

Wytwarzanie silnych impulsowych pól magnetycznych przy użyciu cząstek z akceleratorów i pierścieni akumulacyjnych

Stanisław Bednarek¹, Julian Płoszajski¹

¹Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Łódzkiego

Silne impulsowe pola magnetyczne mają wiele ważnych zastosowań w badaniach naukowych i nowoczesnych technologiach. Do wytwarzania tych pól najczęściej używane są cewki, zasilane impulsem prądu elektrycznego o dużym natężeniu. Ta metoda ma jednak kilka istotnych wad, ograniczających wartość indukcji magnetycznej i czasu trwania impulsu. Dlatego poszukuje się nowych metod wytwarzania tych pól. Jedną z nich to wykorzystanie naładowanych cząstek z akceleratorów. Pierwszą próbę tego typu podjął H. C Siegmann i współpracownicy [1]. W komunikacie zostanie pokazane, jakie parametry impulsów pola można uzyskać w pobliżu tzw. paczki relatywistycznych protonów lub elektronów, przyspieszanych we współczesnych akceleratorach lub krążących w pierścieniach akumulacyjnych.

Na podstawie danych, dotyczących: energii, ilości cząstek i rozmiarów paczki, będą przedstawione rozkłady przestrzenne indukcji magnetycznej i czasu trwania impulsów. Do ich wyznaczenia wykorzystano własną metodę, opartą na transformacji pola elektrycznego z układu paczki do układu laboratoryjnego i obliczenia numeryczne [2]. Do obliczeń przyjęto dane, opisujące paczki cząstek w znanych akceleratorach, m.in. LHC, SLAC, XFEL, NCPS „Solaris”. Dla ułatwienia wymiany i pozycjonowania próbek w pobliżu osi paczki podczas pracy akceleratora autorzy opracowali projekt zdalnie sterowanej komory, który również omówią.

Zawarte w komunikacie wyniki badań prowadzą do następujących wniosków:

1. Paczki cząstek naładowanych z akceleratorów wytwarzają silne impulsowe pola magnetyczne i użyteczny zakres indukcji tych pól wynosi od kilku do ok. 100 T.
2. Czas trwania impulsów pola jest niezwykle krótki (10^{-12} - 10^{-14} s) i nieosiągalny innymi metodami.
3. Ze względu na unikalne parametry pola te mogą być użyteczne do nieniszczących badań, np. bardzo szybkich procesów przemagnesowania w próbach o rozmiarach rzędu 0,1-1 mm.
4. Zastosowanie projektowanej komory pozwoliłoby na szybką i bezpieczną wymianę próbek podczas pracy akceleratora.
5. wykorzystanie wiązki cząstek do wytwarzania silnych impulsowych pól magnetycznych pozwala na uniknięcie trudności, które występują przy używaniu do tego celu cewek,
6. Proponowana metoda wiąże się z niewielkimi kosztami, ponieważ badania można prowadzić na już działających akceleratorach lub pierścieniach akumulacyjnych po zainstalowaniu odpowiedniej komory.

Ponieważ pola magnetyczne, wytwarzane przez paczki cząstek z akceleratorów i pierścieni akumulacyjnych, mają unikalne i nie osiągalne innymi metodami parametry, to otwierają one nowe możliwości badań, np. w dziedzinie fizyki ciała stałego i fazy skondensowanej. Dlatego warto rozważyć przystosowanie wspomnianych urządzeń do takich badań już na etapie ich projektowania, albo podczas modernizacji i przerw konserwacyjnych.

[1]. C.H. Back, H.C. Siegmann, J. Mag. Mag. Mat. **200**, 774 (1999).

[2]. S. Bednarek, J. Płoszajski, Przegl. Elektrotech. 2, **93**, 264 (2017).