



INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**Eletrodeposição de níquel sobre folhas finas de urânio metálico
destinadas a alvos de irradiação para produção de ^{99}Mo**

RICARDO FERREIRA IANELLI

**Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Materiais**

Orientador:

Prof. Dr. Michelangelo Durazzo

São Paulo

2019

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**Eletrodeposição de níquel sobre folhas finas de urânio metálico
destinadas a alvos de irradiação para produção de ^{99}Mo**

Versão Corrigida
Versão Original disponível no IPEN

RICARDO FERREIRA IANELLI

**Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Materiais**

Orientador:
Prof. Dr. Michelangelo Durazzo

São Paulo
2019

RESUMO

IANELLI, Ricardo F. *Eletr deposição de níquel sobre folhas finas de urânio metálico destinadas a alvos de irradiação para produção de ⁹⁹Mo*. 2019. 97 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares – IPEN/CNEN-SP. São Paulo.

Atualmente, o radioisótopo mais comum na área de diagnósticos em medicina nuclear é o tecnécio-99 metaestável (^{99m}Tc), que, hoje está presente em mais de 80% dos diagnósticos nucleares por imagem, em todo mundo. Por ter uma meia-vida pequena, o ^{99m}Tc precisa chegar ao consumidor final na forma de seu isótopo-mãe, o molibdênio 99 (⁹⁹Mo). Uma das rotas de produção deste isótopo se dá por meio de fissão de alvos tubulares de folhas finas de urânio metálico com baixo enriquecimento. O processo de fabricação desse alvo consiste em utilizar folhas finas de urânio metálico enriquecido a 20% em ²³⁵U, com espessura de 125 µm. Essa folha fina de urânio é envolvida em uma folha de níquel (14 µm), que atua como barreira para os produtos de fissão, e evita o caldeamento entre o urânio e o invólucro tubular de alumínio no qual este conjunto é montado. Esse invólucro consiste em dois tubos concêntricos, um interno, no qual é usinado um rebaixo para acomodar o conjunto de folha fina U-Ni e um outro externo no qual todo esse conjunto é inserido. O conjunto tem o seu diâmetro interno expandido mecanicamente para tornar a transferência térmica mais adequada durante a irradiação. O invólucro é selado por soldagem. Assim, o alvo após a montagem, está preparado para irradiação neutrônica no reator. Esse processo de montagem de alvos já foi estudado em diversos países, porém, o processo de envelopamento do urânio em uma folha fina de níquel e montagem do alvo é, hoje, feito manualmente. Tecnicamente, isso impõe um risco da folha de níquel se romper promovendo o contato entre o urânio e o alumínio do invólucro. No presente estudo, analisa-se a possibilidade do uso de eletr deposição de níquel sobre a folha fina de urânio, para substituir o uso de folhas de níquel. Isso torna o processo mais viável do ponto de vista produtivo. Desenvolveu-se um sistema próprio de conformação das folhas finas de urânio antes da eletr deposição através de calandragem. Trabalhou-se com diversos procedimentos de preparação da superfície de urânio para receber a cobertura de níquel através de eletr deposição tradicional. Desenvolveu-se um equipamento automatizado de translação de folha fina conformada de urânio na forma de um eletrodo rotacional. Assim, obtiveram-se recobrimentos homogêneos e com espessura regular sobre a folha fina de urânio. Os resultados também indicam que a eletr deposição de níquel sobre urânio com alta aderência do níquel ao urânio depende da devida ativação da superfície de urânio, podendo ser química, eletroquímica ou até mesmo mecânica. Esse trabalho registra que esse processo foi desenvolvido e poderá ser utilizado em tecnologia de produção continuada, tais como, a produção de alvos de irradiação para o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB)

Palavras-chave: Alvos de folha fina, Radioisótopos, Eletr deposição, Níquel, Urânio metálico.

ABSTRACT

IANELLI, Ricardo F. *Nickel electroplating over metallic uranium thin foils for irradiation targets destined to ⁹⁹Mo production.* 2019. 97 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares – IPEN/CNEN-SP. São Paulo.

The most common radioisotope in the field of nuclear medicine diagnostics is metastable technetium-99 (^{99m}Tc), which today is present in more than 80% of nuclear imaging diagnoses worldwide. Because of its short half-life, ^{99m}Tc must reach its end consumer in the form of its parent isotope, molybdenum 99 (⁹⁹Mo). One of the production routes of this isotope is through the fission of thin enriched low-sheet metal uranium tubular targets. The manufacturing process for this target consists of using thin sheets of ²³⁵U enriched 20% uranium metal with a thickness of 125 μm. This thin uranium foil is encased in a nickel foil (14 μm), which acts as a barrier to fission products, and avoids caulking between the uranium and the aluminum tubular casing on which this assembly is mounted. This housing consists of two concentric tubes, one inner, in which a recess is machined to accommodate the Ni-U thin-sheet assembly, and one outer in which this entire assembly is inserted. The assembly has its internal diameter mechanically expanded to make heat transfer more suitable during irradiation. The housing is sealed by welding. Thus, the target is prepared for neutron irradiation in the reactor. This target assembly process has been studied in several countries, however, the process of uranium enveloping a thin sheet of nickel and target assembly is today done manually. Technologically, this imposes a risk that the nickel foil will rupture by promoting contact between the uranium and the enclosure aluminum. In the present study, we analyze the possibility of using nickel electrodeposition on the uranium thin sheet to replace the use of nickel sheets. This makes the process more productively viable. A proprietary uranium thin sheet forming system was developed prior to electrodeposition by calendaring. Several uranium surface preparation procedures have been tested to receive nickel coating through traditional electroplating. Automated uranium-shaped thin-sheet translation equipment in the form of a rotational electrode was developed. Thus, homogeneous and regular thickness coatings were obtained over the thin uranium sheet. The results also indicate that nickel electrodeposition on uranium with high nickel adherence to uranium depends on proper activation of the uranium surface, whether chemical, electrochemical or even mechanical. This work records that this process has been achieved and could be used in continuous production technology, such as the production of irradiation targets for Reator Multipropósito Brasileiro (RMB).

Key words: Thin foil targets, Radioisotopes, Electroplating, Nickel, Metallic uranium.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária CEP: 05508-000
Fone/Fax(0XX11) 3133-8908
SÃO PAULO – São Paulo – Brasil
<http://www.ipen.br>

O IPEN é uma Autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento,
associada
à Universidade de São Paulo e gerida técnica e administrativamente
pela
Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.
