

**Tytuł projekt:** Badanie i zastosowanie miękkiego promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego w wyniku naświetlania intensywnymi impulsami laserowymi tarcz zawierających mikrokrople

## **Streszczenie**

Synchrotrony są powszechnie uważane za najlepsze źródła promieniowania elektromagnetycznego w obszarze miękkiego promieniowania rentgenowskiego, których parametry przewyższają parametry tradycyjnych źródeł tego promieniowania o rzędy wielkości. Z tego powodu synchrotrony są szeroko stosowane w badaniach naukowych w wielu dziedzinach współczesnej nauki i techniki. Jednak bardzo duże koszty inwestycyjne tych obiektów ograniczają ich ilość, a tym samym dostęp do różnych metod i technik badawczych z użyciem miękkiego promieniowania rentgenowskiego, które są stosowane na synchrotronach.

Miękkie promieniowanie rentgenowskie można wydajnie wytwarzać w wyniku naświetlania tarczy intensywnymi impulsami laserowymi. Zastosowanie źródeł miękkiego promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego laserem zostało zademonstrowane w różnych dziedzinach, w tym w fizyce ciała stałego, fizyce plazmy, chemii, biologii, materiałoznawstwie i innych. Źródła miękkiego promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego laserem, jako stosunkowo tanie i kompaktowe, mogą być bardzo atrakcyjne dla laboratoriów uniwersyteckich i dla zastosowań przemysłowych. Ponadto źródła takie pozwalają, ze względu na impulsowy charakter emisji, na badanie procesów z bardzo dużą rozdzielczością czasową, sięgającą nawet zakresu attosekundowego, co nie jest możliwe przy zastosowaniu synchrotronów.

Jednakże niektóre metody i techniki rentgenowskie wymagają określonych parametrów promieniowania odnośnie rozkładu widmowego i intensywności, co powoduje konieczność prowadzenia badań mających na celu poprawę parametrów obecnie stosowanych źródeł laserowych. Głównym celem projektu jest poprawa tych parametrów poprzez zastosowanie nowego typu tarcz laserowych zawierających mikrokrople cieczy o rozmiarach rzędu mikrometra.

Nowe tarcze w postaci strumienia, zawierającego mikrokrople różnych cieczy, będą wytwarzane przy użyciu nowych urządzeń opracowanych w ramach projektu. Tarcze w postaci strumienia ksenonu zawierającego mikrokrople ciekłego ksenonu będą wytwarzane w wyniku wypływu gazowego ksenonu i helu z układu wysokociśnieniowych zaworów elektromagnetycznych wyposażonego w podwójną dyszę i schłodzonego do temperatury  $-30^{\circ}$  za pomocą chłodnicy Peltiera. Konstrukcja dyszy podwójnej umożliwi powstanie wydłużonego strumienia ksenonu o dużej gęstości, ograniczonego pierścieniowym strumieniem helu. Wysoka gęstość i niska temperatura ksenonu w strumieniu spowodują jego kondensację i tworzenie się mikrokropli ksenonu. Tarcze zawierające mikrokrople składające się z pierwiastków innych niż ksenon będą wytwarzane poprzez wypływ porcji mgły wytworzonej za pomocą piezo-atomizera przy użyciu elektromagnetycznego zaworu gazowego. Urządzenia do produkcji nowych tarcz zostaną opracowane i przebadane w ramach projektu.

Badania emisji miękkiego promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego w wyniku naświetlania nowych tarcz nanosekundowymi i femtosekundowymi impulsami laserowymi wielkiej mocy zostaną przeprowadzone w ramach projektu. Widma miękkiego promieniowania rentgenowskiego będą mierzone za pomocą spektrometrów wyposażonych w siatki transmisyjne lub refleksyjne oraz spektrometrów z kryształem jako elementem dyfrakcyjnym. Do rejestracji widm zostaną zastosowane kamery CCD czułe na ten zakres widmowy. Wydajność emisji miękkiego promieniowania rentgenowskiego będzie mierzona za pomocą skalibrowanych detektorów rentgenowskich. Badania eksperymentalne zostaną wsparte symulacjami numerycznymi przeprowadzonymi z wykorzystaniem hydrodynamicznych i atomowych kodów komputerowych. Jak dotąd badania emisji miękkiego promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego laserem z zastosowaniem tego typu tarcz nie były prowadzone.

Źródła miękkiego promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego laserem z użyciem nowych tarcz zawierających mikrokrople zostaną zastosowane w eksperymentach dotyczących absorpcyjnej spektrometrii rentgenowskiej (XAFS) i rentgenowskiej tomografii koherencyjnej (XCT). Wynikiem projektu będzie znaczna poprawa parametrów źródeł miękkiego promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego laserem oraz własności użytkowych laboratoryjnych systemów XAFS i XCT.