Ingeniería Naval

REVISTA TECNICA

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES

Fundador: AUREO FERNANDEZ AVILA, Ingeniero Naval

Director: LUIS DE MAZARREDO BEUTEL, Ingeniero Naval

AÑO XXVIII — MADRID, OCTUBRE DE 1960 — NUM. 304

Sumario

Páginas

La IX Conferencia Internacional de Canales de Experiencias, por *L. Mazarredo* 406
Problemas de seguridad en el reactor nuclear naval, por *G. Bourceau* 411
Criterio ruso de estabilidad del buque intacto, traducido por *Rafael Vega Sanz*, Ing. Naval 421
Tres averías poco corrientes producidas por fatiga 431

INFORMACION DEL EXTRANJERO

Reactores refrigerados por gas para barcos 433
Entrega del petrolero «Harry Trapp» 433
Oxígeno para respirar en espacios aislados de la atmósfera 434
Hidrógeno en los aceros 434
Protección contra la oxidación mediante la «galvanización en frío» 434
Exposición náutica 434
Nuevo revestimiento para cubiertas 434

INFORMACION NACIONAL

Pruebas del B/T. «Río Cubas» 435
Becas del British Council 436
Nuevo Inspector del Lloyd's Register of Shipping 437
Asociación de Ingenieros Navales 437
Botadura del petrolero «Campogules» 437
Botadura del mineralero «Arrabio» y entrega del «Ensidesa» 437
Becas de estudio en el extranjero de la Fundación Juan March 438

INFORMACION LEGISLATIVA 439

BIBLIOGRAFIA 440

Dirección y Administración: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.—Ciudad Universitaria.—Apartado de Correos 457. — Teléfono 44 08 07 (*) — MADRID (3).

Suscripción: Un año para España, Portugal y países hispanoamericanos, 250 ptas. Un semestre, 140 ptas. Demás países, 300 pesetas (franqueo aparte).

NOTAS.—No se devuelven los originales. Los autores son directamente responsables de sus trabajos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia.

Depósito legal M. 51 - 1958.

LA IX CONFERENCIA INTERNACIONAL DE CANALES DE EXPERIENCIAS

Comentario por L. MAZARREDO

Entre los días 8 y 16 de septiembre último se ha celebrado en París esta Conferencia, que se reúne cada tres años en un país distinto. La anterior fué la que se celebró en Madrid en 1957 y la próxima lo será, Dios mediante, en Londres en 1963.

La asistencia a esta Conferencia ha sido análoga a la que hubo en la de Madrid (véase INGENIERÍA NAVAL número 268, año 1957 y pág. 502) pudiendo decirse que todos los Centros de Investigación directamente interesados en la Hidrodinámica del Buque—excepto los que pueda haber en la China continental—estaban representados en el centenar de delegados que acudió a la misma.

Las sesiones técnicas se celebraron en el edificio de la UNESCO y estuvieron convenientemente complementadas por reuniones de carácter social, donde los delegados, atendidos por la cortesía de sus huéspedes franceses, tuvieron ocasión de establecer o renovar esos contactos personales que figuran entre los mejores frutos de las Conferencias Técnicas.

Las materias objeto de discusión fueron las siguientes:

Resistencia.

Propulsión.

Cavitación.

Comportamiento del buque en la mar, incluyendo bajo este título las cuestiones relacionadas con los esfuerzos que experimenta el buque navegando en mar gruesa.

Presentación de resultados, no discutida en Madrid, aunque sí en otras Conferencias anteriores.

Maniobrabilidad, que se incluye por primera vez en esta Conferencia.

Puede hacerse notar la tendencia a una mayor amplitud en los temas considerados en estas reuniones; y no sólo por la inclusión de la maniobrabilidad como tema de discusión—lo que está ciertamente justificado en la actualidad—, sino por el detalle dentro de cada uno de los temas incluídos en Conferencias anteriores.

A continuación se hace un breve comentario de las cuestiones discutidas en las distintas sesiones, omitiendo detalles que no sería propio divulgar en esta ocasión, pero haciendo resaltar los puntos en que se ha concentrado el ínterés; de modo que aquellos que no estando en contacto directo con estas cuestiones no hayan dejado, sin embargo, de interesarse por ellas, puedan tener una impresión del estado en que se encuentran y de los temas que en la actualidad se discuten.

RESISTENCIA.

Los problemas discutidos bajo este título son: a) el modo de mejorar la predicción de los resultados del buque real, mediante adiciones sobre los cálculos teóricos; b) la forma de calcular la resistencia dependiente de la viscosidad (o sea del número de Reynolds) y cuestiones relacionadas con ella, como son las líneas de fricción y el efecto de formas; c) las mejoras en las técnicas de ensayo, con particular consideración de la turbulencia y de los efectos debidos a las paredes del canal.

Las cuestiones relacionadas con la predicción de resultados en pruebas de mar han sido y continuarán siendo estudiadas bajo este epígrafe y bajo el de propulsión. Pero es de señalar el creciente interés puesto en ellas por los especialistas de Resistencia; habiéndose recogido una amplia información sobre correlación entre ensayos de modelos y pruebas de mar con el fin de estudiar recomendaciones concretas acerca de las *adiciones* o correcciones que conviene introducir para tener en cuenta los efectos de la rugosidad del casco, efecto de escala en la resistencia de apéndices, oleaje, viento, etcétera.

Esto no significa que los resultados que en la actualidad se obtienen sean, en general, muy diferentes de los previstos—sobre todo en barcos de guerra o mercantes rápidos—, pero todavía no se ha encontrado explicación satisfactoria al hecho de que en pruebas de mar de buques idénticos puedan encontrarse en algunos casos diferencias considerables, como han sido experimentadas en distintos tipos de barcos y países, entre ellos Estados Unidos e Inglaterra. Es posible que un análisis de los distintos factores que intervienen —sobre todo de la rugosidad—aclare la situación, o al menos reduzca la dispersión de resultados.

Por lo demás, es evidente que las adiciones que es preciso introducir serán debidas en parte a las suposiciones hechas para calcular la resistencia dependiente de la viscosidad o a la técnica de ensayos.

En la Conferencia de Madrid se aprobó *la línea de fricción* ITTC 1957, en sustitución de los coeficientes de Froude o de las líneas de fricción que se venían utilizando en distintos centros, considerándose esta nueva línea como una solución provisional que permita la comparación de ensayos normales de carena realizados en los distintos centros. La encuesta realizada sobre los resultados alcanzados con su empleo no permite sacar consecuencias concluyentes. Otra cuestión que todavía no está zanjada es la relativa a la influencia que puedan ejercer *las formas* sobre la resistencia, en particular sobre la parte de ésta que depende de la viscosidad. El método corriente de cálculo parte, como se sabe, de la suposición de que esa resistencia es igual a la resistencia de fricción que presentaría una placa plana de la misma superficie; pero parece evidente que este método no puede considerarse más que como una primera aproximación. Sobre este aspecto del problema se han recogido abundantes datos y hay una serie de investigaciones en marcha, por lo que es posible que en un próximo futuro pueda llegarse a algunas conclusiones acerca de este coeficiente de forma.

Otra cuestión de importancia, relacionada con las anteriores, es el grado de *turbulencia del flujo* alrededor del modelo, que si fuera laminar daría, como es natural, una resistencia distinta de la supuesta al emplear las líneas de fricción adoptadas, que son válidas únicamente para flujo turbulento. Si los modelos son grandes, finos y se ensayan a velocidades suficientemente altas, la influencia de la zona que pueda haber a proa con flujo laminar es despreciable; pero en otros casos hay que estimular la formación de la capa límite turbulenta sobre la superficie del modelo para lograr resultados de confianza. Esta estimulación de la turbulencia se realiza por diversos medios: tetones plantados cerca de la roda, barras o enrejados situados a proa del modelo o la colocación de un alambre delgado o de una tira de tela de esmeril grueso pegados a la carena, hacia la sección 19. Pero como ninguno de estos sistemas es totalmente satisfactorio—entre otras cosas porque suelen introducir una resistencia adicional ajena al modelo—no se considera que este problema esté todavía resuelto.

Otros problemas discutidos están también relacionados con las técnicas de ensayo, pudiéndose citar que se ha avanzado considerablemente en la determinación de los *efectos de las paredes* del canal y que un número crecido de Centros (entre ellos el Canal de El Pardo) ha adquirido un modelo standard de plástico reforzado con fibra de vidrio, para investigar las variaciones más o menos erráticas que pueda experimentar en su resistencia.

Propulsión.

Como es sabido, existen en principio dos métodos distintos para la realización del *ensayo de propulsión*—el llamado continental, en el que se aplica la deducción de fricción necesaria para que la carga de la hélice corresponda a la que ha de tener a tamaño natural, y el británico, en el que se varía la carga de la hélice para cada velocidad—. Pero, además, existen otras variantes, según los apéndices montados en los ensayos de remolque y autopropulsión, métodos de análisis, adiciones por rugosidad, mal tiempo, etc., que dan lugar a que exista una diversidad que conviene reducir a un mínimo, para poder hacer comparables, o al menos saber a qué atenerse con los resultados obtenidos en distintos Centros. Con este fin se ha recogido una copiosa información de prácticamente todos los Canales de Experiencias del mundo, y sobre esta base se ha propuesto que los ensayos se realicen por lo menos a dos velocidades características (pruebas y servicio), con tres condiciones de carga diferentes; dependiendo una de ellas de la rugosidad del casco del buque real, de las condiciones meteorológicas con las que haya de encontrarse y de su tamaño y tipo. No se dan valores numéricos para esta sobrecarga, porque no se considera que se disponga de datos suficientes sobre las diferencias reales entre los resultados de ensayo y las *pruebas de mar,* teniendo en cuenta que los resultados que se deducen de éstas no ofrecen siempre garantía suficiente para estudios de este tipo. Por ello, se recomienda hacer el mayor número de pruebas de mar "bien hechas" que sea posible, con cuyo fin se preparará una norma para su realización, en la cual se especificarán las medidas a adoptar para que los resultados sean utilizables.

Otra cuestión relacionada con este tema es la variación que puedan experimentar los *coeficientes de propulsión* (estela, succión, etc.) al cambiar la escala, ya que no se pueden despreciar—como suponen los métodos admitidos—estos efectos en la predicción de los resultados de pruebas de mar.

Este efecto no está claro en el coeficiente de succión—o de deducción de empuje—, pero es, en cambio, tan marcado en la estela, que puede considerarse como normal que este coeficiente sea en el barco 2/3 del obtenido con el modelo.

Por otra parte, como en las pruebas de mar no se suelen tomar empujes y si se miden no presentan siempre garantía suficiente, se suele partir en los análisis de pruebas de los datos de la potencia y revoluciones medidas. Pero hay que tener en cuenta que la estela calculada por K_Q es distinta de la correspondiente a K_T (aunque estas diferencias disminuyan al aumentar el tamaño) y conviene medir el empuje para poder saber a qué atenerse en lo que se refiere a la succión y al rendimiento relativo rotativo, que son cuestiones que todavía están un tanto oscuras.

Por último se cita el interés creciente que presentan (por vibraciones, cavitación, etc.) las variaciones de carga que experimenta la hélice al girar en una estela variable—como sucede en los buques de una hélice.

Cavitación.

Con el fin de mejorar los conocimientos sobre los fenómenos de cavitación en hélices y de cómo influyen sobre los mismos los distintos factores que intervienen en los ensayos, se inició hace tiempo un amplio programa de ensayos comparativos en distintos túneles, cuyos resultados han sido objeto de informes y discusiones en los diez últimos años.

Pero como los resultados de este conjunto de ensayos—que pueden considerarse terminados—permiten asegurar que puede obtenerse una concordancia suficiente para la mayor parte de los problemas técnicos entre los resultados obtenidos en el túnel y los ensayos en el canal, se ha puesto mayor atención en otras cuestiones, en particular en aquellas relacionadas con la reproducción en el túnel de los fenómenos que se presentan en el buque real.

En efecto, hasta hace poco los modelos de propulsor se ensayaban casi exclusivamente en flujo homogéneo, lo cual no permite reproducir las condiciones reales, en las que las palas de la hélice recorren una estela variable, tanto radial como circunferencialmente. Esto puede enmendarse variando las velocidades locales en el túnel de acuerdo con las medidas a popa del modelo, lo que actualmente se realiza bien introduciendo en el túnel un cuerpo (no el mismo modelo, ya que aunque el tamaño del túnel lo permitiera, el efecto de sus paredes modificaría el flujo) con la parte de popa parecida a la del original, bien poniendo cedazos de tela metálica a proa del modelo, o por último, construyendo un dispositivo especial—como se ha hecho en uno de los túneles de Wagenningen—para regular la velocidad desde fuera del túnel.

Otro método, ampliamente utilizado, por ser más sencillo aunque menos exacto (ya que supone que en un flujo permanente se producen los mismos fenómenos que en un estado transitorio), consiste en ensayar con flujo homogéneo, pero regulando de tal forma el grado de avance, que éste corresponda a las condiciones de la estela local.

Excepción hecha del primero de estos métodos, ninguno tiene en cuenta la variación del campo de presiones ni, en general, las componentes no axiales de la estela. Por lo cual no están libres de crítica, particularmente para el estudio de los fenómenos que se producen al pasar la pala frente al codaste, situación ésta que merece una atención especial no sólo por la cavitación que se pueda presentar, sino por la variación de fuerzas que se produce y las vibraciones que pueda originar. Pero permiten obtener una imagen más aproximada de los fenómenos que es de esperar se produzcan en el buque y el estudio de las erosiones producidas por esta causa, y, en efecto, así puede predecirse, en general, la cavitación en el buque real, aunque haya casos en que aparezcan erosiones no previsibles por la cavitación observada en el túnel, o a la inversa, no se produzca la erosión que era de temer.

Estas diferencias pueden ser debidas a pequeñas variaciones de las condiciones supuestas—en una hélice puede haber palas con erosión y otras sin ella, por diferencias pequeñas de fundición. Pero en todo caso requieren un estudio más profundo del realizado hasta ahora sobre estas cuestiones y, por supuesto, el acopio de datos de hélices reales, susceptibles de ser estudiados y comparados con los resultados de ensayos con modelos. Merece mencionarse el interés creciente por esta cuestión, que muchos proyectistas consideran prácticamente resuelta. Y no sólo porque la situación tienda a ser más crítica por el progresivo aumento de potencia y velocidad de los buques—los propulsores "sobrecavitantes" y los "ventilados", hallazgos de ayer, no hubieran ofrecido ningún interés hace veinticinco años—, sino por otros problemas anejos, como el ruido y la excitación de vibraciones en el casco, que tienen una importancia cierta y pueden ser estudiados en los túneles de cavitación.

Comportamiento del buque en la mar.

Se ha mostrado nuevamente que estas cuestiones merecen cada día mayor atención, aumentando o mejorándose continuamente los medios disponibles para realizar ensayos de este tipo.

Los fines que se persiguen son, evidentemente, la estimación de la calidad y la mejora de los nuevos proyectos, así como el mayor conocimiento de las variables que intervienen y de su influencia. Para lo cual es necesario estudiar detenidamente los medios y métodos de ensayo usados en los Canales de Experiencias y recoger abundantes datos de los buques reales navegando en mar gruesa.

Hasta hace poco no se empleaban, prácticamente, para estos *ensayos,* más que sistemas de olas regulares—de una sola longitud de onda—que por estar generados en uno de los extremos de un canal de experiencias clásico no permitían realizar más que ensayos con mares de proa o de popa. Sin embargo, como estas condiciones no responden a las que suele encontrar el buque—en todo caso sólo representan un caso particular—, se ha pretendido hallar las respuestas en las mares irregulares de varias componentes, ensayando sucesivamente con las olas regulares correspondientes de cada componente y superponiendo luego los resultados obtenidos. Este método da buenos resultados, pero hay fenómenos, como por ejemplo los pantocazos y el embarque de agua, a los que no se puede aplicar el método de superposición lineal —que por otra parte es muy largo y pesado—, por lo que se han de desarrollar otros sistemas que incluyan la generación de mares irregulares.

Por el momento, parece que en general basta con que en el canal clásico se generen olas de ese tipo, ya que con mares irregulares de proa y popa se pueden enjuiciar las características principales de un proyecto. Evi-

dentemente queda por ver lo que sucede con mares por la amura, el costado, etc., pero estos resultados se pueden deducir de los ensayos en mares de proa y popa, por lo que a cabezadas y oscilaciones verticales (y por tanto a las aceleraciones, pantocazos, hundimiento de la proa, o que la hélice emerja, embarque de agua, etc.) se refiere, y los estanques con olas en otras direcciones sólo son necesarios para ver el comportamiento del modelo en relación con los balances y la estabilidad de ruta.

Por los demás, los mares irregulares generados en el canal deben responder a las que se presentan en *la realidad.* Y aunque se han realizado numerosos análisis de los espectros de mares agitados—incluso en temporales—, todavía hay mucho que hacer en este aspecto. Los institutos oceanográficos, y sobre todo los de investigación en la construcción naval de diversos países, han emprendido ya trabajos de este tipo, sin los cuales el valor de los ensayos con modelos no pasaría de ser comparativo, no pudiéndose predecir con certeza las cualidades marineras del buque real. Otros datos hay que tomar también a bordo, como son las condiciones de mar —o las respuestas del barco, en forma de aceleraciones, etc.—que requieren una reducción de velocidad o un cambio de rumbo. Y también, por supuesto, los demás datos que se pretende estudiar y prever, clasificándolos según puedan considerarse como probables en servicio normal o como casos extremos, es decir, como los valores máximos que puedan encontrarse en la vida del buque.

Se siguen discutiendo diversos aspectos de la técnica de estos ensayos y de la *interpretación de resultados,* con el fin de conseguir los perfeccionamientos que todavía son posibles en técnica tan nueva como es ésta. La teoría ha avanzado considerablemente en los últimos años y se han dedicado muchos trabajos a estas cuestiones (bastaría para demostrarlo el resumen de los trabajos realizados en el Japón, presentados en la Conferencia). Pero todavía hay mucho que hacer y conviene realizar ciertas investigaciones fundamentales para comprobar las teorías con resultados reales. Por último, conviene precisar los métodos más adecuados de presentación para que los resultados obtenidos puedan ser utilizados fácilmente en proyectos futuros.

Presentación.

El interés principal de esta cuestión estriba en la adopción de un lenguaje internacional que facilite el estudio de los resultados obtenidos en otros centros o países, por estar presentados en forma análoga, por lo que respecta a elección de ejes coordenados, magnitudes adimensionales, símbolos, etc.

En este aspecto se ha aprobado una lista muy amplia de *símbolos,* que complementa, aunque no complete, la adoptada en la Conferencia de Washington (véase Ingeniería Naval, 1954, págs. 205 y 206).

Por último, por ser de interés general, merece subrayarse que se va a emprender la redacción de un diccionario de *términos* empleados en la Hidrodinámica del Buque y, además, de un *catálogo* de los Centros de Experiencias dedicados a estas actividades.

Maniobrabilidad.

Hasta la última década no se consideró que este tema tuviera una gran importancia y los ensayos con modelos estaban orientados casi exclusivamente al logro de las mayores economías y velocidad posibles. Pero en los últimos años la tendencia a proyectar buques de mayor capacidad de carga y menor precio ha conducido al empleo de formas cada vez más llenas, y como consecuencia de ello, a barcos que maniobran mal. En general, estos barcos han sido aceptados como buenos por los armadores, pero en algunos casos se ha considerado que hubiera sido preferible que tuvieran mayor maniobrabilidad, y es posible que algunos accidentes hubieran podido ser evitados si la hubieran tenido. Por otra parte, hay una serie de tipos de barcos—fluviales, remolcadores, transbordadores, rompehielos y buques de guerra—en los que la maniobrabilidad es una característica fundamental, y existe ya gran número de instalaciones dedicadas a ensayos de este tipo. Todo lo cual ha inducido a la Conferencia a incluir este tema en el programa de sus discusiones.

La primera cuestión que surge es que hay varios aspectos en las *características de maniobra,* que hay que procurar caracterizar de forma objetiva mediante la elección de cualidades o coeficientes adecuados.

El primer aspecto está relacionado con las características en régimen permanente, es decir, el círculo de evolución o diámetro táctico. El segundo se refiere a los regímenes transitorios y por tanto a la sensibilidad o respuesta que da un barco al meter la caña. Existe además la estabilidad de ruta, relacionada con ambos aspectos—aunque quizá lo esté más con el segundo— y otras cuestiones de interés, como son las fuerzas y momentos engendrados en el timón, que es necesario conocer para poder dimensionar dichos elementos, sus soportes o aparatos que los mueven.

El paso siguiente es el estudio de los *métodos de ensayo* que permitan determinar las características antes indicadas, tanto en los canales de experiencias como en el buque real. Realizándolos de tal modo que puedan comprobarse las teorías y obtenerse datos que permitan a los ingenieros proyectistas concebir buques maniobreros.

A estos efectos, y aunque sea evidente que la calidad de maniobra en aguas poco profundas o en mar agitada tienen gran importancia, parece preferible concentrar-

se primeramente en ensayos más sencillos y más fáciles de reproducir y comprobar.

Los métodos de ensayo que en la actualidad se emplean son muy variados, pudiéndose citar las siguientes: ensayos con modelos gobernados por radio, realizados en muchos casos en algún estanque o lago próximo al Centro de experimentación; ensayos con el modelo sujeto en el extremo de un brazo giratorio con interposición de dinamómetros especiales, y ensayos en zig-zag, que son los más sencillos y económicos de reproducir en el buque real.

Desde el punto de vista teórico, los ensayos más útiles son posiblemente los que se basan en el empleo del brazo giratorio, ya que permiten la determinación directa de las características hidrodinámicas del modelo. Pero se puede enjuiciar la sensibilidad—lo que en principio es suficiente para buques mercantes—con los ensayos en zig-zag (propuestos hace años por Kempf), que pueden completarse con los ensayos en espiral (propuestos por Dieudonné) y que dan el radio de evolución —conveniente para completar la información y necesario, en todo caso, en buques de guerra—. Puede mencionarse que existe incluso un método (propuesto por Motora) que permite la determinación—con aproximación suficiente—de las características de maniobrabilidad mediante la relación del ensayo más sencillo —el de zig-zag—, deduciendo del mismo dos coeficientes: uno de ellos, característico de la sensibilidad y de la estabilidad de ruta (es una especie de impedancia o masa de inercia), y el otro, que caracterizaría el círculo de evolución.

PROBLEMAS DE SEGURIDAD EN EL REACTOR NUCLEAR NAVAL(*)

Por G. BOURCEAU

0. Generalidades.

0.1. El examen que vamos a llevar a cabo respecto a los problemas principales que presenta el empleo de la energía nuclear a bordo de los buques mercantes, habrá de limitarse, necesariamente, al aspecto general de las cuestiones, ya que disponemos de muy poco tiempo para poder tratar una materia de tal amplitud. Esta exposición repite, en parte, a grandes rasgos, una Memoria presentada por el Bureau Veritas a la Comisión de "Energía Nuclear", de su Comité Técnico Naval, y a partir de la cual se están desarrollando actualmente los estudios particulares necesarios.

0.2. En relación con los problemas referentes al buque, en su conjunto, será preciso examinar: por una parte, los que se refieren al buque propiamente dicho, es decir, los problemas que se relacionan de manera especial con la seguridad de instalación y de explotación del reactor y de sus auxiliares, y por otra, los problemas exteriores presentados por la explotación de dicho buque, tanto si las condiciones de explotación son normales como si se trata de circunstancias especiales dignas de tenerse en cuenta.

No obstante, limitaremos nuestra exposición a la primera clase de problemas, sin ocuparnos tampoco de las cuestiones que se refieren a la protección biológica del personal.

0.3. Antes de abordar el tema principal, haremos una breve referencia sobre las nociones que nos parece necesario tener muy presentes al tratar este género de cuestiones. Dado que dichas nociones han sido ya expuestas más ampliamente en otras conferencias, nos contentaremos aquí con unas indicaciones muy breves pero imprescindibles.

0.4. Los problemas que se refieren al buque y que desarrollaremos más ampliamente son, en realidad, los que interesan directamente a las Sociedades de Clasificación. No obstante, se verá cómo el campo de intervención que se presenta a las Sociedades de Clasificación es mucho más extenso que el correspondiente a los buques con instalación propulsora completamente clásica. Se ha demostrado, en efecto, que el mismo carácter de ciertos problemas relacionados con los reactores nucleares, así como la falta de experiencia en las condiciones de su explotación, podían justificar:

— Un nivel de seguridad, *a priori,* sensiblemente más elevado que el adoptado por regla general para las instalaciones clásicas.

— Un margen de seguridad suficiente para prevenir una posible disminución en el nivel de la seguridad, durante el tiempo de explotación.

— El establecimiento de reglas de explotación lo más definidas posible.

— El principio de medidas periódicas que permitan conservar un conocimiento lo más exacto posible sobre el estado del reactor.

1. Origen y naturaleza de los riesgos relacionados con el empleo de los reactores de fisión.

1.1. *La fisión y sus productos.*

1.1.1. Radioactividad de los productos de fisión.

Cuando un núcleo de materia fisible (U 235, Pu 239) sufre una fisión, se escinde en dos fragmentos de masas más o menos próximas, que se denominan productos de fisión. Esta rotura del núcleo inicial puede efectuarse de maneras muy diversas (más de treinta diferentes), teniéndose un reparto estadístico de los diferentes cuerpos formados (más de 60).

Por la distribución de las masas atómicas de estos cuerpos se les puede clasificar en dos grupos:

— un grupo ligero en torno a la masa 95.

— un grupo pesado en torno a la masa 140.

El estudio de este reparto ha sido llevado a cabo, especialmente, en América y Alemania por los métodos de la radioquímica, aprovechándose de que los productos de la fisión son casi todos radioactivos β^-. La figura 1 nos proporciona este reparto en el caso del U 235.

La característica principal de estos productos de fisión es que son radioactivos; esto se aprecia inmediatamente en la figura 2, que representa, en función del número atómico Z, el número de neutrones $N = A - Z$ de los isótopos estables de los cuerpos naturales. La

(*) Conferencia pronunciada en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales el día 5 de abril de 1960.

curva, en efecto, tiene una concavidad que se vuelve hacia arriba y, como los núcleos de los productos de fisión se sitúan sensiblemente sobre una recta que une el origen con el punto representantivo del U 235 (Z = 92 N = 143), se ve cómo ellos se encuentran francamente fuera de la zona de estabilidad, su número de neutrones es demasiado alto y son emisores de β y γ.

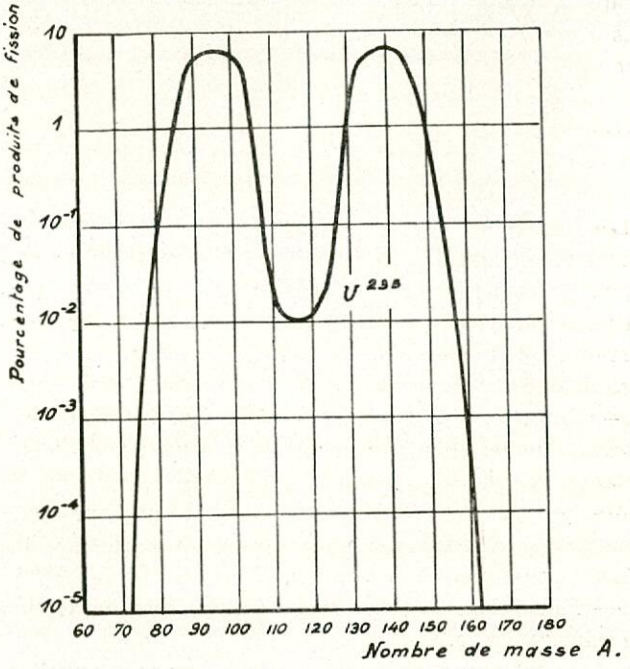


Fig. 1.

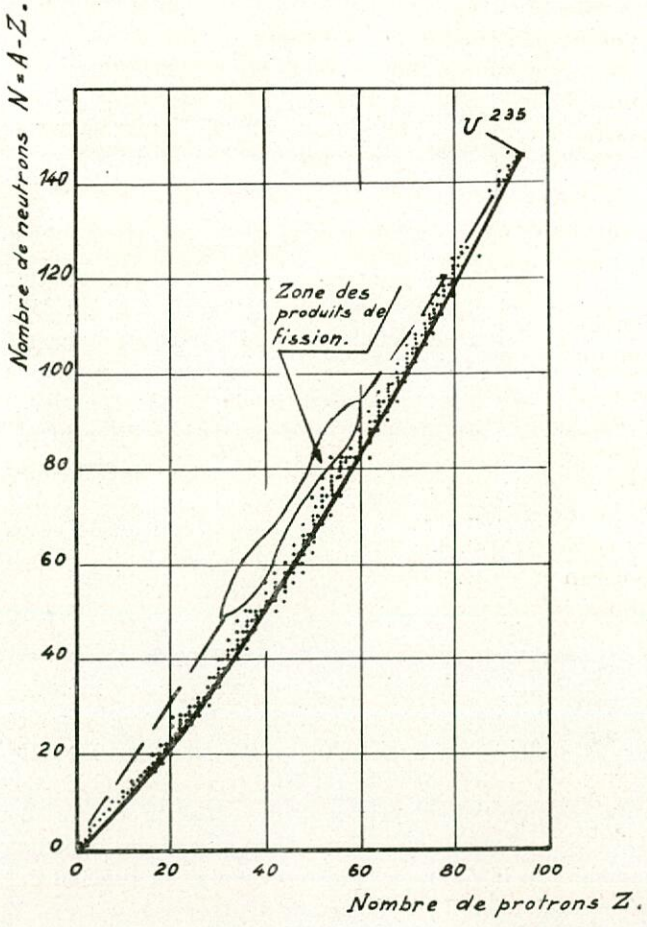


Fig. 2.

La presencia de estos cuerpos radioactivos, que existen en el núcleo del reactor en cantidad tanto más grande cuanto a mayor potencia haya funcionado y durante un tiempo más largo (1 gramo de U 235 produce 1 MWj y 1 gramo de productos de fisión) presenta el problema más importante desde el punto de vista de la seguridad.

La radioactividad intensa de los productos de fisión impone obligatoriamente su confinamiento y la prohibición completa de cualquier dispersión; observamos que esta radioactividad es evidentemente independiente de la posición de las barras de seguridad y que después de detenerse la reacción en cadena, tan sólo se para la producción de productos de fisión; la actividad de los cuerpos formados disminuye entonces, primero con bastante rapidez (cuerpos de vida corta) y luego cada vez con mayor lentitud (cuerpos de vida larga).

Esta radioactividad tiene, también, como consecuencia un desprendimiento de calor no despreciable que precisa la refrigeración del núcleo del reactor, incluso después de detenerse las reacciones en cadena.

1.1.2. Energía de los productos de fisión:

Se admite que la energía media desprendida por una fisión es de 200 MeV, de los cuales unos 165 corresponden a la energía cinética de los fragmentos de fisión, consecuencia de la repulsión de los dos núcleos cargados positivamente.

Parece ser, por tanto, que la mayor parte (82,5 por 100) de la energía calorífica sacada de los reactores proviene de los productos de fisión. Pero esta energía se desprende en el seno del combustible por el frenado de los núcleos en la red cristalina; resultando evidentemente perturbaciones en esta red. Sin entrar en detalle en los procesos puestos en juego, subrayaremos que esto presenta el problema de la conservación de los elementos combustibles y que debiendo limitarse la extensión de dichas perturbaciones para evitar modificaciones demasiado importantes, se tropieza entonces con limitaciones en la cantidad de energía utilizable.

1.1.3. Envenenamiento del reactor:

Hemos indicado anteriormente que los productos de fisión son muy numerosos y entre ellos o sus descendientes por filiación radioactiva, se encuentran ciertos cuerpos cuya sección de captura, con respecto a los neutrones, es importante (Samarium) e incluso (caso del X 135) muy importante.

Se concibe que la acumulación de estos cuerpos en el núcleo, así como el agotamiento del combustible, disminuyan progresivamente la reactividad del medio multiplicador, lo que hace preciso compensar esta disminución por medio de disposiciones especiales (barras de compensación) si se quiere mantener un funcionamiento satisfactorio.

Por otra parte, algunos de estos cuerpos son producto de transformaciones radioactivas de una duración de

vida bastante larga (algunas horas) y después de parado el reactor su concentración aumenta de manera transitoria; este es especialmente el caso del Xenon 135, que provoca de esta forma una punta de envenenamiento que puede durar una veintena de horas cuando el flujo medio es importante.

1.2. *Las radiaciones.*

1.2.1. Protección contra las radiaciones:

Hemos señalado ya la radioactividad de los productos de fisión, pero la fuente más intensa, durante el funcionamiento, lo constituye el combustible en el que se producen las fisiones. El núcleo del reactor emite entonces a la vez neutrones y radiaciones gamma de diferentes energías, El cometido de la protección biológica del núcleo es el atenuar de manera suficiente estas radiaciones empleando juiciosamente los *cuerpos ligeros contra los neutrones* y los *cuerpos pesados contra las* γ.

Conviene indicar también que los materiales sometidos a bombardeos por neutrones se activan más o menos y sufren transformaciones radioactivas, lo que influye notablemente en el establecimiento de la protección del circuito primario.

1.2.2. Efecto de las radiaciones:

Los efectos sobre los materiales de la estructura proceden de las modificaciones sufridas por estos cuerpos, pero es preciso observar que nuestros conocimientos a este respecto están aún limitados a tiempos de irradiación pequeños respecto a los calculados para duración de la vida de un reactor industrial; quedando mucho aún por conocer sobre este punto.

Observaremos, por último, que los efectos biológicos de las radiaciones no van precedidos por una excitación de nuestros órganos sensitivos, lo que debe conducirnos a tener una mayor prudencia e imponernos por tanto la utilización de unos detectores especiales.

2. Seguridad de funcionamiento del reactor y de sus auxiliares.

2.0. *Generalidades.*

La seguridad de funcionamiento de un conjunto nuclear, es decir, de un reactor y de sus auxiliares, depende principalmente:

a) de la aptitud de los diferentes elementos del conjunto para garantizar el cometido previsto en la instalación, teniendo en cuenta particularmente las condiciones de servicio propias de un buque;

b) de la definición de las reglas de conducta que han de determinarse para cada tipo de reactor y para el "esquema" adoptado para el conjunto nuclear en cuestión;

c) de la formación más o menos especializada recibida por el personal relacionado con la conducción de dichas instalaciones.

En esta lista de los factores generales que influyen en la seguridad de funcionamiento, no se ha hecho mención al tipo del reactor, y no entraremos en efecto en el detalle de los problemas que se presentan a este respecto por el empleo de tal o cual tipo de ellos. Unicamente haremos ciertas consideraciones relacionadas más especialmente con la clase de reactores de tipo heterogéneo. Conviene, en efecto, subrayar que podía estimarse poco lógico, en el estado actual de la técnica, tratar problemas generales en forma tal que permitiesen tanto dar una preferencia a un tipo dado de reactor como conceder la exclusiva a otros tipos.

Los principales problemas presentados por los párrafos a) y b) se examinan en el conjunto de la exposición, al menos en lo que se refiere a las partes del conjunto nuclear consideradas como especialmente importantes, con respecto a la seguridad general del buque. Respecto a algunos de los problemas presentados especialmente en el párrafo a), debe estudiarse la resistencia de los elementos interesados, teniendo en cuenta las condiciones particulares existentes a bordo de un buque de superficie: movimientos de plataforma, aceleraciones, vibraciones, choques, humedad y vapores de aceite. En lo que respecta a los movimientos, parece conveniente adoptar valores máximos para la escora permanente, el ángulo de asiento y el ángulo de balance; pudiendo ser estos valores, respectivamente, 22,5°, 10° y 30°. Respecto a las aceleraciones, variaciones aparentes de gravedad hasta de $\pm$ 0,5 g. han sido propuestas por diferentes autores.

Las curvas de la figura 3 son el resultado de un estudio japonés, señalándose que investigaciones análogas se están realizando actualmente en diferentes países, y especialmente en Francia.

Por otra parte, es completamente cierto que los fenómenos vibratorios, que pueden manifestarse tanto en la estructura del casco como en el funcionamiento incluso de ciertos aparatos, deben ser estudiados con precisión, a fin o bien de atenuarlos en lo posible si no se eliminan, o bien para tenerlos en cuenta en la disposición de los elementos del conjunto nuclear afectado.

En cuanto al párrafo c), sólo trataremos aquí de las intervenciones generales del personal que se mencionan en diferentes puntos de la exposición, no debiendo deducirse por ello que se trate de un problema general de poca importancia respecto a todos los demás que se refieren directamente a la seguridad de funcionamiento de las instalaciones de propulsión.

2.1. Elementos combustibles:

2.1.1. Parece esencial para un reactor marino que la seguridad general de la instalación no debe ser afectada por los efectos de una avería en los elementos combustibles. A este respecto será preciso tener muy en cuenta los factores siguientes:

— Mantenimiento de las vainas bajo irradiación, teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos y térmicos que soportan.

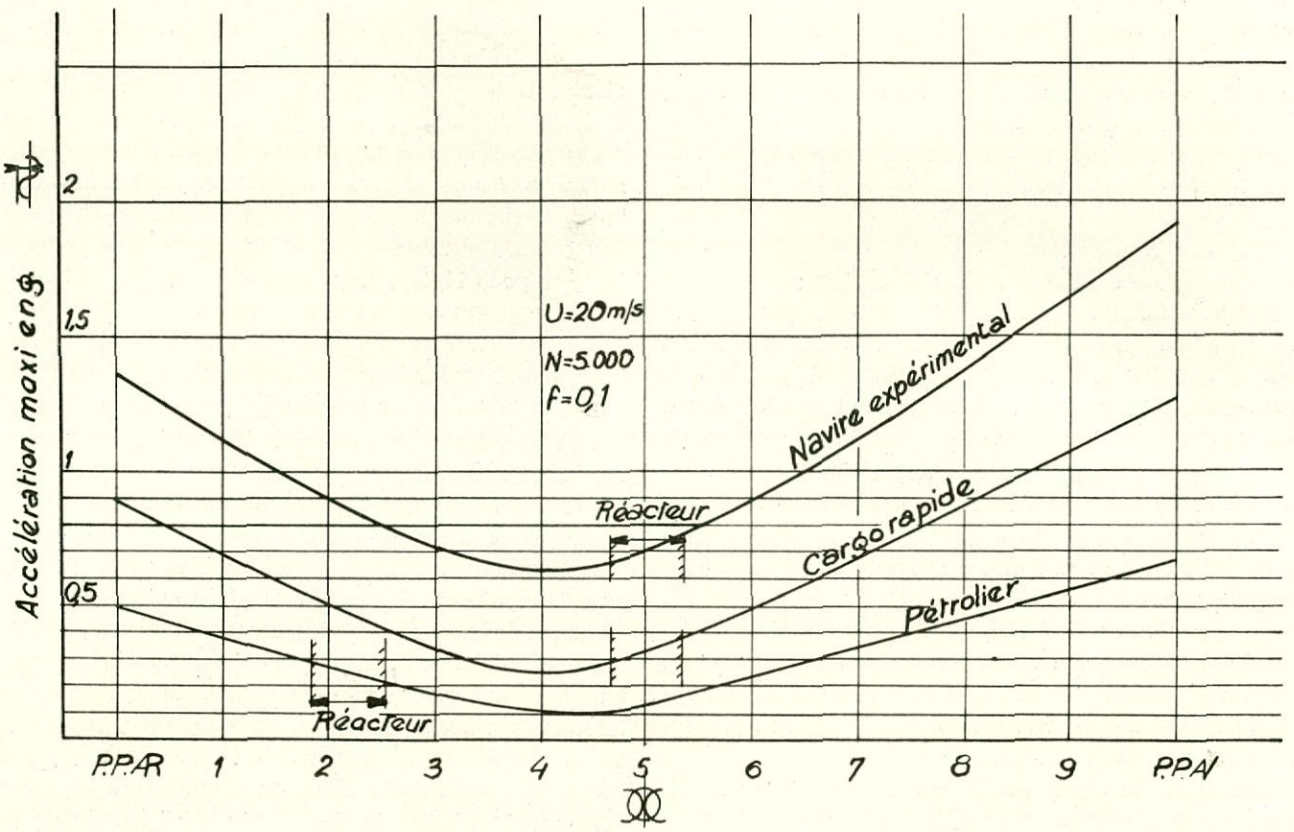


Fig. 3.

— Difusión de los productos de fisión gaseosos en el combustible y sobre todo a través de las vainas.

— Compatibilidad de los diferentes cuerpos que pueden ponerse en contacto en caso de avería de las vainas.

De acuerdo con las condiciones de utilización dadas, pueden concebirse *a priori* tres tipos de elementos combustibles:

— Aquellos en los cuales los peligros de avería son muy pequeños.

— Aquellos en los cuales las consecuencias de una avería, desde el punto de vista de la dispersión de los productos de fisión, no son sensibles más que a largo plazo.

— Aquellos que pueden ser eliminados y sustituídos fácilmente.

Como ejemplo de elementos combustibles que pueden funcionar con ciertas fugas a través de las vainas, podemos citar los del "Savannah", en el que la instalación de purificación del agua primaria ha sido dimensionada de acuerdo con ello.

De acuerdo con el tipo de elementos combustibles utilizado, y en función de la experiencia adquirida en el servicio, podrá ser necesario disponer de un sistema de detección de las roturas de las vainas capaz de un funcionamiento eficaz, principalmente en el caso de que el tipo de elementos utilizado pueda inducir a tomar tal precaución.

El mantenimiento de los elementos combustibles debe examinarse con relación a los movimientos y aceleraciones del buque, teniendo en cuenta la posición del reactor a bordo.

2.1.2. El grado de enriquecimiento del combustible colocado en el núcleo del reactor será esencialmente función de la reserva de reactividad escogida para éste.

Esta reserva deberá ser suficiente para permitir el funcionamiento del reactor en condiciones satisfactorias, es decir, con la suavidad conveniente en una instalación marina, especialmente desde el punto de vista de las paradas, nuevas puestas en marcha y tiempos de detección en el mar y durante las escalas, teniendo en cuenta los fenómenos de envenenamiento.

Dichas condiciones han de definirse con gran cuidado y con un margen conveniente de seguridad, ya que el reactor ha de ser objeto de un cambio de combustible o de una modificación en la distribución de los elementos de éste antes de que sus condiciones corran el riesgo de no ser ya satisfactorias, es decir, especialmente antes de que la reactividad de la carga útil haya disminuído peligrosamente.

2.1.3. En la fabricación de los elementos combustibles deberá prestarse una atención muy especial al control de las vainas, debiéndose tomar precauciones especiales, sobre todo desde el punto de vista de verificación de las soldaduras, para las cuales parece necesario prever un examen completo por métodos no destructivos (ultrasonidos o magnetocopia, por ejemplo).

Señalaremos a este respecto que muy recientemente, en el reactor americano de Dresden, ha sido cambiada

en parte la carga de combustible, ya que algunos elementos eran defectuosos y estos defectos habían pasado desapercibidos como consecuencia de exámenes no destructivos insuficientes.

2.1.4. Será conveniente vigilar durante el servicio la cantidad de energía extraída de la carga de combustible, y probablemente será necesario imponer reglas sobre este punto, ya que se trata de uno de los parámetros principales que condicionan el estado de los elementos combustibles. Esta cuestión adquiere una importancia muy especial cuando la tecnología del reactor es tal que las vainas representan los elementos especialmente sensibles del reactor considerado, bien por las reacciones químicas posibles entre combustible y refrigerante, o bien por la experiencia limitada del tipo de vaina utilizada. Es evidente que la experiencia permitirá tratar esta cuestión con más precisión, sobre todo por la que se adquiera durante el servicio con ocasión del examen sistemático de las vainas retiradas, después del cambio total o parcial del combustible del reactor; y en tanto no se haya adquirido esta experiencia, parece necesario una gran prudencia, teniendo en cuenta el hecho de que, de acuerdo con el tipo del reactor, la avería posible puede ser o bien de poca importancia o, por el contrario, de muchísima para la seguridad del buque.

2.2. Cubas bajo presión:

Las cuestiones referentes a las cubas bajo presión han sido examinadas con todo detalle en otra de las conferencias de este ciclo de sesiones sobre energía nuclear y no las repetiremos aquí.

2.3. Intercambiadores:

2.3.1. Se trata de aparatos cuyo funcionamiento correcto es muy importante especialmente para la seguridad general de la instalación. A este respecto es conveniente que estos aparatos sean de una construcción particularmente robusta, habida cuenta de las diferentes exigencias a que pueden ser sometidos durante el servicio, debiendo prestarse una atención especial a los efectos de las vibraciones, dilataciones y corrosiones.

A pesar de las precauciones tomadas, la posibilidad de una comunicación entre los flúidos primario y secundario, parece debe ser examinada muy seriamente en todos los casos y con todas las consecuencias que puedan resultar de ello, excepto cuando esta eventualidad tenga una probabilidad casi nula; tal comunicación puede variar desde la fisura en una soldadura a la rotura de un elemento tubular. Para no comprometer, por una parte, el empleo de los intercambiadores, y para evitar, por otra, la contaminación brutal del circuito secundario, es interesante prever que en régimen de funcionamiento normal este último se utilizará a una presión superior a la del circuito primario (reactores de gas).

2.3.2. A priori parece que los controles que han de llevarse a cabo durante y después de la fabricación de dichos aparatos habrán de inspirarse en reglas rigurosas, que serán muy explícitas sobre todo para la construcción de las cubas bajo presión; estas reglas deberán, en realidad, completarse con ciertas prescripciones adaptadas a la tecnología particular de este tipo de aparatos, especialmente desde el punto de vista del mandrilado y soldaduras.

El problema ha sido ya estudiado por un grupo de trabajo especial de la Comisión de Energía Nuclear del Bureau Veritas.

2.4. Envolvente de seguridad.

2.4.1. Es necesario precaverse de antemano contra las posibilidades de dispersión de los productos radioactivos en el buque, ya que tales productos pueden esparcirse por fuera del reactor, del cirtuito primario o de los diferentes accesorios, en circunstancias por precisar correspondientes sobre todo a anomalías o averías graves que afecten a tales partes de la instalación.

Por ello parece estar plenamente reconocida la necesidad de rodear al reactor, así como a todos los circuitos o aparatos que contienen flúido primario, de una envolvente que separe el recinto correspondiente de los restantes espacios del buque, aunque, sin embargo, las bases de su instalación no han sido concretamente definidas.

En general, se supone que el dimensionamiento de esta envolvente debe tener en cuenta los siguientes factores:

a) Presión a que corre el riesgo de ser sometida: esta presión puede calcularse partiendo de hipótesis sobre la extensión de las averías posibles y teniendo en cuenta las características y la cantidad de flúido en el circuito. Además, puede ser necesario considerar la posibilidad de reacciones químicas más o menos violentas que pueden producirse en el núcleo del reactor, a la vista de la compatibilidad de los diferentes cuerpos susceptibles de ponerse en contacto en caso de avería de las vainas, por ejemplo. Por ello se ve que el valor de la presión a adoptar dependerá mucho del tipo del reactor.

b) Choques: Teniendo en cuenta la violencia que puede caracterizar a las reacciones químicas antes citadas, ha sido considerada muy seriamente la eventualidad de la explosión de la cuba del reactor, con la consigiuente proyección de los fragmentos de ella a velocidades considerables.

Si a veces resulta delicado el tener en cuenta el factor a) para fijar el dismensionamiento de la envolvente de segurirad, se concibe que pueden presentarse dificultades muy serias o prácticamente imposibles de resolver, si es indispensable tener en cuenta el factor b). En efecto, parece difícil conseguir una envolvente que, en principio, debe poseer características de resistencia a los choques similares a las de las paredes blindadas, y resulta igualmente difícil alojar a bordo de un buque pantallas capaces de detener a los fragmentos en cuestión. Parece, pues, preferible admitir que, en la mayo-

ría de los casos, no será posible conseguir una envolvente de seguridad susceptible, después de una rotura violenta de la cuba del reactor, de asegurar una seguridad suficiente con respecto a la contaminación más o menos extensa del buque; no obstante, como es indispensable tener dicha seguridad, es preciso admitir que la cuba del reactor no puede explotar.

Para que dicha hipótesis sea verdaderamente admisible han de tomarse ciertas precauciones referentes sobre todo a la tecnología del núcleo, la protección contra las sobrepresiones dentro de la cuba y la seguridad de funcionamiento del sistema de refrigeración en todas las circunstancias previsibles.

Si se tienen en cuenta convenientemente todas estas condiciones, no parece necesario seguir considerando la eventualidad de una rotura violenta, ni incluso de una sencilla rotura de las tuberías principales del circuito de refrigeración del reactor. En definitiva, para tales circuitos únicamente deben estudiarse las consecuencias de las fugas por las juntas, por lo que parece de interés reducir el número de éstas al mínimo.

Puede considerarse, pues, razonable tener en cuenta que la envolvente de seguridad puede quedar sometida a presión, sobre todo después de un aumento de presión en el circuito primario y fugas importantes en algunas de las juntas del circuito; naturalmente, han de hacerse ciertas hipótesis tanto sobre el aumento de presión que se prevé (reacciones químicas) como por lo que respecta a la probabilidad e importancia de las fugas que se producirían en dichas circunstancias en el circuito primario.

A título de ejemplo, indicaremos que en el "Savannah" existe una envolvente de seguridad prevista para soportar una presión de 13 kg/cm² y el peso de la protección secundaria (500 T.). Esta envolvente cilíndrica, con fondos semiesféricos, tiene 15,2 m. de longitud, un diámetro de 10,5 m. y un espesor que varía de 32 mm. en el fondo a 95 mm. en la virola; su peso es de 280 T.

2.4.2. Desde el punto de vista constructivo, el control de la envolvente de seguridad, especialmente el de sus soldaduras, no será muy diferente del que habrá de mantenerse para la cuba bajo presión, teniendo en cuenta que las operaciones de soldadura corren el riesgo de ser bastante delicadas por el hecho de que esta envolvente no se construirá en el taller ,sino a bordo del buque. Por otra parte, la prueba de esta envolvente será sólo una prueba de estanqueidad, para la cual será preciso determinar, con respecto a la seguridad buscada, la presión de prueba y las modalidades de ejecución; en general, no será preciso adoptar un coeficiente mayor que el de la presión máxima definida para el estudio mencionado anteriormente.

2.4.3. Emplazamiento a bordo y unión al casco.

La importancia del peso constituído por el reactor y su protección conduce a prever refuerzos, por una parte, de la estructura general del buque, y por otra, de los elementos locales situados a la altura del reactor y de su protección. En la determinación de los conjuntos correspondientes se deberá evidentemente tener en cuenta los movimientos del buque, así como otras situaciones que puedan presentarse, y especialmente la de encallar.

2.5. Condiciones de estabilidad de funcionamiento.

2.5.0. Es preciso que los medios de control y de mando del reactor estén especialmente bien adaptados, tanto a las características nucleares del reactor como a las condiciones impuestas por el servicio a bordo de un buque.

Para comprender bien con qué espíritu debe abordarse este problema, parece interesante recordar el principio general de utilización de la maquinaria propulsora a bordo de los buques: en los conjuntos de instalación propulsora completamente convencional o clásica, las variaciones de marcha se consiguen actuando sobre el sistema de admisión del grupo de turbinas, y las calderas (y por tanto el reactor, intercambiadores y sus auxiliares en una instalación nuclear) deben adaptar su régimen al nivel de producción de energía correspondiente a la nueva marcha.

Trasladándonos a una instalación nuclear, y razonando sobre un conjunto tipo Nautilus tomado como ejemplo, se ve que la apertura de la válvula de maniobra del grupo de turbinas que lleva consigo un aumento del consumo de vapor, tiene como consecuencia un aumento del consumo de agua de alimentación de los intercambiadores; el flúido primario sufre, por tanto, un enfriamiento suplementario. Teniendo en cuenta el tiempo del recorrido, la temperatura del flúido primario a la entrada del intercambiador no varía y la de salida disminuye; también disminuye la temperatura a la entrada del reactor y, por tanto, la media del flúido moderador. Existe, pues, en este caso particular un aumento de la reactividad y, como consecuencia, de la potencia, sin que haya sido preciso una intervención de los órganos de regulación.

2.5.1. Lo que acabamos de decir hace resaltar el interés que presenta cualquier tipo de reactor estable con respecto a una elevación de temperatura.

Por otra parte, tal propiedad es verdaderamente ventajosa desde el punto de vista de la seguridad general, ya que puede permitir, si el coeficiente de temperatura tiene un valor suficiente, suplir un fallo eventual en los órganos de seguridad, al menos para proteger al núcleo del reactor contra una elevación excesiva de la temperatura.

Al carecer de una experiencia suficiente sobre un determinado tipo de reactor, o sobre un prototipo, parece indispensable que el valor del coeficiente de temperatura se compruebe en el curso de la puesta en servicio del reactor y sea objeto de verificaciones periódicas durante su utilización.

2.5.2. Las consideraciones anteriores son aplicables a todas las formas de utilización de un reactor; sin embargo, hay una condición especial que debe cumplir un reactor marino y que influye sensiblemente en la con-

cepción y el dimensionamiento del núcleo y de su sistema de control: el importante valor de la reactividad que ha de controlarse.

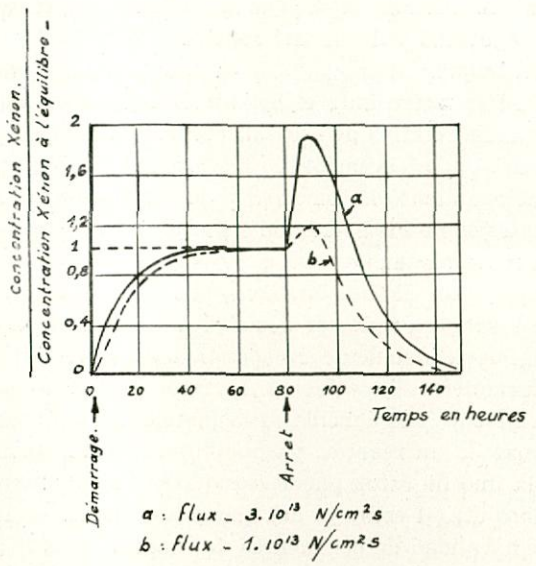
En efecto, la reserva de reactividad ha de ser suficiente para permitir la nueva puesta en marcha del reactor después de una parada sin limitación de tiempo, que puede haber dado lugar a fenómenos de envenenamiento transitorios. Estos fenómenos son debidos especialmente al aumento momentáneo de la concentración, en los productos de fisión del xenon 135, como consecuencia de la desaparición de los fenómenos de captura neutrónica que *eliminan a éste en funcionamiento normal* y de la persistencia de la formación del xenon, por disminución radioactiva del teluro 135, existente en cantidad tanto mayor en los productos directos de fisión cuanto mayor es el flujo medio durante el funcionamiento.

La cadena de transmutación es la siguiente:

$$Te^{135} \xrightarrow[2\text{ mn.}]{} I^{135} \xrightarrow[6{,}7\text{ h.}]{} Xe^{135} \xrightarrow[9{,}2\text{ h.}]{} Cs^{135} \xrightarrow[2{,}914\text{ años}]{} Va^{135}\ \text{(estable)}.$$

Se ve, por tanto, que según los períodos de los diferentes cuerpos, se tendrá al principio un crecimiento de Xe^{135}, ya que desaparece más lentamente que se transforma el I^{135}, y después de un agotamiento suficiente del I^{135}, se origina una disminución exponencial de Xe^{135}. Al ser la sección eficaz de captura del Xenon 135 de $3{,}5.10^6$ barns y su período de una decena de horas, se concibe que, si el flujo es elevado y si la reserva de reactividad es insuficiente, no se pueda, en un período que puede llegar hasta a varias decenas de horas, encontrar de nuevo las condiciones críticas del reactor. Las curvas de la figura 4 ilustran estas consideraciones. La máxima tiene lugar una decena de horas después de la parada del reactor. Este envenenamiento corresponde a una antirreactividad muy importante y la nueva puesta en marcha del reactor después de una parada total de una decena de horas no es posible más que a condición de que la retirada de las barras de control pueda traer consigo un aumento de reactividad superior a la antirreactividad debida al Xenon; en cambio, si se espera varios *días*, disminuye esta antirreactividad y la puesta en marcha resulta más fácil. Esta eventualidad no puede razonablemente aceptarse para un reactor que haya de asegurar por sí mismo la propulsión de un buque, ya que la no disponibilidad del aparato propulsor puede exponer al buque a los peligros más graves.

Es preciso, además, que esta facilidad de marcha, característica del reactor marino, se conserve durante toda la vida útil del núcleo, es decir, que el exceso de reactividad inicialmente escogida debe tener en cuenta, además de los fenómenos de envenenamiento transitorios que acaban de ser citados, la compensación del material de fisión necesario, como consecuencia del consumo de éste con el tiempo, y los efectos sobre la reactividad debidos a la temperatura. A título de ejemplo citaremos los siguientes valores, que son los previstos para la reactividad del reactor del "Savannah" en



Empoisonnement par le Xenon 135 en fonction du temps pour deux valeurs du flux.

Fig. 4.

su estado inicial, siendo el flujo térmico de $7{,}2.10^{12}$ n/cm²/seg:

Envenenamiento por Xe y Sm: 2 por 100.

Consumo de combustible: 4,7 por 100.

Efecto de la temperatura: 3,2 por 100.

Las características de los órganos de regulación y de seguridad deberán escogerse cuidadosamente, teniendo en cuenta esta importante reserva de reactividad; pudiendo presentar a este respecto problemas muy delicados el dimensionamiento y la disposición de aquellos órganos en el núcleo del reactor.

2.5.3. En el mismo orden de ideas, el período del reactor deberá ser superior a un cierto mínimo que podrá ser modificado en función de los dispositivos de control y de mando empleados; en especial el período mínimo impuesto podría ser objeto de medida en la puesta en servicio del reactor y periódicamente durante la vida del buque.

A este respecto deberá prestarse una atención muy especial a los períodos transitorios de funcionamiento y sobre todo al correspondiente a la puesta en marcha.

2.5.4. Existe un factor importante del que también hay que preocuparse: tratándose de un buque en el cual el reactor puede ser la única fuente de energía, es sumamente importante conservar hasta el límite extremo con la seguridad del reactor, una potencia suficiente para evitar la parada completa de la maquinaria propulsora. Con este espíritu parece indispensable proceder a un examen muy serio de las soluciones que hayan de adoptarse para el establecimiento de los órganos de seguridad, evitando en lo posible el adoptar delibera-

damente todas las soluciones que hayan sido utilizadas o previstas para las instalaciones terrestres; importa, en efecto, discernir en los diferentes parámetros que influyen en el régimen de funcionamiento del reactor, aquellos cuya variación más o menos rápida o cuya mayor o menor amplitud puedan tener una repercusión en la seguridad externa del reactor o sobre la seguridad del buque.

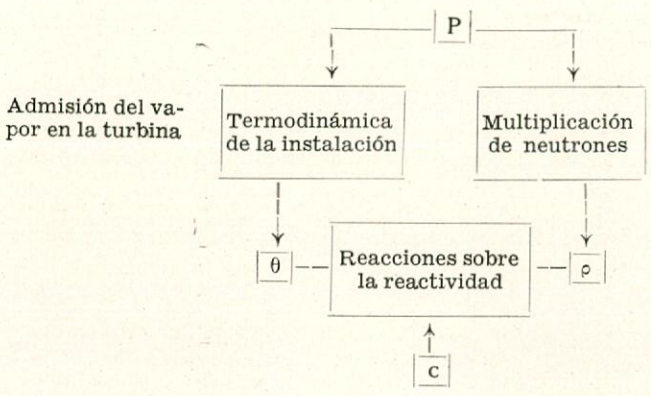
Es, pues, interesante el establecer rigurosamente la importancia relativa de estos diferentes parámetros con respecto a la intervención de los órganos de seguridad de funcionamiento automático y de los de efecto absoluto, tales como las barras de seguridad. Importa, pues, proceder a una juiciosa elección de los parámetros que deben provocar el funcionamiento de dichos órganos, y a este respecto puede ser decisiva la rapidez de evolución de los fenómenos correspondientes.

Naturalmente, la solución de tales problemas es, a priori, mucho más sencilla si la instalación propulsora lleva más de un reactor, ya que entonces la seguridad de cada uno de éstos puede estudiarse de una manera más absoluta al estar la del buque asegurada a priori por la pluralidad de las fuentes de energía.

2.5.5. El mando de los órganos de regulación y de seguridad estará garantizado por medios cuyo funcionamiento debe ser muy poco sensible a las posiciones del buque (escora permanente), a sus movimientos y a las aceleraciones correspondientes (balanceo, macheteo).

El estudio de las características de los medios de regulación debe, en primer lugar, permitir satisfacer las condiciones impuestas por la rapidez de las variaciones de marcha; pero, en todo caso, los órganos y sus maniobras deben quedar fijados de forma que se limiten los aumentos de reactividad, y esto sin que se produzcan posibles oscilaciones del reactor. R. Dautray, en su curso de Ingeniería Atómica en el C. E. N. de Saclay, ha demostrado la comodidad y claridad que aporta una representación esquemática triangular de una instalación nuclear para estudiar el funcionamiento dinámico. Para caracterizar este funcionamiento escoge tres variables:

— Potencia térmica del reactor P.
— Reactividad.
— Temperatura del reactor θ que determina el exceso de reactividad.



La dinámica del reactor podrá preverse con ayuda de las relaciones que unen a las 3 variables P, ρ, θ y los 2 parámetros exteriores: posición de las barras de control (c) y abertura de la válvula de admisión de vapor (v). A cada uno de los 3 lados del triángulo corresponde una relación matemática que pone en juego el tiempo t, las magnitudes reseñadas en los vértices interesados (P , θ y ρ) y eventualmente un parámetro de regulación (c ó v).

$$\begin{array}{lll} \text{Lado } (\theta, \rho) & \text{relación } f & (\theta, \rho, c, t) = 0 \\ \text{Lado } (\rho, P) & \text{relación } g & (\rho, P, t) = 0 \\ \text{Lado } (P, \theta) & \text{relación } h & (P, \theta, v, t) = 0 \end{array}$$

Partiendo de estas relaciones se puede, en principio, obtener 3 ecuaciones diferenciales en función del tiempo

$$\begin{array}{c} \rho\ (t) \\ P\ (t) \\ \theta\ (t) \end{array}$$

a condición de conocer c, v y los datos iniciales ρ (0), P (0), θ (0) o de imponer en función del tiempo la variación de una de las variables ρ, P, θ.

Por ejemplo en el instante t = 0, se dará a v un incremento y se investigará si P tiende hacia un límite y cómo.

Para la determinación de estas características podrá ser necesario proceder a una estimación de las oscilaciones posibles del reactor, efectuando en una máquina analógica un estudio global de la instalación de propulsión.

Es preciso observar que este método puede no ser siempre de una suficiente precisión, ya que algunas de las constantes introducidas en los cálculos pueden tener un valor bastante mal conocido; para ciertos tipos de reactores será necesario entonces prestar una atención muy especial a los fenómenos de inestabilidad momentánea y puede ser indispensable estudiar tales fenómenos en un reactor prototipo con el fin de obtener una gran seguridad respecto a su aparición eventual sobre el reactor que deba instalarse a bordo.

Evidentemente, es indispensable comprobar la eficacia de los órganos de seguridad, de regulación y de los medios de mando en la puesta en servicio del reactor, así como durante el funcionamiento de la instalación.

2.5.6. Todos los aparatos electrónicos utilizados para la detección y el mando deberán ser de una concepción especialmente robusta y adaptada a las condiciones del servicio en un buque (humedad, choques, vibraciones, etc.).

En general, todo el material electrónico, y especialmente los materiales aislantes que entran en su construcción, deberán poseer una resistencia suficiente a las radiaciones, a las cuales pueden verse expuestos durante las más severas condiciones previsibles de servicio.

La alimentación de energía eléctrica a todos los aparatos de medida y de control, deberá quedar garantizada incluso en caso de fallo de las fuentes normales de suministro de energía eléctrica a bordo.

2.6. Dispositivo de refrigeración:

2.6.1. El número de circuitos de refrigeración del reactor, el número y emplazamiento de las auxiliares y de sus accesorios, debe combinarse en forma tal que una avería que afecte a uno de estos elementos no ponga en peligro ni la seguridad del reactor ni la del buque.

Se ve, pues, desde el punto de vista exclusivamente de la seguridad, que las dos condiciones extremas que han de tenerse en cuenta para estudiar los dispositivos de refrigeración son las siguientes:

a) Funcionando todo el conjunto de estos dispositivos, deberá ser posible conseguir el funcionamiento de la instalación de propulsión y de las auxiliares que le son necesarias al régimen máximo normal definido para la marcha continua y, eventualmente, a un régimen de sobrecarga, si éste se ha especificado, durante un tiempo limitado y bien determinado.

b) No pudiendo disponerse de uno de estos dispositivos por razón de una avería que afecte a uno de sus elementos constitutivos (tuberías, bombas u órganos de seccionamiento), es indispensable poder contar con un funcionamiento de la instalación de propulsión y de las auxiliares precisas, a una potencia suficiente para que el buque conserve ciertas posibilidades de maniobra en las circunstancias de navegación más severas posibles.

Nunca se llamará demasiado la atención respecto a las dificultades que pueden surgir para el estudio de esta cuestión; no debe perderse de vista especialmente que para tales dispositivos la multiplicación de los circuitos no será forzosamente una solución en el sentido de un aumento de la seguridad. Ello tendrá los inconvenientes derivados de la multiplicación del número de órganos de seccionamiento que implicarían la necesidad de maniobras más numerosas en caso de un incidente que precisase el aislamiento de uno de estos circuitos y, sobre todo, la obligación de tener la casi certeza de una estanqueidad absoluta de todos estos órganos cuando se encontrasen en posición de cierre. Habrá de evitarse, al estudiar los mejores dispositivos para los sistemas de refrigeración, el inspirarse sin más en los resultados obtenidos en los circuitos de flúidos cuyas instalaciones son por completo clásicas, ya que en estas últimas un defecto de estanqueidad de los órganos de seccionamiento raramente compromete la seguridad general sin haber antes dejado un tiempo muy sobrado para ponerle remedio.

Teniendo en cuenta las anteriores observaciones, parece, pues, que será indispensable prever, al menos, dos circuitos independientes para el flúido refrigerante, que puedan ser aislados absolutamente en caso necesario.

En el mismo orden de ideas podrá ser igualmente necesario el imponer que algunas auxiliares y accesorios, tales como las bombas de circulación o los órganos de seccionamiento, sean provistos al menos por partida doble, teniendo en cuenta las probabilidades de averías de estos aparatos.

Es indudable que la dificultad de estas cuestiones queda, a priori, muy atenuada si la instalación de propulsión del buque lleva más de un reactor, ya que la seguridad del buque queda entonces asegurada en gran parte por la pluralidad de las fuentes de energía, aunque haya de tenerse en cuenta, no obstante, las observaciones que hacemos aquí sobre el particular.

2.6.2. La refrigeración del reactor presenta un segundo problema muy característico de esta fuente de energía que es la refrigeración en la parada. En efecto, incluso después del funcionamiento de los órganos de seguridad y de la detención de los fenómenos de fisión, se produce un desprendimiento de calor no despreciable, debido a la radioactividad de los productos de fisión existentes en el núcleo del reactor. Es necesario evacuar esta energía si no se quiere exponer al núcleo del reactor a riesgos muy graves de avería que puedan llegar incluso a la fusión de los elementos de combustible y a la irreparable puesta fuera de servicio. Es de observar que este peligro es independiente del número de reactores empleados a bordo y que las disposiciones que se adopten deberán asegurar la protección individual de los aparatos.

Podría ser en particular aconsejable que, en la medida de los posible, fuesen previstos medios de seguridad para garantizar una circulación reducida del flúido refrigerante. Dichos medios podrían ser ventajosamente naturales (termo-sifón, por ejemplo).

Por último, es preciso observar que las auxiliares de la refrigeración deben poder prestar servicio durante la parada del reactor, es decir, durante las escalas del buque, por ejemplo, o después de una parada intempestiva del reactor; y por tanto el buque deberá disponer de una instalación de producción de energía independiente del reactor y de una potencia suficiente para garantizar el funcionamiento de las auxiliares necesarias para dicho servicio.

2.7. Puesta en marcha del reactor:

2.7.1. Las operaciones referentes a la primera puesta en marcha o a otras posteriores, después de una parada prolongada del reactor, se confiarán a personal especializado y no lo serán al de a bordo, ya que se trata de operaciones delicadísimas.

Las instrucciones de explotación del reactor deberán, no obstante, prever lo preciso para permitir a bordo efectuar algunas puestas en marcha después de paradas de corta duración que correspondan sobre todo a las normales de las escalas previstas para la explotación del buque interesado. Se trata de objetivos a conseguir, si se quiere que la explotación de los buques de propulsión nuclear no se aparte demasiado de las condiciones normales que corresponden a la normal de los buques de instalación propulsora enteramente clásica.

2.7.2. La puesta en servicio del reactor comprende un período de ensayos, durante el cual se efectuarán medidas, lo más completas posible, respecto a los diferentes elementos del reactor y de las instalaciones conexas; sería aconsejable en especial medir, a ser posible, los valores característicos del medio multiplicador, tales como el reparto del flujo de neutrones.

Igualmente deberá fijarse un programa muy completo respecto a las maniobras de los dispositivos de seguridad y control; se instalarán aparatos de medida que permitan tener un conocimiento permanente del período del reactor. Parece debería prestarse una atención muy especial a la limitación de la velocidad de retirada de los órganos de seguridad y regulación, a fin de que la potencia del reactor pueda ser suficientemente conocida en cada instante después de su puesta en funcionamiento, para ir provocando el aumento de potencia hasta alcanzar su valor máximo.

Se efectuará asimismo una serie de ensayos análogos después de cada modificación importante de la carga de combustible.

Conclusión.

Recordaremos que nuestra exposición no ha abordado todos los problemas referentes a la seguridad de instalación de explotación de los reactores nucleares destinados a la propulsión de los buques; especialmente no hemos evocado los problemas presentados por las circunstancias exteriores al buque y no ha de olvidarse que éste puede ser afectado por un abordaje, una varada y en el peor de los casos un naufragio. En dichas circunstancias excepcionales la seguridad del personal de a bordo debe asegurarse lo más posible, pero es preciso al mismo tiempo preocuparse de la seguridad de la envolvente del buque y evitar toda dispersión en masa de los productos radioactivos. Como hemos dicho ya, nuestro objeto no se refiere al examen de dichos problemas, pero queremos subrayar su importancia para el futuro de la propulsión nuclear de los buques, ya que un solo accidente grave podría comprometer para gran número de años todos los adelantos realizados sobre este asunto.

No está entre nuestras intenciones sacar conclusiones formales de una exposición tan resumida con respecto a la extensión de las materias evocadas. Nos limitaremos a llamar la atención sobre tres puntos que nos parecen particularmente importantes.

— La propulsión nuclear de los buques mercantes ha entrado en la fase de las realizaciones.

— La seguridad de instalación y de explotación de dichos buques son materias que deberían tratarse en el plano internacional.

— La reunión de Londres de 1960 para la revisión de la Convención de 1948 respecto a la salvaguardia de la vida humana en la mar, puede contribuir notablemente al menos al estudio de los problemas que entran en el cuadro de los fines anteriormente fijados a esta Convención.

En lo que se refiere a las realizaciones de buques mercantes de propulsión nuclear, es incuestionable que esta fase de la evolución de las aplicaciones de la energía nuclear está francamente comenzada. En Estados Unidos se está construyendo ya el "Savannah", que deberá entrar en servicio en 1960; lo mismo sucede en la U.R.S.S. con el rompehielos "Lenine", que realizó sus pruebas de mar durante el mes de septiembre de 1959. Otros países (Francia, Alemania y Gran Bretaña) tienen también sus proyectos.

Si resulta interesante tanto desde el punto de vista científico como técnico el señalar las realizaciones anteriormente citadas, puede ser también angustioso dada la envergadura general de ciertos problemas presentados para tales realizaciones, el constatar que sobre los problemas interesados cada país conserva actualmente el ejercicio de su solo juicio y que no es seguro, sobre todo, que tales problemas hayan recibido soluciones aceptables en el plano internacional.

Las dos Conferencias de Ginebra, tanto la de 1955 como la de 1958, han tenido por objeto principal hacer progresar la ciencia y la técnica nucleares al amparo de una enfermedad infantil: el secreto. Es curioso constatar que la aplicación del empleo de la energía nuclear a fines pacíficos que abordan casi en su totalidad el cuadro nacional, como es la propulsión nuclear de los buques, es una de aquellas respecto a la cual se ha adoptado una cierta discreción, por los interesados, sobre los puntos que justamente podrían constituir serias razones para adoptar, al menos, una reserva prudente con respecto a dicho empleo. Es de esperar una confrontación de ideas semejantes con ocasión de la reunión prevista en Londres en el mes de mayo para la revisión de la Convención para la seguridad de la vida humana en la mar. Lo que parece esencial subrayar, es el carácter realmente extendido, nuevo y subjetivo de tales problemas, cuya amplitud, especialmente, puede sobrepasar los fines anteriormente fijados a una Convención internacional tal como la de 1948.

En efecto, cuando se trataba, hasta entonces, de la vida humana en la mar, no se consideraba sino a la dotación y a los pasajeros de los buques. Sin embargo, la utilización de la energía nuclear para la propulsión puede llevar consigo prescripciones importante, nuevas por completo y todavía mal conocidas, referentes sobre todo a las varadas y naufragios de los buques que lleven reactores. Las delegaciones reunidas en 1960 ¿tendrán categoría suficiente, respecto al cuadro anteriormente definido, para la Convención de 1948, para tratar de las prescripciones referentes sobre todo a la contaminación de la mar y de las costas por los residuos radioactivos?

Aun cuando la materia se salga decididamente del cuadro fijado por el mismo título de nuestra exposición, parece indispensable mencionar, al menos, que, en lo que se refiere a la contaminación de los mares por los residuos radioactivos, los buques de guerra, entre los cuales los submarinos de propulsión nuclear, ocuparán mañana un puesto sumamente importante, pueden presentar un peligro potencial del que será preciso, quizá, preocuparse algún día.

CRITERIO RUSO DE ESTABILIDAD DEL BUQUE INTACTO (*)

Traducido por RAFAEL VEGA SANZ
Ingeniero Naval.

PREÁMBULO.

En la primavera de este año se celebró en Londres una Conferencia con objeto de revisar el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar de 1948.

Aunque el tema principal de la Conferencia fue la adopción de las *balsas insuflables* como medio de salvamento, también se presentaron algunas propuestas interesantes sobre otros temas, destacando las de Rusia, Japón y Alemania sobre subdivisión estanca y estabilidad del buque intacto y con averías. Estas propuestas no fueron adoptadas, debido a la fuerte oposición de algunos países principalmente Gran Bretaña; sólo se acordó que la I. M. C. O. las estudiaría y si había mayoría de votos se incorporarían al nuevo Convenio.

Por considerar de gran interés la propuesta rusa sobre estabilidad del buque intacto, la hemos traducido con el propósito de divulgarla a través de INGENIERÍA NAVAL. Sería conveniente que los interesados en este tema se preocupen de estudiarlo y hacer una crítica constructiva, cuyos resultados podrían ser unas normas o recomendaciones que permitieran definir la estabilidad satisfactoria de los buques, según su tipo y servicio, de una forma más lógica y uniforme que como se viene haciendo actualmente. Con objeto de contribuir a este fin, volveremos a tratar del tema y haremos algún comentario a esta propuesta rusa.

NUEVA PARTE B-1.

Deberá insertarse una nueva Parte B-1, "Estabilidad del buque intacto", en el capítulo II del Convenio de 1948, después de la Regla 20, en la forma siguiente:

Estabilidad del buque intacto.

(La parte B-1 se aplica a los buques de pasaje, de carga y de pesca con un tonelaje bruto igual o superior a 150 toneladas.)

(*) Tomado de la versión aparecida en el volumen II editado por la Organisation Intergouvernamentale Consultative de la Navigation Maritime.

REGLA 20 (1).

Normas generales.

a) En las condiciones de carga más desfavorables desde el punto de vista de la estabilidad, el buque no debe dar la vuelta cuando esté sometido a la acción simultánea del viento y del balance, calculados como se indicará después y deberá cumplir con las normas complementarias que luego se indican.

b) La estabilidad del buque será suficiente, en las condiciones de carga más desfavorables desde el punto de vista de la estabilidad, si el criterio principal K satisface a la relación

$$K = \frac{M_v}{M_e} \geq 1 \qquad [I]$$

donde

M_v es un par escorante aplicado dinámicamente y provocado por la presión del viento, y
M_e es un par mínimo de vuelco.

c) (i) El cálculo de la estabilidad debe realizarse para todas las condiciones de carga indicadas en las Reglas 20 (10)-20 (12) para los tipos de buques definidos. Para otras clases de buques no precisados en estas Reglas, las condiciones de carga deberán comprender, entre otras variantes, los casos siguientes:

1) Plena carga con aprovisionamiento completo.
2) Plena carga con el 10 por 100 de aprovisionamiento.
3) Sin carga con aprovisionamiento completo.
4) Sin carga con el 10 por 100 de aprovisionamiento.

(ii) Si en el servicio del buque se han previsto condiciones de carga más desfavorables, desde el punto de vista de la estabilidad, que las cuatro citadas o que las indicadas en las Reglas 20 (10)-20 (12), la estabilidad del buque deberá calcularse para esas condiciones de carga por medio del criterio principal y de las instrucciones complementarias.

(iii) Cuando se instale lastre sólido, su peso debe incluirse en el peso del buque en rosca.

(iv) En el caso de buques que navegan en invierno

en las zonas de invierno definidas por el Convenio Internacional de Líneas de Carga se tendrá en cuenta, además de las condiciones ordinarias de carga, un aumento eventual de peso debido al hielo (véase después).

(v) En todas las condiciones de carga (excepto cuando se indique especialmente) y cuando sea necesario, el agua de lastre debe incluirse en el peso muerto del buque.

REGLA 20 (2).

Fuerza del viento.

a) El par escorante originado por la acción del viento, expresado en toneladas por metro cuadrado, se determina por la fórmula siguiente:

$$M_e = 0{,}001\ p\ .\ s\ .\ z \qquad [II]$$

donde

p es la presión específica del viento en Kg/m².
s es la superficie lateral proyectada, en m², de la parte del buque situada encima de la flotación, y
z es la altura del centro de gravedad de s, referida a la flotación correspondiente a la condición de carga considerada.

El valor del par escorante aplicado dinámicamente deberá suponerse constante durante la inclinación del buque.

b) (i) El área de la superficie lateral proyectada de cada parte del buque situada por encima de la flotación debe calcularse hasta la flotación correspondiente a la condición de carga considerada, suponiendo el buque adrizado.

(ii) El área lateral proyectada comprenderá las proyecciones de todas las superficies del casco, superestructuras y casetas sobre el plano longitudinal, así como las de los palos, ventiladores, botes, auxiliares de cubierta y todos los accesorios que puedan estar expuestos en caso de tempestad (también se tendrá en cuenta la proyección de la superficie lateral de la carga situada sobre cubierta).

(iii) En el caso de buques teniendo velas auxiliares, la superficie de las velas debe calcularse sobre el plano longitudinal del buque y se agregará al área lateral total proyectada.

(iv) El área lateral proyectada del casco por encima de la flotación, superestructuras y casetas debe multiplicarse por un coeficiente de forma igual a 1. Para las partes de sección circular (tubos, chimeneas, palos) situadas aisladamente sobre cubierta, se utilizará un coeficiente 0,6.

(v) El área lateral total proyectada de los elementos continuos debe aumentarse un 5 por 100 y el momento estático de este área un 10 por 100, para tener en cuenta pasamanos, arboladura (excepto palos), jarcia y otras superficies discontinuas.

(vi) El área lateral total proyectada de los elementos discontinuos debe aumentarse el 10 por 100 y 20 por 100 ó el 7,5 por 100 y 15 por 100, respectivamente, para tener en cuenta pasamanos, arboladura (excepto palos), jarcia y otras superficies discontinuas, bajo condiciones de formación de hielo. Estos valores dependen de los coeficientes de hielo indicados en la Regla 20 (9).

c) La presión P del viento, en Kg/m², se deduce de la tabla que se indica después, en función de la categoría del buque y de la distancia vertical del centro de gravedad del área lateral total proyectada, a la flotación.

Los valores intermedios de la presión se obtienen por interpolación lineal.

REGLA 20 (3)

Zonas de navegación.

a) Según las zonas y estaciones de navegación, los buques se clasifican en las tres categorías siguientes:

1.ª Buques transoceánicos.
2.ª Buques que navegan en aguas restringidas de mar u océano.
3.ª Buques costeros.

b) (i) La zona de navegación debe ser fijada por la Administración, teniendo en cuenta los siguientes factores:

— condiciones locales,
— experiencia de navegación de tipos similares de buques,
— valores de estabilidad,
— velocidad del buque,
— equipo y provisiones,
— posibilidad de acceso a los puertos de refugio y estaciones meteorológicas que transmiten las previsiones del tiempo y del mar.

Cuando se ha fijado la zona de navegación debe indicarse su nombre (mar, golfo, bahía, estrecho, nombre de la costa que limita la zona), así como el de la estación de navegación.

Deben fijarse datos extremos de navegación tomando como base el régimen de vientos y oleaje característicos de la zona considerada y, lo que es más importante, debe considerarse la posibilidad de tempestad.

(ii) En caso de faltar o ser insuficiente la información indicada en el subpárrafo (i), los buques de la segunda categoría no deben navegar a más de 100 millas del puerto de refugio, y los de la tercera categoría a no más de 200 millas.

TABLA

Presión del viento, en Kg/m², en función de la categoría del buque y de la altura del centro de gravedad del área lateral proyectada de la parte del buque situada sobre la flotación.

Categoría / Z	I	II	III
0,5	—	—	24
1,0	96	54	27
1,5	107	61	30
2,0	117	66	33
2,5	125	71	35
3,0	131	74	37
3,5	136	77	38
4,0	140	80	39
4,5	144	82	40
5,0	147	84	41
5,5	150	86	42
6,0	153	87	43
6,5	155	88	43
7,0 y más	156	89	44

(iii) La categoría del buque, establecida de acuerdo con los valores de la estabilidad teniendo en cuenta el hielo, puede mejorarse si las condiciones de su servicio excluyen la posibilidad de formación de hielo.

REGLA 20 (4).

Diagramas de estabilidad.

a) Los diagramas de estabilidad estática y dinámica deben trazarse mediante alguno de los métodos empleados generalmente en la Teoría del buque, teniendo en cuenta la influencia de las carenas líquidas. La escala del dibujo será tal que la manga del buque no resulte inferior a 250 mm.

b) (i) Al calcular los brazos de palanca se tendrán en cuenta las superestructuras que se consideran cerradas según el Convenio de Líneas de Carga (Reglas XLI, XLII, XLIII y XLIV). En el cálculo deben intervenir la longitud y altura real de las superestructuras.

(ii) Si las superestructuras no cumplen con las prescripciones de la Regla XLI (d) del Convenio de Líneas de Carga, es decir, cuando las puertas en los mamparos de superestructuras que conducen a la cubierta continua son las únicas salidas a cubierta, y cuando el canto superior de las brazolas de estas puertas se sumerge con una inclinación menor de 60°, sólo se tendrá en cuenta la mitad de la altura real de la superestructura en el cálculo de la estabilidad.

Si el canto superior de la brazola de las puertas de estas superestructuras se sumerge con un ángulo de inclinación igual o superior a 60°, la superestructura puede considerarse cerrada e incluirse toda su altura real en el cálculo de estabilidad.

c) (i) En el cálculo de los brazos de palanca pueden tenerse en cuenta las casetas situadas sobre la cubierta superior si:

1) la Administración está persuadida de que las casetas han sido construídas de acuerdo con las Reglas de construcción para buques de navegación marítima,
2) estas casetas tienen puertas estancas cuya resistencia satisface a las prescripciones exigidas para los medios de cierre de la clase I,
3) estas casetas tienen una salida auxiliar a la cubierta superior.

Cuando se cumplen estas tres condiciones se puede incluir en el cálculo la altura real de las casetas.

(ii) Si la resistencia de las casetas satisface a las Reglas de construcción reconocidas por la Administración y la disposición de las puertas exteriores corresponde a los medios de cierre de la clase I pero no hay salida a la cubierta superior, no se deben tener en cuenta estas casetas en el cálculo de los brazos de palanca, pero las aberturas en la cubierta dentro de tales casetas se considerarán cerradas, tengan o no medios de cierre.

(iii) Las casetas sin medios de cierre de la clase I y las casetas cuya resistencia no satisface a las exigencias de las Reglas de construcción, no deben tenerse en cuenta en el cálculo de los brazos de palanca. Las aberturas en la cubierta situadas en el interior de estas casetas y los tambuchos se considerarán cerrados si sus brazolas y dispositivos de cierre satisfacen a las Reglas XVIII y XXI del Convenio de Líneas de Carga.

(iv) Los tambuchos aislados de bajada a entrepuentes inferiores no deben considerarse en el cálculo de los brazos de palanca. Las aberturas en las cubiertas metálicas situadas bajo tambuchos de madera se considerarán abiertas.

(v) Las casetas situadas sobre cubiertas de superestructura o sobre cubiertas de casetas no deben tenerse en cuenta en el cálculo de los brazos de palanca, pero las aberturas situadas dentro de esas casetas se considerarán cerradas.

d) (i) El ángulo de inclinación para el cual comienza la inmersión de las aberturas de costado, cubiertas y superestructuras, que se han considerado como no cerradas, debe corresponder, en el diagrama de estabilidad estática, a un corte en la curva de estabilidad. En los cálculos posteriores, los compartimientos inundados se considerarán como no existentes. Si el buque se hunde debido a su inundación a través de esas aberturas, la curva de estabilidad cae bruscamente en el ángulo correspondiente a esta inundación (ángulo de inundación) y el buque se considera que ha perdido totalmente su estabilidad.

(ii) En el cálculo de los brazos de palanca se recomienda determinar el ángulo de inclinación correspondiente al comienzo de la inundación a través de las aberturas y trazar la curva de ángulos de inundación en función del desplazamiento del buque.

(iii) Todas las aberturas en las cubiertas superiores o en los costados del casco, así como en las cubiertas, costados y frentes de las superestructuras, se con-

sideran como no cerradas si los dispositivos de cierre no cumplen con las Reglas X-XVI, XIX, XX, XXVI, XXVIII, XLIII-XLV del Convenio de Líneas de Carga.

(iv) Las aberturas pequeñas, tales como las de paso de cables y cabos de instalaciones especiales, aparejos y maniobra de anclas, así como los agujeros de imbornales, tuberías de descarga o sanitarias, que no ejercen influencia sobre la estabilidad en inclinaciones dinámicas, no deben considerarse como abiertas y el ángulo de inclinación correspondiente a su inmersión no se considerará como ángulo de inundación.

(e) Para determinar la influencia de las carenas líquidas deben considerarse los tanques que, conteniendo líquidos de cualquier clase, son susceptibles de llenarse o vaciarse simultáneamente, según las necesidades del servicio. De todas las combinaciones posibles de tanques sólo se considerarán las que dan la máxima corrección para el brazo de estabilidad dinámica para un ángulo de inclinación de 45°. En todos los casos, la corrección debe calcularse para el tanque lleno al 50 por 100 de su capacidad, independientemente del volumen realmente ocupado. El líquido que normalmente queda en los tanques vacíos no debe considerarse a efectos de cálculo.

Regla 20 (5).

Amplitud del balance.

a) (i) La amplitud del balance de un buque que no dispone de quillas de balance debe calcularse partiendo de la fórmula:

$$\phi_{1m} = x \cdot y \qquad [III]$$

donde:

ϕ_{1m} es la amplitud del balance, en grados, y
x e y son dos factores determinados de la forma siguiente:

(ii) El factor y se obtiene en la tabla que figura después, en función de la categoría del buque y de la relación:

$$\frac{\sqrt{r-a}}{B}$$

donde:

$r-a$ es la altura metacéntrica inicial, en metros, y
B es la manga del buque, es decir, la manga máxima fuera de miembros correspondiente a la flotación en carga, en metros.

TABLA

Valor del factor y para el cálculo de las amplitudes.

$\frac{\sqrt{r-a}}{B}$	Categorías	
	I	II y III
0,03	26,0	23,8
0,04	26,0	23,8
0,05	26,1	23,8
0,06	26,9	24,2
0,07	29,0	25,2
0,08	34,2	27,1
0,09	42,3	30,0
0,10	51,1	34,6
0,11	51,1	40,6
0,12	51,1	50,2
0,13 y más	51,1	51,1

(iii) El factor x se calcula partiendo de la fórmula:

$$x = \frac{1}{f_1(v) \cdot \sqrt{f_2(v) + (r-a)/B}} \qquad [IV]$$

donde:

v está determinado por la expresión:

$$v = a\left(1 + \frac{B}{6\,T}\right) \qquad [V]$$

a es el coeficiente de la flotación, y
T es el calado del buque, en metros, medido desde la línea de base.

Las funciones $f_1(v)$ y $f_2(v)$ se obtienen de la tabla que se indica después, en función del argumento v.

(b) (i) Si el buque tiene quillas de balance, la amplitud se obtiene de la fórmula:

$$\phi_{2m} = k \cdot \phi_{1m} \qquad [VI]$$

donde el coeficiente k se deduce de la tabla que se indica después, en función del argumento q_1 dado por la fórmula:

$$q_1 = \frac{Zg}{T}\,\frac{S_1}{LB}\left(\frac{d_1}{B}\right)^3 \cdot 10^3 \qquad [VII]$$

donde:

Zg es la altura del centro de gravedad sobre la línea de base,
S_1 es la superficie total de las quillas de balance,
L es la eslora de construcción del buque en la flotación, y
d_1 es la distancia, medida en la sección maestra, entre eje longitudinal que pasa por el centro de gravedad del buque y el punto medio de la altura de las quillas de balance.

TABLA

Valores de las funciones $f_1(v)$ y $f_2(v)$ para calcular la amplitud del balance.

v	Funciones $f_1(v)$	$f_2(v)$
0,8	1,69	0,672
0,9	2,02	0,540
1,0	2,34	0,430
1,1	2,68	0,350
1,2	3,02	0,298

v	Funciones $f_1(v)$	$f_2(v)$
1,3	3,36	0,255
1,4	3,74	0,220
1,5	4,13	0,190
1,6	4,48	0,168
1,7	4,91	0,150
1,8	5,30	0,133

(ii) Si el buque tiene sólo una quilla central maciza, la amplitud del balance debe calcularse a partir de la fórmula [VI]. En este caso el coeficiente k se obtiene de la tabla que se da después, en función del argumento q_2 deducido de la fórmula:

$$q_2 = \frac{Zg}{T} \cdot \frac{S_2}{LB} \cdot \left(\frac{d_2}{B}\right)^3 . 10^3 \qquad [VIII]$$

donde

S_2 es el área de la proyección lateral de la quilla, en m², y
d_2 es la altura, en metros, del centro de gravedad del buque respecto al punto medio de la altura de la quilla central, medida en la sección maestra.

(iii) Si el buque tiene quilla maciza central y quillas de balance, la amplitud del balance se calcula partiendo de la fórmula (VI) en función del argumento q_3, determinado por la ecuación:

$$q_3 = q_1 + q_2 \qquad [IX]$$

TABLA

Valores el coeficiente k para calcular las amplitudes de balance del buque con quillas de balance o quilla maciza central.

$q_{1,\,2,\,3}$	0	1	2	3	4	5	6 y más
k	1,00	0,93	0,87	0,80	0,74	0,67	0,61

(iv) La amplitud del balance de los buques con pantoques en ángulo debe estimarse en el 70 por 100 de la obtenida con la fórmula [III].

(c) (i) En el cálculo de la amplitud del balance, la altura metacéntrica que figura en la fórmula se toma sin corrección por superficies libres.

Si la altura metacéntrica es inferior a 0,3 m. en el cálculo de la amplitud del balance debe tomarse:

$$r - a = 0{,}30 \text{ m.}$$

(ii) Si las amplitudes de balance obtenidas con las fórmulas [III] y [IV] son inferiores a 10°, deben tomarse iguales a 10°, independientemente de los resultados obtenidos en el cálculo.

(iii) Las amplitudes de balance de los buques provistos de estabilizadores pueden determinarse teniendo en cuenta el efecto de éstos, si su funcionamiento ha sido comprobado a satisfacción de la Administración.

REGLA 20 (6).

Par mínimo de vuelco.

a) La determinación del par de vuelco, teniendo en cuenta el balance, puede obtenerse de los diagramas de estabilidad estática o dinámica. Los diagramas pueden ser de dos tipos diferentes:

b) (i) Las curvas de estabilidad estática y dinámica son normales o la curva de estabilidad estática tiene un escalón y la de estabilidad dinámica una fractura. En este caso el par mínimo de vuelco se determina de la forma siguiente:

(ii) Para determinar el par mínimo de vuelco, partiendo del diagrama de estabilidad dinámica, hay que fijar previamente un punto auxiliar A'. Para ello se lleva sobre el eje de abscisas una longitud equivalente

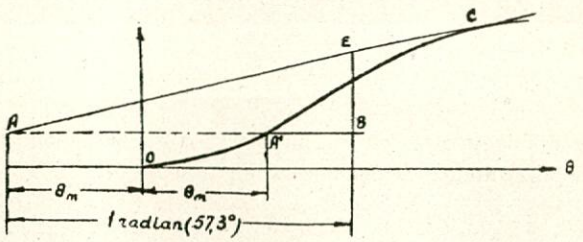


Fig. 1.

a la amplitud θm del balance; por el punto obtenido se traza la ordenada y su intercesión con la curva de estabilidad dinámica da el punto A' citado (fig. 1).

Se traza por A' una paralela al eje de abscisas y se toma sobre ella la longitud $A'A$ igual al doble de la amplitud de balance ($A'A = 2\theta m$) hacia la izquierda de A'. El punto A, simétrico de A' respecto al eje de ordenadas, se tomará ahora como punto de partida. Se traza una tangente AC, desde este punto, a la curva de estabilidad dinámica y la longitud AB igual a un radián (57°3') se lleva a partir de A sobre la paralela al eje de abscisas. Por B se traza una perpendicular BE hasta su intersección con la tangente AC en E. El segmento BE representa el par mínimo de vuelco si la escala de ordenadas corresponde a los trabajos y el brazo de palanca mínimo de vuelco si esa escala representa los brazos de palanca. En este último caso, el par mínimo de vuelco M_v se obtiene multiplicando el valor del segmento BE en metros, por el correspondiente desplazamiento D del buque, en toneladas:

$$M_v = D \,.\, \overline{BE} \qquad [X]$$

(iii) Cuando no se ha trazado la curva de estabilidad dinámica, el par mínimo de vuelco debe obtenerse en el diagrama de estabilidad estática, estableciendo la igualdad de los trabajos realizados por los pares escorante y adrizante y teniendo en cuenta la energía del balance. En este caso, la curva de estabilidad estática se prolonga en la región de las abscisas negativas sobre una longitud igual a la amplitud del balance (fig. 2) y la recta MK, paralela al eje de abscisas, se determina por aproximaciones sucesivas hasta que las áreas S_1 y S_2 sean iguales.

La ordenada OM representa el par mínimo de vuelco si la escala de ordenadas corresponde a los trabajos y

el brazo de palanca mínimo de vuelco si la escala corresponde a los brazos de palanca. En este último caso, el par mínimo de vuelco se obtiene multiplicando el valor del segmento *OM*, en metros, por el correspondiente desplazamiento *D* del buque, *en toneladas*:

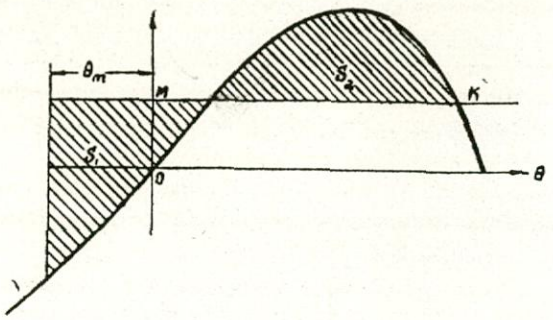


Fig. 2.

$$M_v = D \cdot OM \qquad [XI]$$

c) (i) En el segundo tipo de diagramas, las curvas de estabilidad estática y dinámica deben interrumpirse en el ángulo de inclinación correspondiente al comienzo de la inmersión de las aberturas consideradas como no cerradas. El par mínimo de vuelco M_v se obtiene en los diagramas de estabilidad dinámica y estática.

(ii) Cuando se ha dibujado el diagrama de estabilidad dinámica, el par mínimo de vuelco se determina de la forma siguiente: La posición del punto de partida se halla como se indicó en el párrafo b) (ii) de la Regla (figura 1). Desde este punto se traza una tangente *AC* a la curva de estabilidad dinámica; ello sólo es posible cuando el ángulo de inclinación correspondiente al punto de tangencia es inferior al ángulo de inundación. La determinación del par mínimo de vuelco o del brazo de palanca debe hacerse como se inlicó en el párrafo b) (ii)

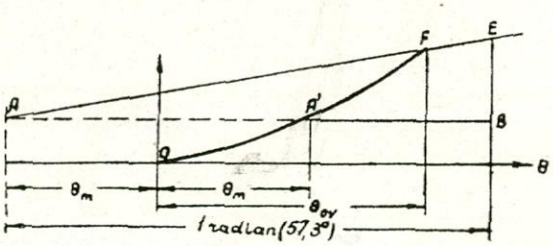


Fig. 3.

de esta Regla. Si es imposible trazar una tangente (figura 3), entonces se traza una recta desde el punto *A* hasta el *F*, donde la curva de estabilidad dinámica queda interrumpida.

Desde el punto *A* se traza una paralela al eje de abscisas y se lleva sobre ella el segmento *AB* igual a un radián (57°3'). *Desde B se traza una perpendicular BE* hasta su intersección en *E* con la recta inclinada *AF*. El segmento *BE* corresponde al par mínimo de vuelco o al brazo de palanca, según la escala escogida. En este último caso, el par mínimo de vuelco M_v se deduce de la fórmula [X].

(iii) El par mínimo de vuelco para el ángulo de inclinación correspondiente al ángulo de inundación se obtiene en el diagrama de estabilidad estática de la forma siguiente: La curva de estabilidad estática se prolonga en la región de las abscisas negativas sobre una longitud igual al período de balance (fig. 4) y se determina una recta *MK*, paralela al eje de abscisas, por aproximaciones sucesivas, de forma que las áreas S_1 y S_2 sean iguales.

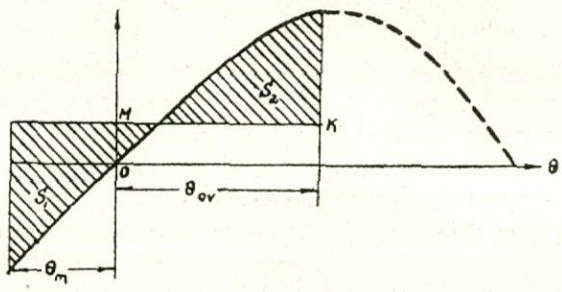


Fig. 4.

La ordenada *OM* corresponde al par mínimo de vuelco o al brazo de palanca, según la escala escogida. En este último caso el par mínimo de vuelco se obtiene de la fórmula [XI].

Regla 20 (7).

Normas complementarias sobre el diagrama de estabilidad.

a) (i) El brazo máximo de palanca de estabilidad estática debe corresponder a un ángulo de inclinación no inferior a 30°. Este brazo no debe ser inferior a 0,25 metros para buques de eslora igual o inferior a 100 m. y no menor de 0,20 m. para buques de eslora superior a 100 m.

(ii) La región de estabilidad estática positiva debe corresponder a un ángulo de inclinación lo más grande posible, sin que sea inferior a 60°. Si la curva de estabilidad estática tiene dos máximos, debido al efecto de las superestructuras o casetas, es preciso que el primer máximo corresponda a un ángulo de inclinación no inferior a 25° (a partir de la posición de adrizado).

(iii) La curva de estabilidad estática trazada con el margen correspondiente a hielo no debe anularse para un ángulo inferior a 55° y el brazo de palanca máximo de estabilidad estática para los buques de las categorías II y III no deber ser inferior a 0,20 m.

b) La Administración puede autorizar que los buques que tienen una relación $B/H \geqslant 2{,}5$ tengan una curva de brazos de palanca de estabilidad estática que se anule para un ángulo inferior en 10° y tenga un ángulo correspondiente al brazo máximo inferior en 5°, a

los respectivos valores prescritos en el párrafo a) de esta Regla, con tal que la reserva de estabilidad, calculada de acuerdo con el criterio principal según la categoría del buque, no sea inferior a 1,5.

c) Los diagramas de estabilidad estática deben trazarse teniendo en cuenta la influencia de las carenas líquidas, conforme a las exigencias de la Regla 20 (4) (e).

d) Los buques de la 1.ª categoría no deben tener aberturas consideradas como no cerradas si, debido a estas estructuras, la curva de estabilidad estática queda cortada bruscamente a ángulos de inclinación inferiores a los indicados en el párrafo a) (ii) de esta Regla.

Los buques que tengan tales aberturas pueden ser autorizados a navegar solamente en las regiones y durante las estaciones prescritas en la Regla 20 (3) para los buques de II y III categoría, según el valor de la presión del viento para el cual se satisface el criterio principal. Sin embargo, es preciso que la curva de estabilidad estática obtenida suponiendo las aberturas estancas no sea inferior a la prescrita en esta Regla.

Regla 20 (8).

Altura metacéntrica.

La altura metacéntrica inicial, teniendo en cuenta las superficies libres de las carenas líquidas, debe ser positiva en todas las condiciones de servicio y satisfacer a la Regla 20 (4).

Regla 20 (9).

Formación de hielo.

Para determinar los pares de inclinación y el par mínimo de vuelco de los buques que navegan en las zonas de inviernos periódicos situadas al norte de la latitud 66°30' N. y al sur de la latitud 60°00' S., así como en los mares donde, a juicio de la Administración, el peligro de formación de hielo es bastante grande, los coeficientes previstos para ello son los siguientes:

(i) Peso de hielo por metro cuadrado de cubierta expuesta a la intemperie, 30 kg.

(ii) Peso de hielo por metro cuadrado de superficie lateral proyectada de la parte del buque situada por encima de la flotación, 15 kg.

(iii) En otros sectores de la zona de inviernos periódicos los coeficientes por formación de hielo serán la mitad de los indicados en los párrafos (i) y (ii).

(iv) En el sector de la zona de inviernos periódicos donde, a juicio de la Administración, el peligro de formación de hielo es prácticamente nulo, no debe tomarse en consideración el peso del hielo.

Regla 20 (10).

Buques de pasaje.

a) La estabilidad de los buques de pasaje debe calcularse para las siguientes condiciones de carga:

1) Buque en plena carga con aprovisionamiento completo y el número máximo de pasajeros previsto (en cabina o sin litera) con sus equipajes.

2) Buque en plena carga y el número máximo de pasajeros previsto (en cabina o sin litera) con sus equipajes, pero con el 10 por 100 de aprovisionamientos.

3) Buque sin carga, pero con aprovisionamiento completo y el número máximo previsto de pasajeros (en cabinas o sin literas) con sus equipajes.

4) Buque en la situación prevista en el punto 3), pero con el 10 por 100 de aprovisionamiento.

5) Buque sin carga ni pasaje, pero con aprovisionamiento completo.

6) Buque en la situación prevista en el punto 5), pero con el 10 por 100 de aprovisionamiento.

7) Buque en la situación prevista en el punto 2), pero con el 50 por 100 de aprovisionamiento y sin lastre líquido.

b) (i) La determinación de la estabilidad mediante el criterio principal debe hacerse suponiendo que los pasajeros de cabinas están acomodados en éstas y los pasajeros sin litera se encuentran en las cubiertas.

(ii) La estiba de carga en bodegas, entrepuentes y otras cubiertas debe suponerse como en las condiciones normales de servicio.

(iii) La determinación de la estabilidad, teniendo en cuenta la formación de hielo, debe hacerse suponiendo que no hay pasajeros sobre las cubiertas situadas a la intemperie.

c) La altura metacéntrica inicial de los buques de pasaje transoceánicos debe ser tal que, en la eventualidad de que todos los pasajeros se concentren en las cubiertas superiores próximos al mismo costado del buque, el ángulo de inclinación debe ser inferior al más pequeño de los valores siguientes:

ángulo para el cual comienza la inundación a través de las aberturas consideradas como no cerradas,

ángulo en el que comienza la inmersión de la cubierta de francobordo,

ángulo para el cual el pantoque sale fuera del agua.

en ningún caso debe exceder de 10°

d) (i) También debe calcularse, por lo que se refiere a la estabilidad, el ángulo de inclinación de los buques de pasaje, originado por las viradas.

En este caso, el ángulo de inclinación no debe pasar de 8° y el valor total de la inclinación, originada por la concentración de los pasajeros a una misma banda sobre las cubiertas altas y por la virada, no debe superar a los 3/4 del menor de los ángulos siguientes:

ángulo para el cual comienza la inundación a través de las aberturas consideradas como no cerradas,

ángulo en el que comienza la inmersión de la cubierta de francobordo,

ángulo para el cual el pantoque sale fuera del agua, y en ningún caso debe exceder de 12°.

(ii) El par de inclinación debido a la evolución del buque se determina partiendo de la fórmula:

$$M_i = 0{,}233 \frac{DV^2}{gL}\left(Zg - \frac{T}{2}\right) \qquad [XII]$$

donde:

D es el desplazamiento en toneladas,
L es la eslora del buque, en metros, en la flotación en carga,
T es el calado, en metros,
Zg es la altura del centro de gravedad sobre la línea de base, en metros,
g es la aceleración del buque en m/sg^2, y
V es la velocidad del buque en m/sg., al comenzar la evolución; se supone igual al 80 por 100 de la velocidad máxima.

(iii) La determinación del ángulo de inclinación originado por la concentración de los pasajeros y la virada, debe efectuarse sin tener en cuenta el efecto del viento, balance y formación de hielo, pero haciendo la corrección por superficies libres de las cargas líquidas.

e) (i) En la determinación del par de inclinación del buque, originado por la concentración de los pasajeros en la cubierta de paseo, se debe suponer que las condiciones de servicio son normales, teniendo en cuenta la situación de las instalaciones y equipo, así como las reglas que regulan el acceso de los pasajeros a las distintas cubiertas.

En la determinación del área donde se sitúan los pasajeros, los pasillos entre bancos, así como los pasillos exteriores de ancho superior a 0,7 m. entre las casetas y la amurada o pasamanos, se incluyen en el cálculo con el coeficiente 0,5.

(ii) En la determinación del ángulo de inclinación del buque, originado por la concentración de los pasajeros a una banda, el peso de una persona adulta debe considerarse igual a 75 kg. y la densidad de concentración debe estimarse en 6 personas por m^2 de área libre de cubierta. El centro de gravedad de las personas que están de pie se supondrá a 1,10 m. sobre la cubierta y el de las personas sentadas a una altura de 0,30 m. sobre el asiento.

REGLA 20 (11).

Buques de carga.

a) (i) La estabilidad de los buques de carga debe calcularse en las siguientes condiciones:

1) Buque en plena carga, con el calado prescrito por el Convenio de Líneas de Carga, y distribución homogénea de la carga llenando las bodegas, entrepuentes, troncos y espacios de escotillas de carga y guardacalores, con el 100 por 100 de aprovisionamientos y combustibles, pero sin lastre líquido.

2) Buque como en el punto 1), pero con el 10 por 100 de aprovisionamientos y combustible y si es preciso con lastres líquidos.

3) Buque en plena carga con el calado prescrito en el Convenio de Líneas de Carga, con una mercancía ligera homogénea (si se ha previsto especialmente su transporte) llenando las bodegas, entrepuentes, troncos y espacios de escotillas de carga y guardacalores y también estibada en la cubierta continua superior, con el 100 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

4) Buque como en el punto 3), pero con el 10 por 100 de combustible y aprovisionamientos.

5) Buque sin carga, pero con el 100 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

6) Buque como en el punto 5), pero con el 10 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

(ii) En el caso de buques que transporten, en condiciones normales de servicio, cargas pesadas (maquinaria, etc.) debe calcularse la estabilidad en las condiciones de carga siguientes:

7) Buque con el calado prescrito en el Convenio de Líneas de Carga, con cargas pesadas sobre las cubiertas, estando cargadas las bodegas y entrepuentes y con el 100 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

8) Buque como en el punto 7), pero con el 10 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

b) (i) La estabilidad de los buques con cubertada de madera debe estudiarse en las siguientes condiciones de carga:

1) Buque con madera en bodegas y sobre cubierta (con el volumen de estiba previsto), con el 100 por 100 de aprovisionamientos y combustible y el calado previsto por el Convenio de Líneas de Carga.

2) Buque como en el punto 1), pero con el 10 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

3) Buque con madera en bodegas y sobre cubierta (con el mayor volumen de estiba previsto), con el 100 por 100 de combustible y aprovisionamientos y el calado prevista por el Convenio de Líneas de Carga.

4) Buque como en el punto 3), pero con el 10 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

5) Buque sin carga, pero con el 100 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

6) Buque como en el punto 5), pero con el 10 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

(ii) En el cálculo de los brazos de palanca para grandes ángulos de inclinación se admite, para los buques que transporten cubertada de madera, tomar una altura de la carga sobre cubierta igual al 75 por 100 de su altura real, pero sin sobrepasar la altura del primer entrepuente de superestructura.

(iii) En el cálculo, cuando hay formación de hielo,

la superficie superior de la cubertada de madera debe considerarse como si fuera una cubierta y su superficie lateral, por encima de la amurada, como si fuese una parte del área lateral proyectada del buque.

El coeficiente por hielo aceptado para estas superficies debe sobrepasar tres veces a los prescritos en la Regla 20 (9).

(iv) Si los buques que llevan cubertada de madera están afectados por el transporte de otras clases de carga, su estabilidad debe calcularse de acuerdo con las instrucciones dadas en el párrafo a) de esta Regla. En este caso, el cálculo de los brazos de palanca de los buques normalmente utilizados para llevar cubertada de madera, lo mismo que el cálculo de la superficie lateral proyectada, deben realizarse sin tener en cuenta la cubertada.

c) La estabilidad de los buques que transportan cargas líquidas a granel, debe calcularse en las siguientes condiciones de carga:

1) Buque en plena carga con el 100 por 100 de aprovisionamientos y combustible, con el calado correspondiente al Convenio de Líneas de Carga.

2) Buque en plena carga, pero con el 10 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

3) Buque sin carga, pero con el 100 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

4) Buque como en el punto 3), pero con el 10 por 100 de aprovisionamientos y combustible.

d) Si debido a las condiciones de servicio el calado en plena carga es inferior al fijado por el Convenio de Líneas de Carga, el cálculo de la estabilidad en la condición de plena carga debe hacerse para ese calado menor.

REGLA 20 (12).

Buques de pesca.

a) La estabilidad de los buques de pesca debe calcularse en las condiciones de carga siguientes:

1) Salida de puerto con el 100 por 100 de combustible y aprovisionamientos.

2) Regreso del caladero con toda la pesca en bodegas y sobre la cubierta y con el 10 por 100 de combustible y aprovisionamientos.

3) Regreso del caladero con el 20 por 100 de pesca en bodegas y sobre cubierta, con el 70 por 100 de la dotación normal de hielo y sal y con el 10 por 100 de combustible y aprovisionamientos.

En las condiciones de servicio definidas en los puntos 2) y 3) para buques que pescan con redes, se debe incluir en el cálculo de la estabilidad el peso de las redes mojadas y situadas en cubierta.

4) Buque pescando, con las escotillas abiertas, con la pesca y las redes mojadas situadas sobre la cubierta solamente, con el 25 por 100 de combustible y aprovisionamientos y dotación completa de hielo y sal. En los pesqueros que maniobren la pesca y las redes con plumas, el peso de la carga colgada debe incluirse en el cálculo de la estabilidad y se le debe considerar igual a la capacidad de las plumas.

b) (i) La amplitud del balance de los pesqueros en la situación definida en el punto 4) debe considerarse de 10° y el ángulo de inclinación para el cual se sumerge la brazola de la escotilla de carga se considera como ángulo de inundación correspondiente a las aberturas consideradas como no cerradas.

La presión del viento para los pesqueros, en la situación definida en el punto 4), debe estimarse por la que corresponde a la categoría inmediatamente inferior a la que realmente pertenece el buque; es decir, por las normas de la 2.ª categoría para los pesqueros de la 1.ª, por la de la 3.ª para los de la 2.ª y reduciendo un 30 por 100 las de la 3.ª para los pesqueros de la 3.ª.

(ii) El diagrama de estabilidad estática de los pesqueros, en la situación definida en el punto 4), con la curva cortada bruscamente en el ángulo de inundación, no puede satisfacer a las prescripciones del párrafo a) de la Regla 20 (7).

REGLA 20 (13).

Disposiciones varias.

a) (i) Si el buque atraviesa una zona para la cual las normas de estabilidad son más exigentes que las previstas para las condiciones normales de navegación, la estabilidad del buque en la travesía de ese sector debe satisfacer a las condiciones exigidas a los buques que navegan normalmente en esta zona.

(ii) Si no puede asegurarse la estabilidad conforme a los valores requeridos para los buques destinados a navegar normalmente esta zona, puede permitirse, no obstante, la travesía por este sector, con la condición de que se tomen todas las medidas de seguridad necesarias, que el buque lleve un convoy adecuado y su estabilidad corresponda a las condiciones del tiempo. Independientemente de lo dicho, el armador debe tomar todas las medidas posibles para aumentar la estabilidad del buque cuando atraviese esa zona.

b) No se prescribe ningún valor para la estabilidad inicial en la condición de rosca sin lastre líquido. Los casos de estabilidad negativa deben considerarse especialmente y ser aprobados por la Administración.

c) En casos excepcionales, cuando la estabilidad de un buque puede considerarse como dudosa, aunque se cumplan las prescripciones de la parte C del capítulo II o cuando se demuestra que éstas son demasiado exigentes y pueden provocar balances muy fuertes, la Administración puede hacer enmienda a la parte C para el buque en cuestión.

d) Si un buque navega en una zona sin cumplir con las Reglas, la Administración, considerando aisladamente cada caso, puede limitar la zona de navegación del buque o imponer otras restricciones, dependiendo del valor real de la estabilidad del buque, clase de la carga transportada y condiciones de servicio.

e) La Administración puede dispensar al buque del control de estabilidad en las condiciones de carga que aquélla crea que tienen una estabilidad totalmente satisfactoria.

REGLA 20 (14).

Prueba de estabilidad e información sobre estabilidad.

a) (i) Los buques de pasaje, de carga y de pesca deben sufrir una prueba de estabilidad después de su terminación y se deben determinar los elementos de su estabilidad.

(ii) La Administración puede dispensar de la prueba de estabilidad a un buque determinado, si se dispone de los datos básicos de estabilidad deducidos de la prueba de un buque gemelo y se demuestra, a satisfacción de la Administración, que toda la información de estabilidad necesaria para el buque exento puede obtenerse partiendo de estos datos básicos.

b) Debe suministrarse al Capitán una carpeta especial de información sobre la estabilidad del buque, obtenida a base de la prueba realizada y aprobada por la Administración a fin de permitirle la supervisión de la estabilidad del buque.

Esta carpeta de información debe comprender los siguientes documentos:

1) Datos referentes a la estabilidad en las condiciones de carga previstas.

2) Instrucciones concernientes a la limitación de servicio, limitaciones de nagevación por mal tiempo y otras medidas necesarias para garantizar la seguridad del buque contra el vuelco.

3) Instrucciones, diagramas complementarios, tablas y otros datos que faciliten al Capitán un cálculo independiente de estabilidad en condiciones de carga variadas que no estén previstas.

REGLA 20 (15).

Responsabilidad del Capitán.

La conformidad con estas Reglas no releva al Capitán de su responsabilidad por la estabilidad del buque en servicio.

TRES AVERIAS POCO CORRIENTES PRODUCIDAS POR FATIGA

Entre los informes enviados a la Comisión de Fatiga del Instituto Internacional de la Soldadura se han extraído los tres casos siguientes, que merecen ser divulgados:

El primero de ellos se refiere a las grietas y fisuras producidas en el forro de un buque platanero de 112,7 metros de eslora total, 15,8 m. de manga y una velocidad de 16,5 nudos en servicio. En la figura 1 puede verse la estructura del buque en la parte donde se produjeron las grietas, y que, como se deduce de la forma de la sección, corresponde a la parte de proa.

Las averías se produjeron entre la cuaderna 125 el mamparo de colisión, que corresponde a la 139, y consistieron en 10 grietas entre 140 y 400 mm. de longitud, centradas con respecto a las cuadernas o ligera-

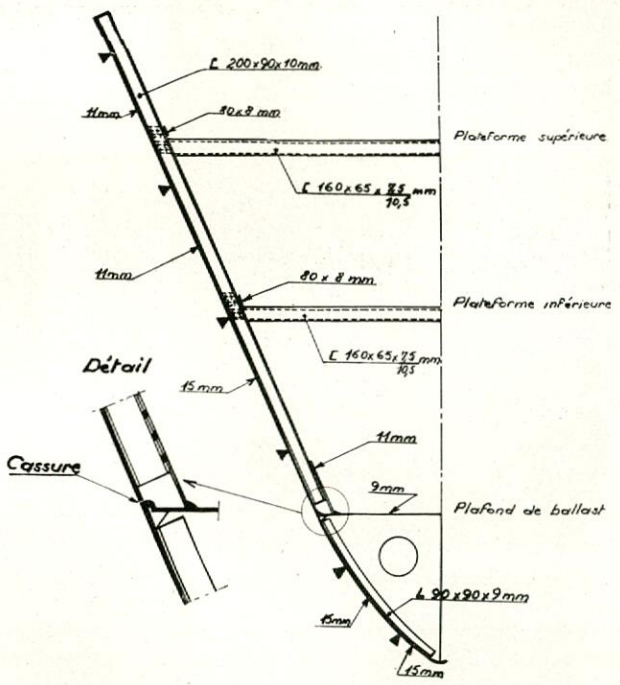


Fig. 1.

mente desplazadas hacia proa, a la altura de la soldadura que une la tapa de doble fondo con el forro. Además, se produjeron fisuras junto a 14 remaches de unión de las cuadernas de esta zona con el forro, en la zona comprendida entre el doble fondo y la cubierta plataforma siguiente.

En la figura 2 puede verse el aspecto de estas grietas y fisuras. El origen de estas averías puede achacarse a la fatiga del material después de tres años de servicio (1953 a 1956), originada por el movimiento de cabezada (aunque en el informe no lo indique, puede pensarse, por la zona en que está situada la avería, en pantocazos o acción local del macheteo) que mediante soli-

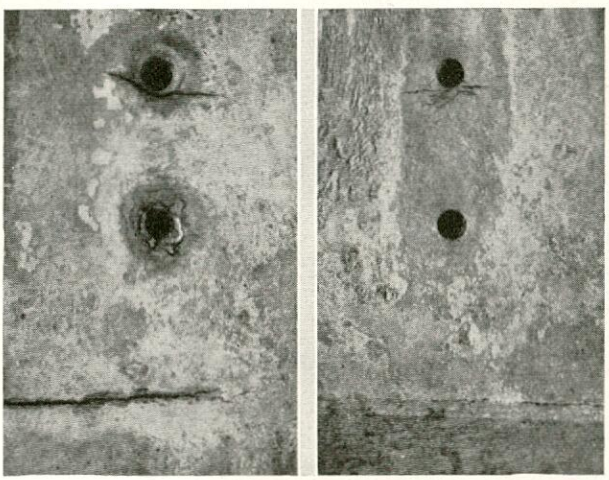


Fig. 2.

citaciones de flexión en el forro de la zona averiada, debieron producir las tensiones verticales, causa de la avería.

Probablemente se hubieran evitado estas grietas si la cartela de unión del doble fondo a la cuaderna hubiera sido de otro tipo que hubiera proporcionado mayor rigidez.

El segundo caso se refiere a un buque de guerra, probablemente del tipo de un destructor con castillo largo continuado por una caseta central que puede suponerse rígidamente unida al castillo, por estar la junta de dilatación a popa de la fractura.

Las fracturas se produjeron en la cubierta a 5 por 100 de la eslora a proa de la sección media, y alrededor de una cartela de unión del costado de babor de la caseta (en el lugar donde hay un refuerzo vertical) con dicha cubierta; iniciándose en la unión con una eslora que corre por debajo de cubierta a lo largo de dicho costado de la caseta.

La rotura fué de pequeña extensión, relativamente, y se observó después de seis meses de servicio, cuando el buque navegaba con mar por la aleta de babor, con olas de una longitud aproximadamente igual a la eslora del buque y alturas de 8 a 10 m.

La avería puede ser achacada a la excesiva rigidez de

la unión del castillo a la caseta, que al flexar el barco por efecto de la mar, hubo de producir un efecto de penetración y distensión alternados sobre la cubierta; efecto que podría calificarse de punzonado por realizarse precisamente por el refuerzo vertical del costado de la caseta.

Cuando se observó la grieta se hicieron unos taladros en sus extremos para evitar que se propagara y se cortó con soplete la cartela de unión de la caseta con la cubierta; después de lo cual, y aunque el buque siguió navegando en mar gruesa durante dos días más, no se observó ningún aumento de la avería.

Llegado a puerto se dispuso una unión elástica en dicha zona entre la caseta y la cubierta, con lo que aparentemente se ha solucionado el problema.

El tercer caso es el de una rotura en un petrolero de 158,5 m. de eslora entre perpendiculares y 20,5 m. de manga. La avería se produjo después de unas 39.500

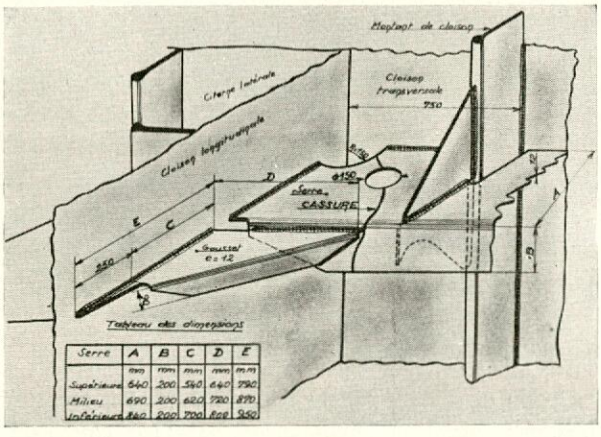


Fig. 3.

horas de mar y se hizo notar cuando navegaba por el Atlántico, en 1957, por medio de ruidos anormales en la región de los tanques de carga.

En efecto, las grietas se produjeron como se indica en la figura 3, que representa los refuerzos transversales de unión entre un mamparo longitudinal y uno transversal. Hay tres planos de estos refuerzos en cada tanque, produciéndose las grietas en los refuerzos superiores y centrales, en número de 127. Todas ellas eran del tipo indicado, teniendo el aspecto que se indica en la figura 4, es decir, produciéndose alrededor de la soldadura que une el refuerzo del mamparo transversal con la cartela que une dicho refuerzo con el mamparo longitudinal. Se supone que al no estar dicha soldadura

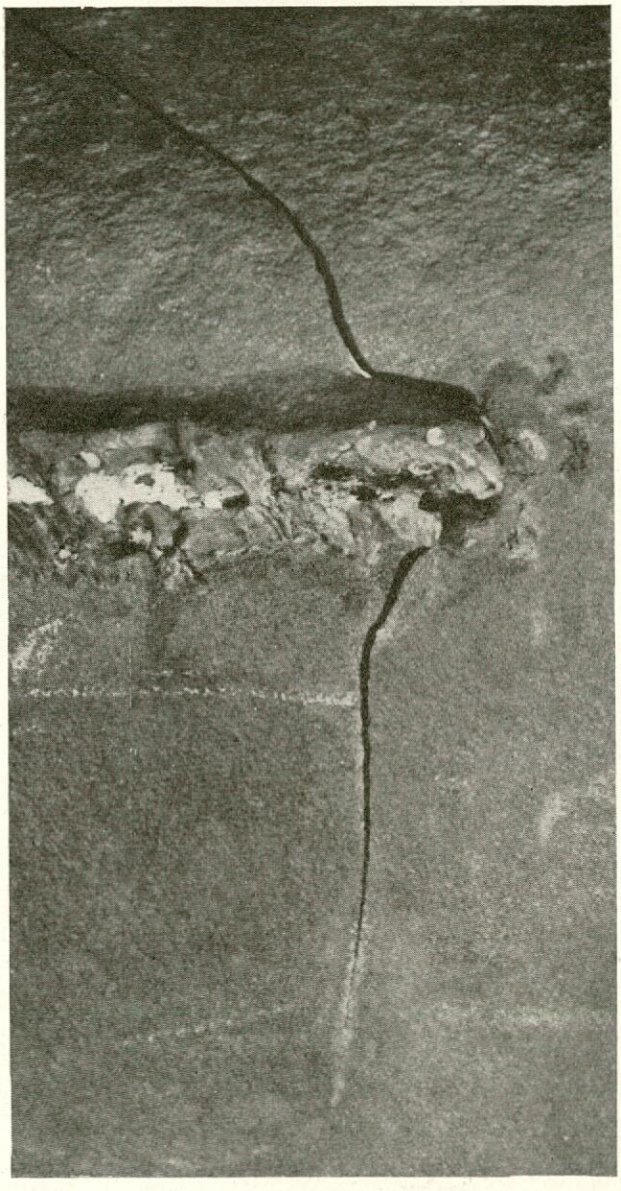


Fig. 4.

en el mismo plano que el refuerzo, se produjeron en la faldilla solicitaciones de flexión al cargar sobre el mamparo los efectos de inercia de la carga líquida, durante el movimiento de cabezada del buque.

INFORMACIÓN DEL EXTRANJERO

REACTORES REFRIGERADOS POR GAS PARA BARCOS

A finales del pasado mes de agosto, la General Dynamics Corporation anunció que en sus laboratorios John Jay Hopkins de Ciencia Pura y Aplicada, había alcanzado la criticidad un nuevo experimento nuclear que se utilizará para estudiar las características nucleares del Maritime Gas Cooled Reactor (MGCR).

El nuevo conjunto crítico se ha construído para el estudio de los reactores moderados por óxido de berilio. Se utilizará para proporcionar los datos físicos fundamentales para el desarrollo del MGCR, que están realizando las divisiones de General Dynamics, General Atomic y Electric Boat para la AEC y la Administración Marítima americanas.

Inicialmente se ha utilizado grafito como moderador; después de un corto período de funcionamiento se sustituirá parte del grafito por cantidades variables de óxido de berilio.

El diseño, en forma de panal de colmena, da al conjunto gran flexibilidad y facilidad para conseguir la distribución deseada de moderador y combustible. Es posible conseguir una amplia gama de distribuciones nucleares simplemente disponiendo el combustible y el moderador en cualquiera de los 1.600 lugares distribuídos geométricamente en el panal.

El combustible está formado por hojas de aleación de aluminio-uranio muy enriquecido en U-235; también se usarán hojas con uranio empobrecido. En el centro hay una región especial que se utiliza para medir las características geométricas y nucleares de modelos de elementos combustibles y de barras de control y para compararlos con sus equivalentes de estructura normal del núcleo.

El MGCR contendrá en un solo sistema un reactor de alta temperatura, refrigerado por gas, y una turbina a gas de ciclo cerrado. Si se utilizase óxido de berilio como moderador, óxido de uranio como combustible y helio como refrigerante, el rendimiento del MGCR sería hasta del 40 por 100, con costes bajos de combustible, un proyecto seguro y un tamaño pequeño. Entre los objetivos del programa del MGCR figura el de proporcionar ventajas económicas sobre otros medios de propulsión marítima y el de conseguir, progresivamente, costes de funcionamiento más bajos.

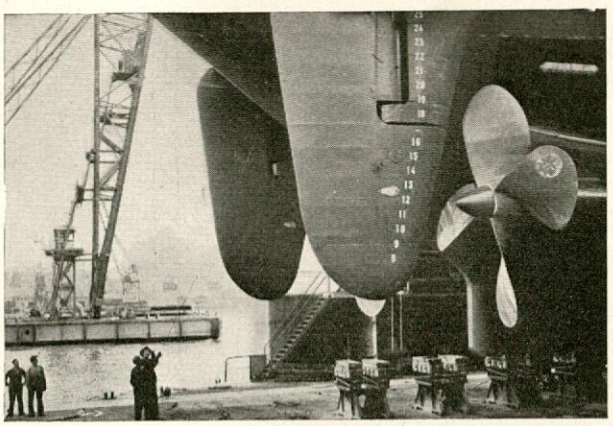
ENTREGA DEL PETROLERO "HARRY TRAPP"

El 6 de octubre ha sido entregado por Götawerken el petrolero a motor "Harry Trapp" a sus Armadores, Rederi AB Bifrost, de Gotemburgo, Suecia. Con sus 40.200 ton. p. m., es el mayor buque con matrícula de Gotemburgo.

El "Harry Trapp" ha sido construído con arreglo a la más alta clasificación del Lloyd's Register y tiene las dimensiones principales siguientes:

Eslora total	213,4 m.
Manga de trazado	29,3 m.
Puntal de trazado	14,7 m.
Calado medio al franco bordo de verano.	10,9 m.

El barco va equipado con dos motores diesel Götawerken, desarrollando una potencia total de 19.000 BHP. Cada motor acciona su hélice. Tiene la particularidad



de llevar detrás de cada hélice un timón. Dicha disposición ha sido adoptada para mejorar la maniobrabilidad a velocidades reducidas, como por ejemplo en el paso del Canal de Suez.

Los motores son de tipo fundido, y de 8 cilindros, con 760 mm. de diámetro y 1.500 mm. de carrera. A 112 revoluciones p. m. desarrollan entre los dos 19.000 BHP.

El barco ha sido construído para 17 nudos en plena carga. No obstante, durante las pruebas se consiguió con el barco completamente cargado una velocidad media de más de 17,5 nudos.

La capacidad de los tanques es de unos 55.000 m^3. El barco dispone de ventiladores de tanque del tipo diseñado por Götawerken.

La instalación eléctrica está realizada a base de corriente alterna, 440 V, trifásica, 60 ciclos. Para el alumbrado, no obstante, el voltaje es de 115 V, conseguido por cuatro transformadores. El suministro de energía se efectúa por medio de cuatro generadores, tres de 320 KVA, accionados por motores Götawerken de seis cilindros y uno de 140 accionado a vapor.

OXIGENO PARA RESPIRAR EN ESPACIOS AISLADOS DE LA ATMOSFERA

En el "Stanford Research Institute" de California, Estados Unidos, se están realizando investigaciones para el suministro de oxígeno a tripulantes de espacios totalmente aislados de una posible fuente exterior.

La utilización de estos sistemas de suministro se puede emplear en naves espaciales o submarinos propulsados por energía nuclear.

La idea consiste en aprovechar la acción de fotosíntesis o clorofílica que realizan las plantas disociando el CO_2 de la atmósfera para absorber el carbono y dejar libre el oxígeno.

Evidentemente, no se pueden transportar plantas superiores con este objeto, pero se puede conseguir lo mismo por medio de algas u otras plantas elementales.

Las investigaciones se realizan con uno de esos tipos de plantas que crecen en aguas estancadas, que tienen la particularidad de poderse desarrollar sobre superficies soporte (como papel secante), donde se alimentan por capilaridad. Colocando una serie de placas sumergidas por uno de sus costados en agua provista de las materias que necesiten para su alimentación estas plantas, podría conseguirse en un espacio relativamente reducido (2,5 m^3) el generador del oxígeno a partir del CO_2 que necesita un hombre, pudiendo utilizarse durante un período indefinido.

Este volumen es todavía excesivamente grande, pero se sigue investigando para poderlo reducir.

HIDROGENO EN LOS ACEROS

En el Reino Unido se usa una nueva técnica para medir el hidrógeno disuelto en los aceros. Para ello se utiliza un gas inerte, el argón, que circula por encima de la muestra metálica, que se calienta en un horno. El gas desprendido se hace pasar a lo largo de una célula sensible de hidrógeno, y el resultado se inscribe directamente por un dispositivo eléctrico. Puede apreciarse en quince minutos, según se asegura, una parte de hidrógeno en un millón de partes de metal.

PROTECCION CONTRA LA OXIDACION MEDIANTE LA "GALVANIZACION EN FRIO"

Desde algún tiempo se encuentran en venta en Alemania preparados antioxidantes formados por mezclas de metales pulverizados en un barniz de plástico. El principio de la protección de superficies mediante capas de plástico ha sido mejorado por la adición de metal pulverizado. Ensayos practicados en Gran Bretaña por la Empresa de Gas en Francfort (Meno) sólo han dado resultados positivos hasta la fecha. Este proceso anticorrosivo también se ha dado en llamar "galvanización en frío", ya que, por una parte, la capa protectora es tan duradera como otra electrolítica, y por otra parte, porque las reacciones químicas entre la capa protectora y la superficie metálica reducen la oxidación ya iniciada.

EXPOSICION NAUTICA

Del 4 al 14 de enero de 1961 se celebrará en Londres la mayor exposición náutica internacional, en la que se podrán contemplar desde los chinchorros a vela y canoas infantiles hasta modernos buques trasoceánicos, aparte de numerosos elementos para la Marina Mercante y deportes náuticos.

Una información más detallada o concreta sobre dicha Exposición puede facilitarla el Secretariado de la Ship and Boatbuilders National Federation, 23 Knightsbridge, London, S. W. I., Inglaterra.

NUEVO REVESTIMIENTO PARA CUBIERTAS

Un nuevo revestimiento para cubiertas, a base de las epoxi-resinas "Unión Carbide", ha dado un aspecto moderno a la goleta de tres palos oceanográfica "Vema", de 61,57 m. de eslora, construída hace treinta y siete años. Este buque, de investigación oceanográfica, de fama mundial y perteneciente al Observatorio Geológico Lamont, de la Universidad de Columbia, de la ciudad de Nueva York, se encuentra ahora en su décimosexta expedición, durante la cual cincunnavegará el Océano Antártico para obtener datos científicos, que han de contribuir notablmente al conocimiento de esa región.

El revestimiento de epoxi-resina para la cubierta de acero fue elegido, ya que era necesario que el material protegiera la cubierta de acero contra la corrosión por el agua salada, la acción del sol y los extremados cambios de temperatura que se encuentran al navegar desde el Océano Antártico, con temperaturas inferiores a la de congelación, a los trópicos, con temperaturas de 54° C.

Otra condición necesaria era la de disponer de una superficie no resbaladiza y sin peligro, dada la naturaleza de las misiones del "Vema", lo que se ha conseguido con una sustancia abrasiva adicionada a la epoxi-resina y que proporciona una superficie antideslizante extremadamente efectiva.

INFORMACION NACIONAL

PRUEBAS DEL B/T. "RIO CUBAS"

El día 3 de septiembre último tuvo lugar en el muelle de Cádiz la entrega oficial a la Empresa "Transportes de Petróleos, S. A.", de Santander, del buque petrolero "Río Cubas", construído por la Sociedad Española de Construcción Naval en su Factoría de Matagorda. Este buque hace el número 92 de los construídos en dicha Fastoría y es gemelo del "María de los Dolores".

El buque tanque citado tiene clasificación del Lloyd's Register of Shipping y sus características principales son las siguientes:

Eslora entre perpendiculares ...	172,140 m.
Manga de trazado	21,674 m.
Puntal de la cubierta principal.	11,925 m.
Calado de carga	9,145 m.
Desplazamiento a plena carga.	25.921 ton.
Peso muerto	19.504 ton.

La instalación propulsora comprende un motor Diesel Constructora Naval-Burmeister & Wain de 8.750 B. H. P. a 115 revoluciones. El equipo propulsor de este

Pruebas de mar.

petrolero ha sido construído por la Factoría de Sestao de la Sociedad Española de Construcción Naval.

Durante la mañana del día anterior a las pruebas se efectuaron las de consumo y las de timón y fondeo, y a primera hora de la tarde del día 3 tuvieron lugar las pruebas oficiales de velocidad sobre la Base Oficial de Rota.

La velocidad media sin sobrecarga fué de 15,5 nudos.

BECAS DEL BRITISH COUNCIL

El Instituto Británico en España ha remitido a la Asociación de Ingenieros Navales la siguiente nota:

El Consejo Británico se complace en ofrecer becas para españoles que deseen realizar estudios de especialización en el Reino Unido durante el año académico 1961-62.

Scholarships.

Estas normalmente son de un año académico (diez meses, octubre-julio), pero para un estudio que requiera más tiempo, para completarse la beca, puede ser de dos años académicos (veintidós meses), y los interesados en una beca de este tipo deben indicarlo claramente en su solicitud.

Las becas incluyen el costo del viaje al Reino Unido, ida y vuelta, los derechos de los cursos a seguir, manutención, algunos libros o instrumentos de trabajo y el costo de viajes de estudios dentro del Reino Unido. Los candidatos que dispongan de recursos propios son invitados a contribuir, en la medida que les sea posible, al costo de la beca.

Bursaries.

Estas son becas de corta duración, normalmente de uno o dos meses, destinadas para estudios específicos que puedan realizarse en este tiempo.

El costo del viaje corre por cuenta del becario, y en ciertos casos la beca puede constar solamente de una contribución del Consejo Británico al gasto total de la visita.

I.—*Información general.*

Pueden presentarse como candidatos los graduados universitarios y de las Escuelas Técnicas Superiores, y también los que, sin tener título universitario, siguen una profesión establecida; por ejemplo, artistas, músicos, pedagogos, enfermeras, etc. Los candidatos pueden ser de uno u otro sexo. Se da preferencia, en general, a los que tengan entre veinticinco y treinta y cinco años de edad.

En todos los casos es condición indispensable que los interesados tengan el suficiente conocimiento de inglés para seguir sus cursos y también obtener todo el provecho posible de su permanencia en el Reino Unido. Sobre este particular deberáan ser aprobados por el Representante del Consejo Británico.

Los candidatos podrán escoger cualquier ramo de estudio, pero deberán precisar el tema del mismo y apoyar la solicitud con pruebas de su aptitud para tales estudios especializados.

Los becarios serán asignados a universidades u otras instituciones de estudios superiores, o bien a hospitales o clínicas, empresas municipales, organizaciones sociales, etc., según mejor convenga a su especialización. Para profesores de inglés hay cursos especiales de Lengua, Literatura, Fonética, etc., y al final del año los que los hayan seguido podrán presentarse a examen para el correspondiente diploma universitario.

La selección inicial se hará en España y se transmitirá al Consejo Británico en Londres, cuya decisión se anunciará a tiempo para permitir que los becarios lleguen al Reino Unido en el momento indicado para sus estudios.

II.—*Reglamento.*

(No se copia aquí el Reglamento, del que los interesados pueden informarse en los lugares que más abajo se indican.)

III.—*Presentación de las solicitudes.*

El candidato presentará los siguientes documentos antes del 7 de diciembre de 1960:

a) Cinco formularios de solicitud, cuatro llenados en inglés y uno en castellano. Los formularios pueden obtenerse en los Institutos Británicos de Madrid (Almagro, 5), Barcelona (Generalísimo Franco, 530), Sevilla (Federico Rubio, 12) y Valencia (Pascual y Genís, 12).

b) Cinco copias de una carta escrita por el candidato en inglés, especificando la materia exacta que quiera estudiar, los detalles de su carrera profesional y el trabajo a que piense dedicarse cuando regrese. En particular, deberá determinar con toda precisión y detalle el estudio exacto que quiera realizar.

c) Una copia, fotográfica si se prefiere, de su título universitario o diploma.

d) Un certificado de estudios universitarios, si lo tiene.

e) Ejemplos o fotografías de su trabajo, en el caso de candidatos de Bellas Artes.

f) Sendas referencias por escrito de dos personas idóneas que puedan atestiguar las cualidades personales e intelectuales del candidato.

g) Una copia de su partida de nacimiento.

h) Cinco fotografías, de un tamaño no mayor de 7 cm. por 5 cm., firmadas y fechadas al dorso.

Nota.—No se debe mandar documentos originales, y el Representante del Consejo Británico no se compromete a devolver la documentación.

Se ruega a los candidatos que al entregar sus solici-

tudes, o antes de hacerlo, se entrevisten con el encargado de las becas en los mencionados Institutos, para que éstos puedan informar al Comité de Selección sobre sus conocimientos de inglés. En los mismos Institutos se atenderá cualquier consulta relacionada con estas becas y se recibirán las solicitudes antes del 7 de diciembre de 1960.

Visits.

En ciertos casos el Consejo Británico puede facilitar las visitas al Reino Unido de especialistas españoles, los cuales son invitados, al proyectar tales visitas, a ponerse en contacto con los Directores de los Institutos Británicos.

NUEVO INSPECTOR DEL LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

El señor G. J. Thomas, Inspector Principal del Lloyd's para Escocia, ha aceptado el nombramiento de Inspector Principal para España, y tomará posesión de su cargo a principios del año próximo. El actual Inspector Principal para España, Sr. G. Dixon, regresará al Reino Unido a petición propia.

ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES

JUNTA GENERAL ORDINARIA DE ASOCIADOS

La Asociación de Ingenieros Navales celebrará su Junta General ordinaria el viernes día 9 de diciembre próximo, a las cinco de la tarde, en primera convocatoria, y a las cinco y media, en segunda, en el Salon de Actos del Instituto de Ingenieros Civiles de España, General Goded, 38, con arreglo al siguiente orden del dia:

1.° Lectura y aprobación, si procede, del Acta de la Junta General anterior.

2.° Exposición de las actividades de la Asociación durante el año 1960.

3.° Entre del premio de 5.000 pesetas instituído por la Asociación para el mejor artículo publicado en la Revista INGENIERÍA NAVAL durante el año 1959.

4.° Lectura y aprobación, en su caso, de los estados de cuentas de la Asociación y de la Revista, correspondientes al ejercicio económico de 1960 y presupuestos para el ejercicio de 1961.

5.° Ruegos y preguntas.

6.° Renovación de los siguientes cargos de la Junta Directiva (Art. 44 del Reglamento): Presidente, Tesorero, Vicesecretario, y los Vocales residentes en Madrid, Barcelona, El Ferror del Caudillo, Gijón, Santander y Valencia.

Se ruega a los señores Asociados que no puedan asistir a la Junta, remitan su voto en la forma que establece el artículo 23 del Reglamento, que dice así: "Los socios titulares que no puedan concurrir a la Junta General, podrán remitir su voto u opinión sobre los puntos que figuran en el Orden del Día, en sobre cerrado, firmado claramente en su exterior."

NOTAS.—Con motivo de la Asamblea se celebrará un almuerzo, siendo conveniente que aquellos Ingenieros Navales que piensen asistir lo comuniquen antes del día 2 del próximo diciembre, a la Secretaría de la Asociación.

Después de la Junta hará una exposición sobre un tema de actualidad el Ingeniero Naval, Director general de Comercio Exterior, Ilmo. Sr. D. Gregorio López Bravo.

BOTADURA DEL PETROLERO "CAMPOGULES"

El 22 de octubre ha sido botado en los astilleros de la Unión Naval de Levante el petrolero "Campogules" para la CAMPSA.

Sus características principales son:

Eslora	137,50 m.
Manga	17,22 m.
Puntal	9,83 m.
Desplazamiento	13.200 tons.
Velocidad	14 nudos.

BOTADURA DEL MINERALERO "ARRABIO" Y ENTREGA DEL "ENSIDESA"

El día 22 de octubre ha sido botado en astilleros de Cádiz el buque mineralero "Arrabio", gemelo del "Ensidesa", cuyas pruebas oficiales y entrega tuvieron lugar el 8 del mismo mes.

El buque "Arrabio" fue bendecido por el Obispo de la Diócesis de Cádiz-Ceuta, don Tomás Gutiérrez Díez, y actuó de madrina doña Phyllis Blandy de Meléndez, esposa del Almirante don Fernando Meléndez, Comandante general del Arsenal de La Carraca.

Las características principales de estos buques son:

Eslora	116,60 m.
Manga	15,60 m.
Puntal	9,83 m.
Calado en carga	6,75 m.
Peso muerto	6.400 tons.
Registro bruto	4.700 TRB.
Velocidad en servicio	125 nudos.
Tripulación	31

BECAS DE ESTUDIO EN EL EXTRANJERO DE LA FUNDACION JUAN MARCH

El Consejo de Patronato de la Fundación Juan March ha aprobado la siguiente convocatoria:

I.—*Objeto de la convocatoria.*

Las becas de estudios en el extranjero Fundación Juan March, año 1960, serán adjudicadas a los españoles que reuniendo, a juicio exclusivo de los Jurados seleccionadores, las condiciones adecuadas, deseen realizar fuera de España un trabajo, estudio o investigación de relevante interés, relativo a algunas de las siguientes ramas:

Grupo I. Estudios técnicos e industriales.
Grupo II. Matemáticas, Físicas y Químicas.
Grupo III. Ciencias Naturales y sus aplicaciones.
Grupo IV. Ciencias Médicas.
Grupo V. Ciencias jurídicas, Sociales y Económicas.
Grupo VI. Ciencias Sagradas, Filosóficas e Históricas.
Grupo VII. Literatura.
Grupo VIII. Bellas Artes.

II.—*Dotación de las becas.*

Se asigna para nutrir esta convocatoria de becas la cifra máxima de dólares U. S. A. 200.000. La fijación del número de becas, así como la dotación de cada una, incumben a los respectivos Jurados seleccionadores.

Cada beca estará dotada con una cantidad mensual no inferior a 120 dólares ni superior a 300 dólares.

El pago de las becas se efectuará por trimestres anticipados.

Los Jurados quedan facultados para, dentro de los límites señalados, establecer el importe de cada beca, atendiendo a circunstancias excepcionales respecto al coste de vida del país donde hayan de efectuarse los trabajos, a las facilidades de residencia del becario, a la duración de la beca, etc.

Con independencia del estipendio anteriormente señalado, la Fundación abonará los gastos de ida y regreso del becario al centro de trabajo. El coste de los referidos viajes deberá ser tenido en cuenta por los Jurados al distribuir la dotación, a fin de que no se rebase la cantidad total de 200.000 dólares U. S. A. presupuestada para la presente convocatoria.

III.—*Distribución de la dotación.*

Para los grupos señalados en la base I se asignan las siguientes cantidades:

a) Grupos I, II, III y IV: 150.000 dólares.
b) Grupos V y VI: 31.000 dólares.
c) Grupo VII: 4.000 dólares.
d) Grupo VIII: 15.000 dólares.

La distribución de las dotaciones dentro de cada grupo incumbe exclusivamente a los Jurados seleccionadores.

IV.—*Condiciones de los becarios.*

Podrán optar a las becas de los Grupos I al IV, ambos inclusive, los españoles que estén en posesión de un título superior de Facultades universitarias, civiles o eclesiásticas, o de Escuelas y Academias especiales o superiores, siempre que conozcan suficientemente el idioma del país para el que obtengan la beca.

A las becas comprendidas en los Grupos VII y VIII podrán optar los españoles que profesionalmente se dediquen al cultivo de la Literatura o las Bellas Artes.

Excepcionalmente, podrán ser becarios quienes no reuniendo las antedichas condiciones, tengan méritos suficientes para ello a juicio de los Jurados.

V.—*Documentación.*

Para concurrir a la convocatoria, los solicitantes deberán remitir a la Fundación los documentos que se indican, por el orden siguiente:

1.º Instancia en la que consten, el nombre, apellidos, nacionalidad y domicilio del concursante y la designación específica del grupo en que deseen ser clasificados, según el impreso que facilitará la Fundación.

2.º Certificado de reconocimiento médico acreditativo de que el concursante no padece enfermedad o defecto físico que le impida realizar el trabajo para el que solicita la beca.

3.º "Curriculum vitae" del concursante.

4.º Memoria relativa al trabajo, estudio o investigación que se proponga realizar, en la que se especificarán el enunciado del tema, el plan de actuación y los medios con que se cuenta o se juzguen precisos para su realización.

5.º Lugar y centro o centros en que haya de realizarse el trabajo, estudio o investigación, y, en su caso, profesor o profesores que hayan de dirigirlo, debiendo acreditarse documentalmente que el candidato será admitido en dicho centro o centros, y por los referidos profesor o profesores, en fechas determinadas, si obtuviere la beca.

6.º Fecha en que desee iniciar el trabajo objeto de la beca y duración del mismo.

7.º Para los grupos I al VI, ambos inclusive, certificación acreditativa de que el becario conoce suficientemente el idioma que haya de utilizar. Si el candidato seleccionado no poseyere tal certificación habrá de realizar una prueba de aptitud en Madrid, a la que será llamado oportunamente.

8.º Para los grupos I al VI, ambos inclusive, certificación académica personal de los estudios realizados, en la que se consignarán expresamente las calificaciones obtenidas.

9.º Relación de becas o pensiones en España o en el extranjero que el solicitante haya disfrutado con anterioridad; características de las mismas e indicación, en su caso, de si tiene concedida alguna beca o pensión o se halla en tramitación alguna solicitud relativa a las mismas. Si el solicitante hubiere disfrutado

con anterioridad alguna beca o pensión deberá aportar la Memoria del trabajo realizado o la oportuna certificación del organismo que hubiese otorgado dichas pensiones o becas, acreditativa de que el becario o pensionado realizó su labor satisfactoriamente.

10. Declaración jurada de que ningún compromiso anterior o ningún proyecto actual o futuro (como oposiciones, concursos, etc.) impedirán al becario el cumplimiento del trabajo, estudio o investigación objeto de la beca dentro del plazo fijado.

11. Cuatro fotografías recientes del concursante, de tamaño carnet y firmadas al dorso.

12. Todos los demás documentos que estimen pertinentes, los cuales lese serán devueltos, si así lo hubieran solicitado en la instancia.

VI.—*Obligaciones de los becarios.*

Los becarios estarán obligados:

1.° A permanecer en el lugar de trabajo propuesto durante el tiempo íntegro para el que se concedió la beca, salvo casos excepcionales, justificables ante el Consejo del Patronato, y, en caso contrario, a devolver el importe íntegro de la beca.

2.° A presentar certificación de las autoridades académicas o profesionales del centro, en que hayan desarrollado sus trabajos, acreditativa de la asiduidad y competencia empleada en los mismos.

3.° A remitir a la Fundación mensualmente un avance o declaración suficientes respecto de los trabajos, estudios o investigaciones realizadas durante el mes.

4.° A presentar a la Fundación, por duplicado, dentro de los dos meses siguientes a la terminación de la beca una una Memoria completa de la labor realizada.

VII.—*Indivisibilidad de las becas.*

Las becas son indivisibles y sólo se concederán individualmente a personas físicas.

El disfrute de la beca de la Fundación es incompatible con el de cualquier beca, pensión o ayuda concedida por otra persona o institución.

VIII.—*Plazo de presentación de la documentación.*

La documentación deberá presentarse en las oficinas de la Fundación antes del día 15 de diciembre de 1960. De ella se remitirán seis ejemplares, uno de los cuales será original, pudiendo los demás ser copias simples, autorizadas con la firma del solicitante, o fotocopias, y deberán presentarse en seis juegos separados; cada juego compuesto de una ejemplar de cada uno de los documentos anteriormente reseñados. La Fundación no quedará obligada a la devolución de los referidos documentos.

INFORMACION LEGISLATIVA

Decreto 1830/1960 *de* 1 *de octubre, por el que se hace merced de Título del Reino, con la denominación de Marqués de Suanzes, a favor de don Juan Antonio Suanzes y Fernández.*

Los méritos extraordinarios que concurren en el Presidente del Instituto Nacional de Industria, Ingeniero Naval, excelentísimo señor don Juan Antonio Suanzes y Fernández, ex ministro de Industria y Comercio y General Inspector de Ingenieros Navales, propulsor de la ingente obra de industrialización de la nación desde los altos cargos que desde hace veinte años viene desempeñando, y que con clara visión, inteligencia, hondo sentido social y tenaz esfuerzo ha contribuído al resurgimiento y prosperidad nacionales, le hacen acreedor al reconocimiento de la patria y a que su nombre sea honrado y enaltecido.

En su virtud, dispongo:

Artículo primero. Se hace merced de título del Reino, con la denominación de Marqués de Suanzes, a favor de don Juan Antonio Suanzes y Fernández, para sí, sus hijos y sucesores legítimos, con carácter perpetuo y por el orden regular de sucesión.

Artículo segundo. El título se concede con exención de derechos fiscales hasta la segunda transmisión.

Así lo dispongo por el presente Decreto, dado en Madrid a uno de octubre de mil novecientos sesenta.

El Ministro de Justicia, *Antonio Iturmendi Bañales.*

FRANCISCO FRANCO

("B. O. del Estado" de 1 y 11 de octubre de 1960, páginas 13716 y 14151, números 236 y 244, respectivamente.)

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL

RESOLUCION de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, por la que se anuncia concurso para la provisión de plazas de Profesores del Curso de Iniciación.

("B. O. del E." de 3 de octubre de 1960, pág. 13769, número 237.)

ORDEN de 29 de septiembre de 1960 por la que se aprueba el nuevo plan de estudios del segundo año de la carrera de las Escuelas Técnicas Superiores.

Ilustrísimo señor:

A propuesta de la Junta de Enseñanza Técnica y de acuerdo con el dictamen del Consejo Nacional de Educación,

Este Ministerio ha resuelto aprobar el nuevo plan de estudios del segundo año de la carrera de Escuelas Técnicas Superiores que a continuación se indican:

"Ingenieros Navales":

1. Resistencia de materiales, 2.°
2. Electrotécnia, 1.°
3. Mecanismos y elementos de máquinas.
4. Tecnología mecánica.
5. Termodinámica.
6. Teoría del buque, 2.°
7. Prácticas de Teoría del buque, 1.°.

Por la Dirección General se dictarán las normas pertinentes para el mejor cumplimiento de cuanto se expone en la presente Orden.

Lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos.

Dios guarde a V. I. muchos años.

Madrid, 29 de septiembre de 1960.

RUBIO GARCIA-MINA.

Ilmo. Sr. Director general de Enseñanzas Técnicas.

("B. O. del Estado" de 6 de octubre de 1960, páginas 13901/13902, número 240.)

MINISTERIO DE TRABAJO

DECRETO 1845/1960 de 6 de octubre, por el que se modifican los artículos diecinueve y veinte del Reglamento de Jurados de Empresa.

("B. O. del Estado" de 11 de octubre de 1960, página 14135, número 244.)

MINISTERIO DE COMERCIO

ORDEN de 19 de octubre de 1960 por la que se concede el abanderamiento en España y su inscripción en la matrícula de Santa Isabel de Fernando Poo a la lancha a motor procedente de Douala (Cameroun), normbrada "Comyna".

("B. O. del Estado" de 28 de octubre de 1960, página 15021, número 259.)

BIBLIOGRAFIA

Marine Salvage Operations, por Edward M. Brady. Cornell Maritime Press. Cambridge (E. U.), 1960.

El autor, inspector de la United States Salvage Association Inc., dedica este libro a "todos aquellos que se dedican a este trabajo tan lleno de azares, con el deseo de que practiquen el salvamento con seguridad y puedan vivir para disfrutar los frutos de sus trabajos". Por consiguiente, esta obra está dedicada al personal que está directamente relacionado con los trabajos de salvamento —de buques varados, hundidos, o el garete— y siendo así es esencialmente práctica y no pretende tener altura teórica, ni se basa en conocimientos previamente adquiridos.

En el primer capítulo (4 páginas), se indican algunas generalidades sobre los tres tipos de salvamento antes citados.

El segundo trata del buceo y de la práctica de las actividades submarinas, dicutiéndose los métodos y equipos empleados en la actualidad. Lleno de consejos prácticos, se extiende a 18 páginas con 7 figuras.

En el capítulo tercero y bajo el epígrafe "Arquitectura Naval", se indican algunas nociones sobre la estructura del casco, extendiéndose en la soldadura, su realización y resistencia y terminado con una exposición lo suficientemente amplia de la parte de teoría del buque (estabilidad e inundación), que afecta a estos trabajos. Este capítulo se extiende a 45 páginas y tiene 28 figuras y algunas tablas.

En el capítulo cuarto se describe el equipo utilizado en los trabajos de salvamento (cabos, parches, empleo del cemento, etc.). Estando los datos y esquemas presentados de tal modo que prácticamente puede actuarse sin más información. Se extiende este capítulo a 63 páginas, con 54 figuras y varias tablas.

El capítulo quinto, "Práctica del salvamento", está dividido en partes según se trate de librar al buque de una varada, ponerlo a flote o remolcarlo a puerto.

Como complemento del anterior en el capítulo sexto, bajo el título de "diversas operaciones de salvamento, técnica y riesgos", se dan distintos detalles sobre el empleo de ciertos tipos de remolque y anclas, el transporte desde tierra, peligros debidos a los desprendimientos de gases y otras cuestiones.

Entre estos dos últimos capítulos ocupan 181 páginas y llevan 33 figuras y varias tablas, incluyéndose a continuación un glosario (inglés naturalmente) de términos utilizados en relación con estos trabajos y un apéndice con modelos de impresos u hojas a rellenar durante los mismos.

En su conjunto, este libro es muy recomendable para aquellos que trabajen en la práctica del salvamento del buque, por la cantidad de información y consejos que en él se incluyen, pues es una obra realmente práctica que no por estar escrita para gente de nivel no superior se ha llenado de generalidades o temas elementales que no son directamente aplicables y que pueden encontrarse en otras fuentes.

El libro, que tiene 237 páginas, de 22 × 15, y un total de 123 figuras, está bien presentado. Encuadernado en tela, su precio es de 8,50 dólares.