałych przypadkach wymaga się stosowania ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrony podstawowej) razem z ochroną przed dotykiem pośrednim (ochroną dodatkową).

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim ma za zadanie chronić ludzi i zwierzęta przed zagrożeniami wynikającymi z dotyku do części czynnych urządzeń elektrycznych (części znajdujących się pod niebezpiecznym napięciem w czasie normalnej pracy tych urządzeń).

Zasadę realizuje się poprzez uniemożliwienie (utrudnienie) człowiekowi dotyku do tych części, co zapobiega z kolei przepływowi prądu prądowego przez jego ciało.

W urządzeniach elektrycznych o napięciu do 1kV wymaga się zastosowania przynajmniej jednego z następujących środków ochrony:

- izolowanie części czynnych
- stosowanie obudów lub osłon
- stosowanie ogrodze
- stosowanie barier i przeszkód
- umieszczenie części czynnych poza zasięgiem ręki

- ochrona przed napięciami szkodliwymi.

Ochrona przez izolowanie części czynnych jest sposobem stosowanym zwykle w procesie produkcyjnym przez wytwórcę urządzenia. Polega na całkowitym pokryciu części czynnych izolacją roboczo o dużej wartości rezystancji oraz o odpowiedniej wytrzymałości elektrycznej. Musi ona być dostosowana do narażeń wewnętrznych, wynikających z charakteru urządzenia (napięcie oraz możliwości przepięcia), a także dostosowana do spodziewanych narażeń zewnętrznych i środowiskowych, takich jak: podwyższona wilgotność, niska lub wysoka temperatura, narażenia mechaniczne, agresywność chemiczna otaczającego środowiska, bezpośrednio padające światło słoneczne itp. Usunięcie izolacji jest możliwe tylko przez zniszczenie.

Ochrona przez stosowanie obudów lub osłon polega na umieszczeniu w ich wnętrzu części czynnych, które z różnych względów nie mogłyby być powleczone izolacją, co zapobiegania dotykowi bezpośrednio. Obudowy i osłony chronią także aparaty i urządzenia elektryczne przed niekorzystnymi wpływami środowiska.

Ten rodzaj ochrony musi spełniać następujące warunki:

- obudowy lub osłony nie mogą się usunąć (otworzyć, zdemontować) bez użycia narzędzia lub klucza, co ogranicza dostęp do ich wnętrza osobom nieupoważnionym, a jeżeli osoby te muszą je otwierać – to części czynne mają być odłączone spod napięcia bądź odpowiednio osłonięte
- muszą być odporne na normalnie występujące w warunkach eksploatacji narażenia zewnętrzne: mechaniczne, temperatury, wilgotność, agresywność chemiczną otaczającego środowiska itp.
- obudowy i osłony muszą mieć stopień ochrony IP dostosowany do rzeczywistych warunków środowiskowych w miejscu ich użytkowania, jednak nie mniej IP 2X, natomiast łatwo dostępne górne powierzchnie poziome stopień IP min. 4X; warunek ten nie dotyczy gniazd bezpiecznikowych i opraw oświetleniowych.

Ochrona przez zastosowanie ogrodzeń polega na umieszczeniu części czynnych w sposób czyniący je niedostępnymi dla dotyku.

Ochrona przez stosowanie barier i przeszkód jest ochroną przed niezamierzonym (a nie przed rozmyślnym) dotknięciem części czynnych. Może być stosowana tylko w przestrzeniach dostępnych wyłącznie dla osób posiadających odpowiednie kwalifikacje (np. przestrzenie lub pomieszczenia ruchu elektrycznego).

Ochrona przez umieszczenie poza zasięgiem ręki polega na umieszczaniu części czynnych tak, aby były niedostępne z danego stanowiska. Oznacza to, że znajdują się muszą poza obszarem w kształcie walca o średnicy 2,5 m, który rozciąga się 2,5 m ponad poziomem ustawienia stóp człowieka i 1,25 m poniżej tego poziomu.

Ten rodzaj ochrony może być stosowany głównie w pomieszczeniach ruchu elektrycznego.

Ochrona przed napięciami szkodliwymi ma na celu zapobieganie porażeniu wskutek dotyku do części czynnych, na których może utrzymywać się napięcie po odłączeniu od zasilania, np. wskutek zakumulowanego ładunku na pojemności elektrycznej elementów lub indukowania napięcia przez silniki pracujące z wybiegu. W przypadku istnienia takiego zagrożenia wymagane jest obniżenie napięcia do poziomu napięcia bezpiecznego w odpowiednio krótkim czasie albo uniemożliwienie dostępu do części czynnej.

Uzupełnieniem ochrony przed dotykiem bezpośrednim może być użycie wysokoczułych urządzeń ochronnych różnicowoprądowych (o prądzie wyzwalającym nie większym niż 30 mA), które zwikszą skuteczność ochrony podstawowej, ale nie mogą być jedynym jej rodzajem.

Ochrona przed dotykiem pośrednim ma na celu ograniczenie skutków porażenia w razie dotknięcia do części przewodzących dostępnych, które niespodziewanie znalazły się pod niebezpiecznym napięciem (np. wyniku uszkodzenia izolacji). Działanie takie powinno być realizowane poprzez:

- uniemożliwienie przepływu prądu przez ciało człowieka lub zwierzę, lub
- ograniczenie wartości prądu rażącego lub czasu jego przepływu.

Ochrona przed dotykiem pośrednim w urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia może być osiągnięta przez zastosowanie co najmniej jednego z poniżej wymienionych rodzajów:

- samoczynnego wyłączenia zasilania
- urządzenia II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej
- izolowanie stanowiska

- nie uziemionych połacie wyrównawczych
- separacji elektrycznej

Ochrona przez samoczynne wyłączenie zasilania jest najbardziej rozpowszechnionym w Polsce rodzajem ochrony w sieciach i instalacjach elektrycznych niskiego napięcia. Jej zastosowanie wiąże się z koniecznością doprowadzenia do każdego przewodu czynnej przewodu ochronnego oraz zastosowania urządzenia powodującego samoczynne wyłączenie zasilania.

Ochrona powinna być tak wykonana, aby w razie zwarcia między czynnym a czynnym przewodem (np. przewodem obudowy urządzenia elektrycznego) lub przewodem ochronnym, spodziewane napięcie dotykowe o wartości nie większej niż 50 V prądu przemienne lub 120 V prądu stałego (nie dotyczy tego) było wyłączone tak szybko, aby nie wystąpiły niebezpieczne skutki patofizjologiczne. Wymaganie to będzie spełnione wówczas, gdy w wyniku zwarcia popłynie prąd o takim natężeniu, które spowoduje samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączenia tego w dostatecznie krótkim czasie. Musi być zatem stworzona odpowiednia droga dla prądu zwarcowego, nazywana pętlą zwarcia, złożona z przewodów: fazowych oraz ochronnych – łączących wszystkie dostępne czynniki przewody urządzeń elektrycznych z punktem neutralnym sieci lub z ziemią, w zależności od układu sieciowego. Urządzeniami samoczynnie wyłączającymi prąd zwarcia, mogą być:

- zabezpieczenia przetężeniowe (reagujące na wzrost wartości prądu w obwodzie), np. bezpieczniki topikowe albo wyłączniki samoczynne z wyzwalaczami lub przekątnikami nadprądowymi,
- urządzenia ochronne różnicowoprądowe reagujące na pojawienie się prądu upływu z obwodu (nie mogą na ich stosować w układzie sieciowym TN-C).

Samoczynne wyłączenie zasilania jest skuteczne wówczas, gdy zabezpieczenie dobrane jest odpowiednio do parametrów obwodu zasilającego.

Ochrona przez zastosowanie urządzenia II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej polega na niedopuszczeniu do pojawienia się w czasie użytkowania niebezpiecznego napięcia dotykowego na częściach przewodzących dostępnych w fabrycznie produkowanych urządzeniach elektrycznych. Osiąga się ten cel poprzez wyposażenie urządzenia w jedno z wymienionych niżej rozwiązań:

- izolację podwójną, składającą się z izolacji podstawowej i niezależnej od niej dodatkowej izolacji, równoważnej pod względem wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej. Taką izolację ma np. sprzęt gospodarstwa domowego, narzędzia ręczne, itp.
- izolację wzmocnioną, która jest wprawdzie izolacją podstawową, lecz równoważną podwójnej pod względem wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej,
- obudowy izolacyjne, które są osłonami wykonanymi z materiału izolacyjnego o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej i odporności na wpływy środowiska, zapewniającymi stopień ochrony co najmniej IP2X. W takich obudowach wykonywany jest np. sprzęt instalacyjny (rozdzielnice skrzynkowe, wtyki, gniazda, itp.).

Ochrona przez zastosowanie izolowania stanowiska ma na celu zapobieganie możliwości porażenia prądem elektrycznym w wyniku równoczesnego dotknięcia części przewodzących znajdujących się pod różnymi potencjałami, np. co może zdarzyć się przy uszkodzeniu izolacji podstawowej części czynnych. Działanie rodzaju ochrony polega na izolowaniu od ziemi stanowiska pracy, na którym może się znaleźć człowiek, bądź takim wyposażeniu tego stanowiska, by nie było możliwe jednoczesne dotknięcie dwóch części przewodzących dostępnych lub jednej części przewodzącej dostępnej i jakiegokolwiek części obcej przewodu obcego.

Wymaganie to może być spełnione przez:

- pokrycie lub wykonanie podłogi i ścian z materiału izolacyjnego niepodlegającego działaniu wilgoci oraz oddalenie od siebie części przewodzących dostępnych od części przewodzących obcych poza strefy zasięgu ręki,

- umieszczenie odpowiednich barier wykonanych w miarę możliwości z materiałów izolacyjnych, nieprzewodzących do ziemi ani do części przewodzących dostępną,
- izolowanie części przewodzących obcych.

Izolowanie stanowiska może stosować tam, gdzie użycie innych środków jest trudne do wykonania lub niemożliwe, np. nie można dostatecznie szybko wyłączyć zasilania lub zmniejszyć wartość napięcia dotykowego. Znajduje ono zastosowanie najczęściej w specyficznych warunkach, np. w laboratoriach badań w energetyce, gdzie podlega pewnym obostrzeniom.

Ochrona przez zastosowanie nie uziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych polega na połączeniu ze sobą wszystkich jednocześnie dostępnych części przewodzących obcych i części przewodzących dostępnych odpowiednim przewodem wyrównawczym, co zapobiega pojawieniu się niebezpiecznych napięć dotykowych. System nie uziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych nie powinien mieć połączenia z ziemią przez łączące części przewodzące dostępne lub obce.

Ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej polega na zasilaniu (jednego lub więcej) chronionego urządzenia ze źródła separacyjnego, którym najczęściej jest odpowiedni transformator lub przetwornica. Części czynne obwodu separowanego nie mogą być połączone w żadnym punkcie z innym obwodem lub z ziemią. Ewentualne dotknięcie do elementów takiego obwodu przez człowieka nie powoduje porażenia, gdy nie zamyka się drogi dla prądu rażącego, co przesądza o skuteczności takiego rozwiązania. Jednakże dla poprawności działania tego rodzaju obwód odbiorczy podlega licznym obostrzeniom - powinien być tak wykonany, aby ograniczyć możliwość zwarć doziemnych. Wartość napięcia w obwodzie wtórnym nie może być większa niż 500 V.

Równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i dotykiem pośrednim polega na zasilaniu urządzeń bardzo niskim napięciem, nie stanowiącym zagrożenia dla człowieka, ze spełnieniem tego odpowiednie warunki źródła energii takiego, jak:

- transformator ochronny albo urządzenie równoważne (przetwornica)
- źródło elektrochemiczne (np. bateria akumulatorów).

Obwód ma być odseparowany od ziemi (SELV) lub uziemiony (PELV). Gniazda wtyczkowe i wtyczki stosowane w obwodach o bardzo niskim napięciu nie mogą pasować do wtyczek i gniazd wtyczkowych stosowanych w innych obwodach.

Stopień ochrony zapewniany przez obudowy (tzw. kod IP) jest miarą ochrony zapewnianej przez obudowy przed dostępem do znajdujących się w nich części niebezpiecznych, jak też przed wnikaniem obcych ciał stałych i/lub wody do wnętrza.

Kod IP składa się z dwóch cyfr charakterystycznych, których podawanie jest obowiązkowe – ich znaczenie podano w poniższej tabeli. Jeżeli cyfra charakterystyczna nie jest określona lub jest nieistotna, jej miejsce w kodzie IP zajmuje znak X (np. IPX5, IPX2, IPXXC).

[tabela1]

Uwaga:

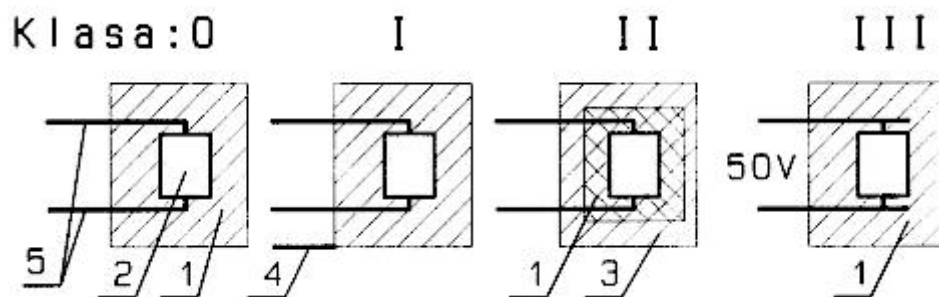
Możliwe jest również zastosowanie:

- nieobowiązkowej litery dodatkowej (np. IP20C), informującej o stopniu ochrony osób przed dotykiem do niebezpiecznych części (jeżeli nie jest określona, pomija się ją):

[tabela 2]

- nieobowiązkowej litery uzupełniającej (np. IP21M) do różnych zastosowań (jeżeli nie jest określona, pomija się ją):

Urządzenia elektryczne, z punktu widzenia ochrony przeciwporażeniowej, dzieli się na cztery klasy ochronności: 0, I, II i III.



Klasy ochronności urządzeń elektrycznych

1 - izolacja podstawowa, 2 - części czynne urządzenia, 3 - izolacja dodatkowa, 4 - przewód ochronny, 5 - przewody zasilające

Klasa 0 - urządzenia, w których zastosowano tylko izolację podstawową, nie mające zacisku uziemienia ochronnego i łczone z sieci zasilającej przewodem dwużyłowym bez żyły ochronnej, zakończonym wtykiem bez styku ochronnego (jeżeli jest to przewód ruchomy). Oznacza to, iż taki wyrób wyposażony jest tylko w ochronę przed dotykiem bezpośrednim, natomiast ochrona przed dotykiem pośrednim nie jest konstrukcyjnie przewidziana.

Klasa I - urządzenia, w których zastosowano izolację podstawową i wyposażony jest w zaciski ochronne dołączenia części przewodzących dostępnych z przewodem ochronnym układu sieciowego, czyli przewidziane do objęcia ochroną przed dotykiem pośrednim. Zacisk ochronny powinien być oznaczony symbolem uziemienia ochronnego, który jest często utożsamiany z oznaczeniem I klasy ochronności.

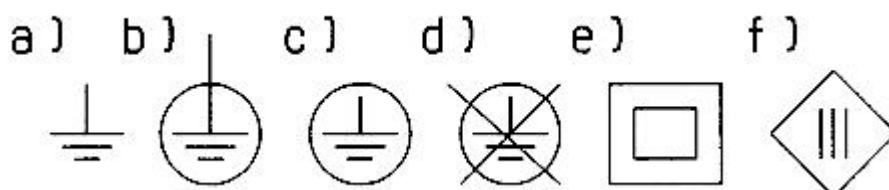
Klasa II - urządzenia, w których zastosowano izolację podstawową oraz izolację dodatkową - wszystkie części przewodzące dostępne, niezależnie od izolacji roboczej, oddzielone od części czynnych izolacją podwójną lub wzmocnioną, której konstrukcja uniemożliwia powstanie uszkodzenia groźnego porażeniem w warunkach normalnego użytkowania podczas założonego czasu trwałości wyrobu.

Urządzenia te nie potrzebują doprowadzenia przewodu ochronnego, nie mają więc zacisku ochronnego i są łczone z sieci zasilającej dwużyłowym przewodem (jednak nie niektóre z nich mogą być wyposażone w wewnętrzny zacisk ochronny, którego obecność wynika z innych wymagań). Ruchomy przewód powinien być zakończony wtyczką ze „leptym” wgłębieniem na styk ochronny gniazda wtykowego lub płaskim wtykiem z kołkami stykowymi pokrytymi do połowy długości powłoką izolacyjną ze względu na bezpieczeństwo dotykowe.

Symbol graficzny II klasy ochronności pokazuje poniższy rysunek. Symbol przedstawiony na rys. d) należy umieszczać na zewnętrznej i wewnętrznej obudowie urządzenia elektrycznego, gdy spełnia ona warunki II klasy ochronności lub izolacji równoważnej.

Klasa III - urządzenia, które mogą być zasilane jedynie bardzo niskim napięciem bezpiecznym SELV (Safety Extra-Low Voltage) lub bardzo niskim napięciem ochronnym PELV (Protection Extra-Low Voltage), a więc o wartości nie większej niż 50 V prądu przemiennego i 120 V prądu stałego (napięcia zakresu I - tabela poniżej).




Symbol graficzny III klasy ochronności pokazuje rys. f) poniżej.



Symbole graficzne uziemienia i klas ochronności:

- a - uziemienie (symbol ogólny),
b - uziemienie ochronne,
c - uziemienie ochronne, symbol spotykany,
d - symbol na urz dzeniu - urz dzenie spełniaj ce warunki ii klasy ochronno ci lub izolacji równowa nej,
e - oznaczenie ii klasy ochronno ci,
f - oznaczenie iii klasy ochronno ci

Cechy charakterystyczne wykonania urz dze w poszczególnych klasach ochronno ci i zakres ich zastosowania:

| Klasy ochronności | Klasa 0 | Klasa I | Klasa II | Klasa III |
|--|---|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Symbol | Nie ma |  |  |  |
| Cechy charakterystyczne wykonania urządzenia | <ul style="list-style-type: none"> izolacja jedynie podstawowa brak zacisku ochronnego | <ul style="list-style-type: none"> izolacja jedynie podstawowa zaciśk ochronny do przyłączenia przewodu PE lub PEN | <ul style="list-style-type: none"> izolacja podwójna lub wzmacniona brak zacisku ochronnego | <ul style="list-style-type: none"> zasilanie napięciem bardzo niskim w układzie SELV lub PELV |
| Wymagania szczegółowe dotyczące sposobu wykonania ochrony przeciwprężeniowej | <ul style="list-style-type: none"> izolowanie stanowiska uniemożliwienie jednoczesnego dotknięcia dwóch różnych części przewodzących | <ul style="list-style-type: none"> przyłączenie przewodu ochronnego PE lub ochronno-neutralnego PEN do zacisku ochronnego | nie ma | nie ma |
| Zakres zastosowania | <ul style="list-style-type: none"> w pomieszczeniach o izolowanych ścianach i podłogach, bez konstrukcji i uziorów naturalnych (<u>izolowanie stanowiska</u>) w obwodzie z zasilaniem z transformatora separacyjnego, tylko z jecnym odbiornikiem | <ul style="list-style-type: none"> w pomieszczeniach mieszkalnych, przemysłowych i podobnych, o ile wymagania szczegółowe dotyczące określonych miejsc i pomieszczeń nie ograniczają stosowania urządzeń tej klasy ochronności | <ul style="list-style-type: none"> we wszystkich w zasadzie pomieszczeniach i warunkach, o ile wymagania szczegółowe dotyczące określonych miejsc i pomieszczeń nie ograniczają stosowania urządzeń tej klasy ochronności | <ul style="list-style-type: none"> w każdych warunkach i pomieszczeniach |
| Przykłady zastosowania | oprawy oświetleniowe (zyrandole) | silniki, rozdzielnice metalowe, pralki, chłodziarki, kuchenki elektryczne, zmywarki | myłki do rąk, suszarki do włosów, golarki, wiertarki i inne elektronarzędzia ręczne stosowane na placach budowy | zabawki, ręczne przenośne lampy oświetleniowe, niektóre elektronarzędzia ręczne |

Napi cia znamionowe pr du przeniennego do 1000 V i pr du stałego do 1500 V (zaliczane do tzw. niskiego napi cia) podzielono na nast puj ce zakresy:

| Zakres | Poziom | Prąd przenienny, V | Prąd stały, V |
|--------|--------|-----------------------|------------------------|
| | 1 | $U \leq 50$ | $U \leq 120$ |
| I | 2 | $U \leq 25$ | $U \leq 60$ |
| | 3 | $U \leq 12$ | $U \leq 30$ |
| II | 1 | $50 \leq U \leq 600$ | $120 \leq U \leq 900$ |
| | 2 | $50 \leq U \leq 1000$ | $120 \leq U \leq 1500$ |