

Działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki

Przepływ prądu elektrycznego przez żywy organizm wywołuje w nim wiele szkodliwych zmian fizycznych, chemicznych i biologicznych. Prąd wywołujący te zmiany nazywa się prądem rażeniowym, a wywołane tym przepływem uszkodzenia, zmiany i zakłócenia w normalnej pracy organizmu człowieka nazywa się ogólnie rażeniem prądem elektrycznym. Prąd rażeniowy przepływa przez ciało człowieka, gdy dotyka on jednocześnie dwóch punktów instalacji lub obwodu, między którymi występuje napięcie.

Sposób, w jaki organizm człowieka reaguje na prąd rażeniowy, zależy od:

- drogi przepływu prądu przez organizm człowieka,
- rodzaju prądu (stały, przemienny) i częstotliwości,
- wartości przepływającego prądu,
- czasu przepływu prądu.

Działanie prądu elektrycznego na organizm człowieka może być bezpośrednie lub pośrednie. Działanie prądu bezpośrednie występuje wówczas, gdy przez ciało człowieka lub jego część przepływa prąd elektryczny. Działanie prądu pośrednie polega na powstaniu obrażeń bez przepływu prądu przez ciało ludzkie. Skutki rażenia prądem elektrycznym o tej samej wartości mogą być różne w zależności od drogi, którą przepływa prąd rażeniowy przez ciało człowieka.

Najniebezpieczniejsze są drogi prądu wiodące przez serce i ośrodki nerwowe człowieka, a więc droga między jedną a drugą ręką oraz droga między ręką a stopami.

Reakcje ludzi rażonych prądem przemiennym o częstotliwości około 50 Hz

Prąd rażeniowy mA	Reakcja człowieka przy przepływie prądu wzdłuż drogi: ręka–ręka lub ręka–stopy
1	Przepływ prądu ledwo wyczuwalny.
2 ÷ 5	Lekki ból, zwiększający się w miarę większych wartości prądu; mrowienie przechodzące stopniowo w drętwienie ręki.
5 ÷ 10	Dość silny ból, skurcze ramion, sztywnienie rąk; rękę można odjąć od uchwyconej elektrody.
10 ÷ 30	Silny ból, skurcze w barkach, trudności w oddychaniu; wypuszczenie z ręki trzymanej elektrody jest niemożliwe. Niebezpieczeństwo śmierci przy braku pomocy z zewnątrz.
30 ÷ 75	Bardzo silny ból, niemiarkowa akcja serca przechodząca w jej zahamowanie, utrata przytomności. Zgon przy braku natychmiastowej pomocy i akcji ratowniczej.
> 75	Migotanie komór serca, utrata przytomności, oparzenie naskórka i mięśni tym silniejsze, im większa jest wartość prądu. Zgon najczęściej już po upływie jednej sekundy.

Prąd stały jest mniej szkodliwy niż prąd przemienny o częstotliwości 40-60Hz o tej samej wartości (skutecznej). Można to wytłumaczyć tym, że przy prądzie sinusoidalnym amplituda prądu jest $\sqrt{2}$ razy większa od wartości skutecznej. Ze zwiększaniem częstotliwości zmniejsza się szkodliwość

działania prądu, jednak przy wysokich napięciach i dużych mocach np. w stacjach nadawczych, przypadkowe dotknięcie przewodów może spowodować silne oparzenia.

W praktyce interesują nas szczególnie skutki rażenia prądem przemiennym o częstotliwości $f = 50\text{Hz}$, stosowanej powszechnie w elektroenergetyce.

Czas przepływu prądu rażeniowego przez ciało człowieka ma istotny wpływ na skutki rażenia prądem elektrycznym. Rażenie uważa się za krótkotrwałe, jeżeli prąd rażeniowy płynie krócej niż 5s. Czas rażenia $t \geq 5\text{s}$ uważa się za długotrwałe. W tablicy 3.3 podano sposoby reagowania ludzi na różne zakresy prądu rażeniowego długotrwałego przy uchwyceniu rękoma dwóch elektrod będących pod napięciem. Podobna reakcja byłaby przy przepływie prądu między ręką a stopami.

Na podstawie danych zawartych w tabl. 3.3 przyjęto, że minimalna niebezpieczna dla człowieka wartość prądu rażeniowego wynosi 30 mA prądu przemiennego i 70 mA prądu stałego.