

Lineární urychlovač v lékařství

Lineární urychlovač v lékařství

Lineární urychlovač je přístroj, který se v lékařství užívá při **radioterapii**, tedy ozařování zhoubných nádorových onemocnění.

Funguje na principu **urychlování** elektronů. Používá k urychlení částic po lineární přímkové dráze jen elektrické pole, to je buď statické, nebo se může i měnit. Lineární urychlovače můžeme rozdělit na elektrostatické a vysokofrekvenční. Elektrostatické lineární urychlovače pak dále dělíme podle typu zdroje vysokého napětí. Vysokofrekvenční můžeme rozlišit podle typu vlny (viz dále).^{[1][2]} Stejně jako ostatní urychlovače má lineární urychlovač tyto součásti:

- zdroj urychlovaných částic;
- terčík/vstřícné svazky;
- detektory.

Druhy lineárních urychlovačů

1. elektrostatický lineární urychlovač

- kaskádní generátor (Cockroft-Waltonův generátor)
 - Van de Graaffův generátor
 - tandemový generátor

2. indukční urychlovač

3. rezonanční (vysokofrekvenční) urychlovač

- s elektrodami
- s nosnou vlnou



Lineární urychlovač

Elektrostatický lineární urychlovač

Využívá potenciálový rozdíl mezi anodou a katodou. Nejjednodušším případem takového urychlovače je **výbojka**. Skládá se ze zdroje vysokého napětí, duté urychlovací trubice a z terčíku, na který dopadají urychlené částice.

Iontový zdroj emituje částice do systému kovových válcových elektrod. Mezi elektrodami se nachází postupně rostoucí vysoké napětí U . Částice s nábojem q jsou urychlovány elektrostatickým polem na energii E .

$$E = q(U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n)$$

Každá z mezer mezi elektrodami orientuje letící částice do úzkého svazku, který dopadá na terčík – zdroj záření X.

Cockroft-Waltonův generátor

Základní složkou je **násobič napětí**. Vysoké napětí se zde dosáhne mnohonásobným zvýšením střídavého napětí, získaného transformátorem. Získaná energie dosahuje až 4 MeV.

Použití: injektor pro větší urychlovače.

Van de Graaffův generátor

Principem je přenos kladného náboje z externího zdroje do nitra kovové koule pomocí pohyblivého pásu. Náboj je poté odveden na povrch koule a pole uvnitř zůstává nulové. Vybitá část pásu se poté znovu vrací k nabití. Energie náboje se zvyšuje na 10 MeV.

Maximální napětí: teoreticky neomezené, v praxi omezené průrazným napětím obklopujícího plynu. Řešením jsou vysoké tlaky okolí, nebo umístění generátoru do speciálních plynů.

Tandemový urychlovač

Pouze modifikace CW nebo VdG generátoru.

Indukční urychlovač

Jeho důležitou součástí je transformátor, jímž prochází svazek částic působící jako elektrický proud. Ten v transformátoru indukuje pole, díky němuž jsou dále urychlovány částice.

Použití: sterilizace, TOKAMAK.

Rezonanční (vysokofrekvenční) urychlovač

S elektrodami

Jedná se o efektivní způsob urychlování nabitých částic, avšak bez použití enormně vysokého napětí. Z vysokofrekvenčního zdroje střídavého napětí jsou emitovány částice do urychlovacího systému válcových elektrod – k jednomu pólu zdroje jsou připojeny elektrodové válce liché, k druhému válce sudé.

$$U(t) = U_o \cos \omega t = U_o \cos 2\pi f t$$

Pro docílení zrychlení se musí volit náležitá synchronizace mezi jednotlivými veličinami – délka válcových elektrod se musí zvyšovat s rostoucí rychlostí částic. V meziválcových prostorech pak dochází k urychlení částice.

S nosnou vlnou

Použití pokovovaných dutinových rezonátorů (cavities) jako vlnovodů – jimi prochází elektromagnetická nosná vlna. Dochází k velkému urychlení na značně krátké dráze. Existují dva druhy tohoto urychlovače: s postupnou vlnou a s vlnou stojatou.

S postupnou vlnou: slouží k urychlení elektronů; často se zde používají brzdící nástavce, které zabraňují, aby fázová rychlost elektromagnetické vlny přesáhla rychlost světla.

Se stojatou vlnou: vysokofrekvenční vlna projde po urychlovací dráze a na konci se odráží zpět, čímž vzniká stojatá vlna s velmi vysokým silovým polem.

Odkazy

Související články

- Lineární urychlovač
- Cyklotron

Zdroje

1. DOLEŽAL, Zdeněk. Urychlovače <http://www-ucjf.troja.mff.cuni.cz/dolezal/teach/accel/urych01_t.pdf> [online].
2. RICHTROVÁ, Michaela. Urychlovače elementárních částic <<https://is.muni.cz/th/cbysw/bc.pdf?so=nx>> [online].