

Promieniowanie jonizujące

1. Jest to promieniowanie elektromagnetyczne (np. rentgenowskie lub gamma) oraz promieniowanie korpuskularne (α i β) zdolne do wywołania jonizacji substancji przez którą przechodzi

Najczęściej spotykane rodzaje promieniowania to:

Promieniowanie alfa (α)- ma dużą zdolność jonizacji i duży wpływ na organizm żywy, zasięg jest mały i np. w powietrzu wynosi kilka centymetrów

Promieniowanie alfa (β)-promieniowanie β jest mniejsze niż α

Promieniowanie gamma (γ)- jest to najbardziej przenikliwy rodzaj promieniowania jądrowego chociaż jego właściwości jonizujące są najmniejsze

Promieniowanie rentgenowskie (X)- jest to promieniowanie o małej długości fali i powstaje w lampie rentgenowskiej.

2. Źródła promieniowania jonizującego

Źródła promieniowania jonizującego można podzielić na:

- naturalne- występujące w glebie, żywności, roślinach oraz promieniowanie kosmiczne
- sztuczne- izotopy promieniotwórcze nie występujące w przyrodzie w warunkach naturalnych np. aparaty jądrowe, aparaty rentgenowskie

przy eksploatacji złóż uranowych i wyodrębnianiu pierwiastków radioaktywnych

przy produkcji i stosowaniu izotopów

w elektrowniach i okrętach o napędzie atomowym

w radiologii przemysłowej przy badaniu odlewów, wyrobów walcowych, spawanych i konstrukcji żelbetonowych

w przemyśle chemicznym

w wytwórniach lamp rentgenowskich i sprzętu medycznego

w radiologii klinicznej – badania diagnostyczne jak i radioterapia

Naturalnymi źródłami PEM zakresu jonizującego są:

- Kosmos – promieniowanie kosmiczne reliktowe, pierwotne, gamma, strumienie cząstek wysokoenergetycznych, inne.
- Słońce – światło (pasmo nadfioletu), „wiatr słoneczny”
- złoża pierwiastków promieniotwórczych

Do sztucznych źródeł PEM tego zakresu zaliczyć można:

- generatory promieniowania rentgenowskiego

- sztucznie wytwarzane izotopy
- urządzenia medyczne wykorzystujące „bomby kobaltowe”
- lampy sterylizacyjne pracujące w paśmie nadfioletu
- reaktory atomowe - same są pomijającym źródłem promieniowania ale produkują odpady promieniotwórcze
- urządzenia do wykrywania mikrouszkodzeń w strukturach metalowych wykorzystujące izotopy
- próby nuklearne

3. Wpływ promieniowania jonizującego na człowieka

- uszkodzenia i zaburzenia łańcuchów DNA
- zniszczenie lipoproteidowych składników błon komórkowych
- zaburzenie syntezy białka
- zmiana aktywności enzymów katalizujących
- zaburzenia gospodarki elektrolitami

Wielkość zmian zależy od dawki promieniowania, rodzaju promieniowania i jego energii, szybkości napromieniowania, masy człowieka, wrażliwości tkanek na promieniowanie (najbardziej promienioczuła to tkanka limfatyczna, tkanka krwiotwórcza i komórki rozrodcze, błona śluzowa jelit i soczewka oka)

Pracodawca jest zobowiązany chronić pracowników przed promieniowaniem.

Dawka promieniowania jonizującego nie może przekraczać dawek granicznych

4.

Graniczne dawki promieniowania

| | Dawka skuteczna (efektywna mSv) | Dawka równoważna(mSv) | | |
|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------|---------------------------------------|
| | Całe ciało | Soczewki oczu | skóra | Dłonie, przedramiona, stopy, podudzie |
| Narażenie zawodowe | 20* | 150 | 500 | 500 |
| Kobiety w ciąży** | 1 | - | - | - |
| Młodociani *** | 6 | 50 | 150 | 150 |
| Pozostała populacja**** | 1 | 15 | 50 | 50 |

* dawka może być w danym roku przekroczona do wartości 50 mSv pod warunkiem że w ciągu kolejnych 5- ciu lat kalendarzowych jej sumaryczna wartość nie przekroczy 100 mSv

** kobieta karmiąca piersią nie może być zatrudniona w warunkach narażenia na skażenie wewnętrzne i zewnętrzne

*** osoby w wieku pon 18 lat mogą być zatrudnione w warunkach narażenia jedynie w celu nauki lub przyuczenia do zawodu

**** dawka może być w danym roku przekroczona pod warunkiem że w ciągu kolejnych 5- ciu lat kalendarzowych jej sumaryczna wartość nie przekroczy 5 mSv

Dawka skuteczne (efektywna) E- suma dawek równoważnych od napromieniowania zewnętrznego i wewnętrznego we wszystkich tkankach.

5. Systemy ochrony radiologicznej

Wykonywanie działalności związanej z narażeniem, polegającej na:

- wytwarzaniu, przetwarzaniu, przechowywaniu, składowaniu, transporcie lub stosowaniu materiałów jądrowych, źródeł i odpadów promieniotwórczych oraz wypalonego paliwa jądrowego i obrotie nimi.
- Budowie, rozruchu, próbnej i stałej eksploatacji oraz likwidacji obiektów jądrowych
- Budowie, eksploatacji, zamknięciu i likwidacji składowisk odpadów promieniotwórczych i składowisk wypalonego paliwa jądrowego oraz budowie i eksploatacji przechowalników wypalonego paliwa jądrowego

- Produkcja, obsługa urządzeń zawierających źródła promieniotwórcze oraz obrót tymi urządzeniami
- Uruchamianie laboratoriów i pracowni w których mają być stosowane źródła promieniowania jonizującego, w tym pracownie rentgenowskie
- Dodawanie substancji promieniotwórczych w procesie produkcyjnym w produkcji wyrobów
- Zamierzone podawanie substancji promieniotwórczych ludziom i zwierzętom w celu medycznej lub weterynaryjnej diagnostyki, leczenia lub badań naukowych

Wymagane jest zezwolenie albo zgłoszenie w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej

- wydaje Prezes Państwowej Agencji Atomistyki(z wyjątkiem zezwoleń na produkcję, nabywanie, uruchamianie, i stosowanie aparatów rentgenowskich o energii promieniowania do 300 keV, w celach medycznych wydaje wojewódzki inspektor sanitarny.

- wewnętrzny nadzór w jednostce wykonującej działalność wymagającej zezwolenia sprawuje osoba posiadająca uprawnienia inspektora ochrony radiologicznej.

W zależności od wielkości zagrożenia wprowadza się dwie kategorie pracowników(w celu dostosowania sposobu oceny zagrożenia pracowników)]

- kategoria A- pracownicy mogą być narażeni na dawkę skuteczną przekraczającą 6 mSv w ciągu roku lub dawkę równoważną przekraczającą 1/3 wartości dawek granicznych dla soczewek oczu, skóry i kończyn określonych w przepisach.
- kategoria B- pracownicy mogą być narażeni na dawkę skuteczną przekraczającą 1 mSv w ciągu roku lub dawkę równoważną równą 1/20 wartości dawek granicznych dla soczewek oczu, skóry i kończyn określonych w przepisach i którzy nie zostali zaliczeni do kategorii A

Ocena narażenia pracowników prowadzona jest na podstawie kontrolnych pomiarów dawek indywidualnych lub pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy.

Musi być prowadzona ewidencja otrzymanych przez pracowników dawek promieniowania. Należy prowadzić szkolenia w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej osób zatrudnionych w omawianych warunkach pracy.

Pracownik nie może być zatrudniony na określonym stanowisku w kategorii A jeżeli uprawniony lekarz wydał orzeczenie że jest on niezdolny do wykonywania takiej pracy.

Zabezpieczenie pracowników przed promieniowaniem jonizującym

Środki techniczne

- odpowiednia lokalizacja źródła w pomieszczeniu(ściany i stropy takiego pomieszczenie nie mogą przylegać do pomieszczeń mieszkalnych)
- odpowiednia powierzchnia pomieszczenia
- stosowanie osłon, fartuchów ochronnych, parawanów, szyb ochronnych z tworzyw pochłaniających promieniowanie

- stosowanie wentylacji (np. sześciokrotna wymiana powietrza na godzinę w pracowni rentgenowskiej)
- sprzęt ochrony osobistej

Środki organizacyjne

- wyznaczenie i oznakowanie strefy niebezpiecznej źródła
- sygnalizacja włączenia źródła
- skrócenia czasu ekspozycji

profilaktyka medyczna

| Czynnik szkodliwy lub uciążliwy | Badania wstępne | | Badania okresowe | | Częstość badań | Ostatnie Badania okresowe | | Narządy (układy) krytyczne |
|---------------------------------|--|---|--|---|----------------|--|---|---|
| | Lek. | Pom. | Lek. | Pom. | | Lek. | Pom. | |
| Promienowanie jonizujące | Ogólne ze zwróceniem uwagi na skórę, okulistyczne z oceną soczewek | Morfologia krwi z rozmazem z rozmazem płytki krwi | Ogólne ze zwróceniem uwagi na skórę, okulistyczne z oceną soczewek | Morfologia krwi z rozmazem z rozmazem płytki krwi | Co 3 lata | Ogólne ze zwróceniem uwagi na skórę, okulistyczne z oceną soczewek | Morfologia krwi z rozmazem z rozmazem płytki krwi | Układ krwiotwórczy, soczewki, skóra, gonady |

Promieniowanie podczerwone (cieplne)

Obejmuje promieniowanie optyczne którego długości fal wynoszą od 780nm do 1 mm(między światłem widzialnym a falami radiowymi)

Promieniowanie to jest wysyłane przez każde ciało o podwyższonej temperaturze.

Dzieli się je na 3 zakresy:

- **IR-A-** od 780 do 1400 nm (bliska podczerwień)
- **IR- B-** od 1,4 do 3 μm (średnia podczerwień)
- **IR-C** od 3 μm do 1 mm(daleka podczerwień)

(noktowizja, spektroskopia IR, historia sztuki, medycyna, telefonia komórkowa, pirometry, ogrzewanie saun, obserwacja kosmosu

Źródła promieniowania

- gorące stanowiska pracy w hutach, odlewniach, walcowniach, kuźniach, hutach szkła (1600°C)
- piece martenowskie, piece łukowe(1600°C)
- odlewnie żeliwa, metali kolorowych(1000-1200°C)
- odlewnie stopów metali lekkich(600-700°C)



kot w kamerze termowizyjnej

Działanie promieniowania podczerwonego na człowieka.

W zależności od poziomu natężenia promieniowania może ono stwarzać:

- bezpośrednie zagrożenie zdrowia i życia(oparzenia skóry, udar cieplny, zapaść)
- schorzenia skóry i oczu (zaćma hutnicza, chroniczne i ostre zapalenie spojówek, przebarwienia skóry, nowotwory skóry)
- uciążliwe warunki pracy

Za najbardziej niebezpieczny uważa się zakres „IR-A” Podczerwień bliska wnika w najgłębiej położone warstwy tkanki skórnej a nawet podskórnej, nagrzewając ją, ciepło to rozprowadzane jest przez układ krwionośny po całym organizmie w następstwie czego może dojść do przegrzania organizmu. Promieniowanie średnie i dalekie prawie całkowicie zostaje pochłonięte przez zewnętrzną nieukrwioną warstwę naskórka

Do grupy zawodowej narażonej na promieniowanie podczerwone należą:

spawacze, strażacy, pracownicy odlewni i stalowni w hutach metali, dmuchacze szkła, operatorzy pieców do wypalania w hutach szkła, palacze kotłowni.

Ochrona przed promieniowaniem.

- izolacja cieplna ścian urządzeń emitujących promieniowanie
- stosowanie ekranów stałych lub przenośnych osłaniających pracowników przed promieniowaniem
- zmiany w procesie technologicznym w celu eliminacji czynności narażających pracownika na promieniowanie
- odpowiednia wentylacja osłabiająca skutki promieniowanie podczerwonego
- skracanie czasu ekspozycji na promieniowanie
- stosowanie odpowiedniej odzieży i okularów ochronnych

profilaktyka medyczna

| Czynnik szkodliwy lub uciążliwy | Badania wstępne | | Badania okresowe | | Często- tli- wość badań | Ostatnie Badania okresowe | | Narządy (układy) krytyczne |
|------------------------------------|--|----------------------------------|--|----------------------------------|--|--|----------------------------------|----------------------------------|
| | Lek. | Pom. | Lek. | Pom. | | Lek. | Pom. | |
| Promienio- wanie podczerwone | Ogólne ze zwróceniem uwagi na skórę, okulistyczne ze zwróceniem uwagi na stan spojówek, rogówek, siatkówek i soczewek | W zależności od wskazań | Ogólne ze zwróceniem uwagi na skórę, okulistyczne ze zwróceniem uwagi na stan spojówek, rogówek, siatkówek i soczewek | W zależności od wskazań | Co 4 Lata, pow. 50 roku życia co 2 lata | Ogólne ze zwróceniem uwagi na skórę, okulistyczne ze zwróceniem uwagi na stan spojówek, rogówek, siatkówek i soczewek | W zależności od wskazań | Narząd wzroku, skóra |

Promieniowanie nadfioletowe

Promieniowanie nadfioletowe obejmuje fale elektromagnetyczne o długościach od 1 nm do 400 nm. Promieniowanie to może pochodzić od źródeł naturalnych lub sztucznych.

Należy uważać że każde ciało nagrzane do temperatury przekraczającej 2200°C) Emituje promieniowanie nadfioletowym o widmie ciągłym

UVA- na skórze wywołuje swoiste zaciemnienie pigmentowe, może wywołać słaby rumień. Oczy- nie powoduje zapalenia lecz efekt fluorescencji przezrzystych ośrodków gałki ocznej.

UVB(podzakres erytemalny)- wywołuje rumień skóry (obrzęk do powstania pęcherzy), do kontroli banknotów

UVC- bakteriobójcze lub koniunktywalne(łac. Zapalenie spojówek) Skutki narażenia na tego rodzaju promieniowanie to zapalenie spojówek lub równoczesne zapalenie rogówki (objawy piasku w oczach), rumień skóry

Sztuczne źródła promieniowania

Spawarki elektryczne -ze wzrostem prądu wzrasta ilość emitowanego promieniowania nadfioletowego

palniki tlenowo- acetylenowe i tlenowo- wodorowe- temperatura płomienia może przekraczać 2200°C i ciała nagrzane mogą emitować promieniowanie nadfioletowe

palniki plazmowe- mogą wytwarzać temp. Pow. 6000°Ci emitować silne promieniowanie UV

lampy rtęciowe niskociśnieniowe- to lampy bakteriobójcze do niszczenia mikroorganizmów, do sterylizacji produktów żywnościowych, narzędzi, do produkcji ozonu.

Lampy ksenonowe wysokociśnieniowe- stosowane podobnie jak lampy rtęciowe

Lampy błyskowe- gazowe lampy wyładowcze, emitowane promienie UV zależą od stosowanego gazu(argon, neon, krypton,)

Lampy fluorescencyjne- łuk elektryczny wzbudza pary rtęci znajdujące się pod niskim ciśnieniem, a pary rtęci aktywują materiał fluorescencyjny pokrywający wewnętrzną powierzchnię bańki szklanej. Materiał fluorescencyjny przekształca

promieniowanie nadfioletowe o krótkiej długości fali w promieniowanie o innym widmie.

Lampy kwarcowe halogenowe- drut wolframowy rozgrzewa się do temp. Ok. 3500°C . Kwarcowa lampa (szkło) przepuszcza promieniowanie UV. Aby opary wolframu nie odkładały się na obudowie, lampy wypełnione są gazem halogenowym zwykle jodem lub bromem.

Lampy emitujące promieniowanie znalazły zastosowanie w medycynie do celów leczniczych, solariach, do wywoływania fluorescencyjnych farb i lakierów oraz jako lampy bakteriobójcze.

Wpływ promieniowania UV na człowieka

korzystny

- synteza wit D w organizmie (krzywica)
- leczenie infekcji skórnych, czyraków, łuszczycy, trądziku

niekorzystny

- przewlekłe choroby oczu i skóry
- zaczerwienienia skóry(rozszerzenie naczyń krwionośnych) , rumień skóry
- starzenie się skóry, nowotwory skóry (UVB)

Ochrona przed promieniowaniem UV

Narażenie pracownika na promieniowanie nadfioletowe charakteryzowane jest przez wartości skuteczne napromieniowania oka i skóry.

Zagrożenie pracowników promieniowaniem nadfioletowym charakteryzowane jest przez wartości skuteczne.

Najwyższa dopuszczalna wartość skuteczna napromieniowania oka i skóry w ciągu dobowego wymiaru czasu, bez względu na długość jego trwania wynosi $30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

Środki techniczne

- stałe lub przenośne ścianki i parawany pomalowane farbą pochłaniającą promieniowanie UV(na bazie bieli cynkowej lub tytanowej o barwie ciemnoszarej) odgradzające poszczególne stanowiska spawaczy

- zapewnienie odpowiedniej wentylacji mechanicznej(silne źródła UV mogą powodować wytwarzanie ozonu)

Środki ochrony osobistej

- tarcze lub przyłbice spawalnicze zaopatrzone w filtry spawalnicze dobrane zgodnie z PN – osłaniające twarz, uszy i szyję
- rękawice spawalnicze
- osłony twarzy w postaci filtrów chroniących przed nadfioletem (przy lampach kwarcowych i bakteriobijących)

profilaktyka medyczna

| Czynnik szkodliwy lub uciążliwy | Badania wstępne | | Badania okresowe | | Częstotliwość badań | Ostatnie Badania okresowe | | Narządy (układy) krytyczne |
|---------------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|---------------------|---|-------------------------|----------------------------|
| | Lek. | Pom. | Lek. | Pom. | | Lek. | Pom. | |
| Promieniowanie nadfioletowe | Ogólne, dermatologiczne , okulistyczne ze zwróceniem uwagi na stan spojówek, rogówek i soczewek | W zależności od wskazań | Ogólne, dermatologiczne , okulistyczne ze zwróceniem uwagi na stan spojówek, rogówek i soczewek, w zal. Opd wskazań dermatologiczne | W zależności od wskazań | Co 3 Lata oraz * | Ogólne, dermatologiczne , okulistyczne ze zwróceniem uwagi na stan spojówek, rogówek i soczewek, w zal. Opd wskazań dermatologiczne | W zależności od wskazań | Narząd wzroku, skóra |

* czynnik o udowodnionym działaniu rakotwórczym, konieczność przedłużonej obserwacji poza okres pracy zawodowej. U osób powyżej 50 roku życia, narażonych na UV powyżej 10 lat, badania okresowe powinny być przeprowadzane co 2 lata