

INTERACCIÓN PLASMA-PARED. RETOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS

Dr. Francisco L. Tabarés

Plasma-Wall Interaction Group
Laboratorio Nacional de Fusión
CIEMAT, Madrid

RESUMEN

La investigación en materiales compatibles con las condiciones especiales de un Reactor de Fusión comenzó muy al principio de la propia historia de la Fusión Nuclear Controlada como solución energética. Sin embargo, el salto final hacia la construcción de un Reactor de Demostración (DEMO) todavía requiere la solución aceptable de uno de los mayores retos históricos y en absoluto trivial: encontrar materiales que sobrevivan a las condiciones extremas que prevalecen en la proximidad del plasma y que, además, no lo contaminen.

La selección de los materiales tipo PFC obedece a criterios tanto termomecánicos como de compatibilidad con el plasma. Entre estos últimos está el número atómico del material y su capacidad para retener el combustible (deuterio y tritio, DT, en el caso de ITER). Tres son los materiales que ya desde hace décadas se eligieron como elementos de primera pared (Plasma Facing Components o PFC's en sus siglas en inglés) para el dispositivo ITER: el berilio, los composites de carbono en forma de fibra (CFC) y el wolframio, estos dos últimos para la zona de la vasija que recibirá mayores cargas de energía y partículas. Aunque el carbono presenta un número atómico de tan solo 6, lo que implica relativamente poca radiación de la energía contenida en el plasma cuando éste se contamina por este elemento, y presenta propiedades termomecánicas excelentes, la propensión de los elementos basados en carbono a reaccionar químicamente con los isótopos de hidrógeno (sputtering químico) y formar películas carbonadas con alta concentración en tritio (que se depositan en zonas de la vasija no accesibles a las técnicas de limpieza) hace que actualmente se haya eliminado el uso de CFC's en la fase activa (es decir, de fusión) de ITER. Por otra parte, el wolframio, sin problemas de retención y con buenas características termomecánicas y punto de fusión muy elevado, es susceptible de desintegración en polvo bajo condiciones de carga térmica elevada y repetitiva, amén de los efectos de trasmutación esperables bajo flujos de neutrones elevados. Por último, el berilio, de muy bajo número atómico y retención moderada de tritio, presenta un punto de fusión demasiado bajo como para reemplazar a cualquiera de los anteriores elementos en las zonas de alta carga térmica.

Aunque se sigue investigando en el desarrollo de materiales sólidos con mejores características para su uso como PFC's en DEMO (sobre todo en aleaciones de wolframio), es evidente que a fecha de hoy no se pueden descartar soluciones mucho menos convencionales. A diferencia de los sólidos, la estructura amorfa y adaptable de los líquidos ofrece claras ventajas en lo que se refiere a daño estructural permanente, regeneración in situ, extracción del tritio retenido o disipación de energía térmica. Las condiciones de alta temperatura de las paredes de la vasija de un reactor, necesarias para la optimización del rendimiento del ciclo térmico, también favorecen a priori los conceptos basados en PFC's en estado líquido.

En la presentación se expondrá el estado actual de este tema tan controvertido y retador.