

OPPORTUNITÀ DI APPLICAZIONE INDUSTRIALE PER SORGENTI DI NEUTRONI BASATE SU ACCELERATORI DI POTENZA MEDIO-BASSA

Nel meeting sull'argomento specifico tenutosi a Vienna nel 2004¹ sono stati evidenziati le seguenti tecniche e strumentazioni come suscettibili di applicazioni industriali:

- 1) Scattering a piccolo angolo (SANS)
- 2) Riflettometria
- 3) Diffrattometria su polveri e policristalli incluse le misure di deformazione
- 4) Radiografia e tomografia: liquidi organici, incollaggi fra metalli, rivelazione di esplosivi, ispezione di materiale nucleare, accumulo d'idruri e corrosione di metalli, diagnosi *in situ* di processi (celle a combustibile), test non distruttivi (NDT)
- 5) Analisi di attivazione e profili di profondità
- 6) Strumenti TOF per misure incoerenti-anelastiche (INS)
- 7) Test di dispositivi per neutronica, rivelatori e ottica di trasporto
- 8) Ingegneria neutronica come sviluppo di bersagli/riflettori/moderatori etc

Nel seguito cercherò di fornire esempi concreti corrispondenti ai punti sopraelencati, che permettano un confronto oggettivo con le possibilità di una sorgente del tipo IRIDE

- 1) SANS - Celle a combustibile e sviluppo batterie: studio di polimeri complessi e delle loro interazioni con l'acqua (tecnologia PEFMC², Proton Exchange Membrane Fuel Cell). Altre applicazioni: emulsioni, materiali porosi, microstruttura delle leghe metalliche etc. Flusso utile $10^4 \div 10^8$ n/cm²/sec nel range $\lambda = 3.5 \div 0.5$ nm³.

Questa tecnica appare realizzabile su una sorgente pulsata quale IRIDE e in considerazione dei modesti flussi richiesti

- 2) Riflettometria - Catalizzatori, adesivi, interfacce polimer-polimero, superfici metalliche etc⁴. Flusso basso ($\sim 10^4$ n/cm²/sec) se si vuole solo l'angolo critico, per misurare riflettività dell'ordine di 10^{-6} si richiede un flusso di $\sim 10^6$ n/cm²/sec con fascio a bassa divergenza angolare $\sim 10^{-3}$ rad.

Questa tecnica appare realizzabile su una sorgente pulsata quale IRIDE e in considerazione dei modesti flussi richiesti

- 3) Diffrattometria - Misura di deformazione delle ruote di carri ferroviari (Strain measurements): effettuata presso SINQ (intensità $3-6 \cdot 10^6$ n/sec) con il diffrattometro POLDI⁵; E_n max = 1.72 keV, flusso massimo al campione: $6 \cdot 10^6$ n/cm²/sec; distanza tra bersaglio e campione: ~ 14 m; risoluzione spaziale: $\sim 10^{-3}$; tempi di misura su campioni di piccole dimensioni (23 mm³): 20 min - 1 h.

Su una sorgente circa 100 volte meno potente, quale IRIDE, appare assai difficile realizzare un dispositivo del genere, per l'eccessiva durata delle misure.

¹ IAEA-TECDOC-1439

² S. Lyonnard et al., EPJ Special Topics, **213** (2012) 195.

³ J.Kohlbrecher et al., J. Appl. Cryst. **33** (2000) 804.

⁴ J. Stahn et al., Eur. Phys. J. Appl. Phys. **58** (2012) 11001.

⁵ U. Stuhr et al., NIM A **545**, (2005) 330.

- 4) Radiografia e tomografia - Misura dinamica dei lubrificanti in un motore di motociclo (YAMAHA) presso SINQ con lo strumento NEUTRA⁶: flusso $2 \cdot 10^7$ n/cm²/sec, tempi di misura molto brevi

Qui il flusso istantaneo dev'essere almeno di 10^7 , la fluenza non è importante, e si possono fare misure di qualità confrontabili con i reattori (ILL) grazie alla bassa divergenza angolare del fascio.

- 5) Analisi di attivazione neutronica (NAA): il design del sistema target/moderator deve consentire l'inserimento dei campioni da analizzare. Flussi minimi richiesti sono dell'ordine di 10^{12} n/cm²/sec

Anche qui una sorgente pulsata di bassa intensità non appare in grado di svolgere efficacemente questo tipo di analisi

- 6) INS - scattering incoerente: catalizzatori per celle a combustibile, spettroscopia chimico-fisica; flussi richiesti $\gg 10^6$ n/cm²/sec, fasci altamente collimati $< 3\text{-}10$ mrad in entrambi i piani. Studi di 'poisoning' di catalizzatori al Pd compiuti dalla Degussa-Huls (oggi AQura - D) ad ISIS (UK)⁷.

Queste tecniche appaiono difficilmente implementabili su una macchina a basso flusso, a causa anche della piccola divergenza angolare richiesta.

- 7) Stazioni speciali di test (ingegneria e strumentazione neutronica): la sorgente HUNS dell'Università di Hokkaido, con soli 3 kW di potenza a 45 MeV (electron Linac), fornisce circa $6 \cdot 10^{12}$ n/sec (veloci) e $6 \cdot 10^{10}$ n/sec (termici). Molti studi (bersagli, moderatori, riflettori, collimatori, nuovi dispositivi, ottica neutronica, rivelatori etc) possono essere fatti con flussi modesti $\sim 10^4$ n/cm²/sec.

Questo tipo di ricerche appare perfettamente realizzabile su una sorgente di potenza medio-bassa quale IRIDE.

⁶ P. Vontobel et al., NIM A **542**, (2005) 148.

⁷ P. W. Albers et al., Chem. Comm. 1619 (1999)