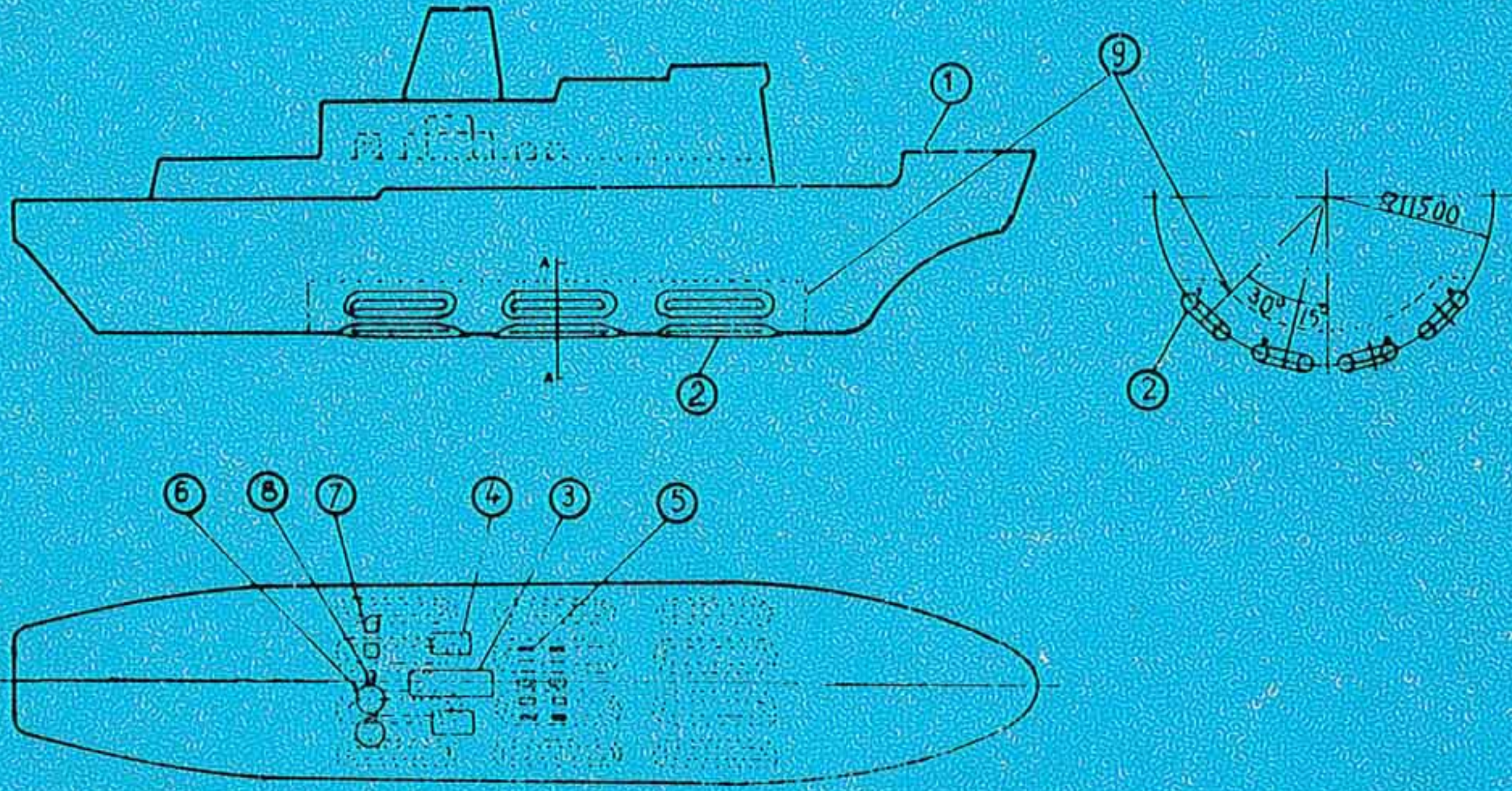




GEMİ MÜHENDİSLİĞİ

tmmob gemi mühendisleri odası yayın organı
sayı 97 Temmuz 1985



- DENİZ YAPILARINDA KORROZYON SEBEPLERİ VE KATODİK KORUMA
- GEMİ BALAST TANKLARINDA KATODİK KORUMA
- YENİ BİR GÜÇ BELİRLEME YÖNTEMİ
- EMT TİPİ GEMİ SEVK SİSTEMİ

*Burçelik A.Ş. 1969'dan beri klasik parçaları ile
Gemi İnşa Sanayinin hizmetindedir.*

A- Çapalar - Çiposuz - Union tipi

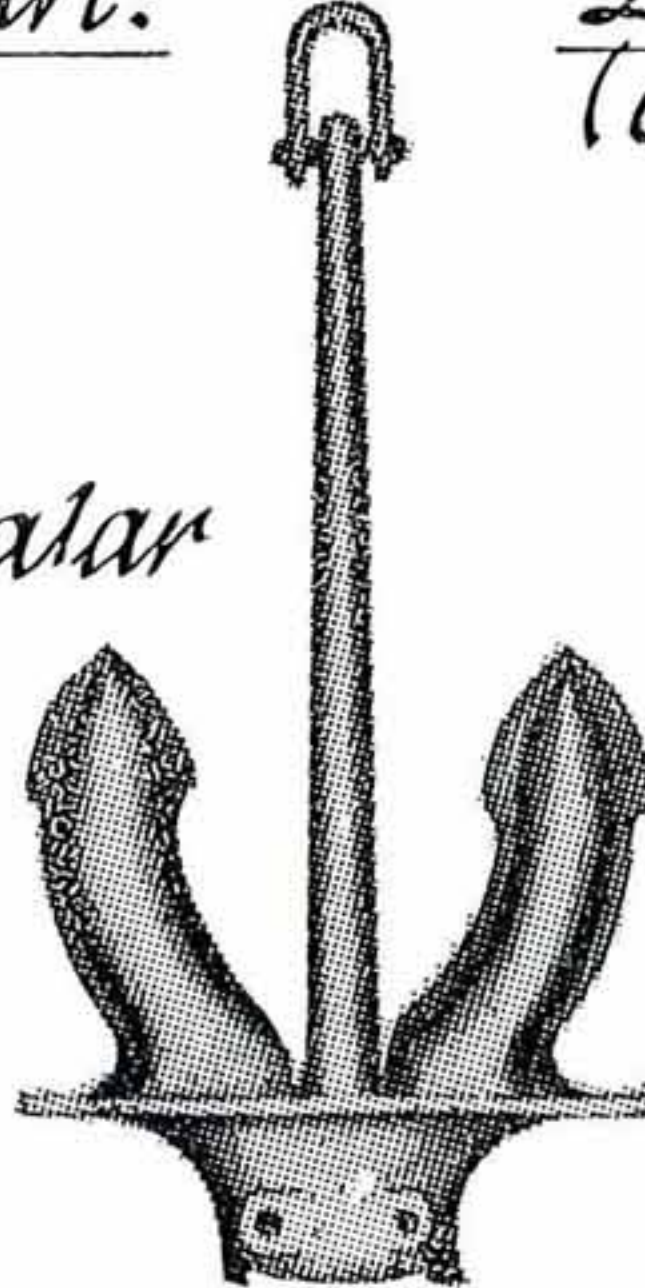
12-30-60-100-125-150-200-250-300-400-500-650-760-
900-1000-1250-1500-1750-2500-2500-3000-3500-4000-5000-6000
7000-8000-12000 - Kg. lık.

B- Lokmalı - Yekpare Zincirler

Ø 31 den Ø 102'ye kadar, yüksek mukavemetli (high strength steel) veya çok yüksek mukavemetli (extra high strength steel) malzemedendir.

C- Zincir Aksesuarları:

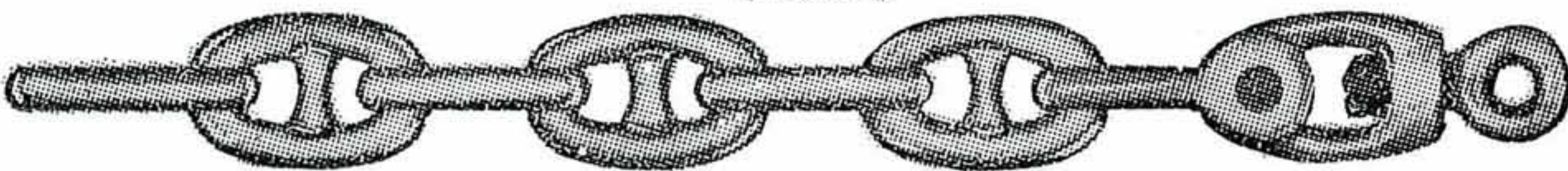
- Fırđondüler
- Çapa kilitleri
- Zincir kilitleri
- Yer halkaları, mapalar
- Örüncükler.
- Çabuk çözülmür palamar kancalar.
- QRH



D- Diğer Parçalar:

(6 ton net ağırlığa kadar)

- Saft bosaları
- Dümen bosaları
- Kort nozüller
- İskele babaları
- Valfler
- A-Braketler
- Localar
- Kurt ağızları
- Silindir kapakları.



GEMİ MÜHENDİSLİĞİ

SAYI : 97

TEMMUZ 1985

GEMİ MÜHENDİSLİĞİ

T.M.M.O.B.

Gemi Mühendisleri Odası

Adına Sahibi :

Taşkın ÇİLLİ

—0—

Yazı İşleri Müdürü :

Gündüz SANER

—0—

Yönetim Yeri :

T.M.M.O.B. Gemi Mühendisleri Odası

Meclisi Mebusan Caddesi

No. 115 - 117 FİNDIKLI/İST.

Telefon : 143 63 50

—0—

Dizgi - Baskı :

Matbaa Teknisyenleri Basımevi

Telefon : 522 50 61

—0—

Kapak Grafiği :

Ateş AYDEMİR

—0—

REKLAM ÜCRETLERİ :

Ön iç kapak	: 35.000
Ön iç kapak karşısı	: 30.000
İçindekiler sahifesi karşısı	: 30.000
Arka kapak	: 35.000
Arka kapak içi	: 30.000
Arka kapak içi karşısı	: 30.000
Tam sayfa (normal)	: 20.000

Ücretler siyah - beyaz reklam içindir,
renk farkı ayrıca alınır.

Klişe ücretleri reklam sahiplerince
ödenir.

Fiati : 500 TL.

Yıllık Abone : 2000 TL.

—0—

KURULUŞ : NİSAN 1955

İÇİNDEKİLER

Nazif Kocaman	:	Deniz Yapılarında Korozyon Sebepleri ve Katodik Koruma	3
Nazif Kocaman	:	Gemi Balast Tanklarında Katodik Koruma	11
Kadir Sarıöz	:	Yeni Bir Göç Belirleme Yöntemi	15
Selçuk Şaldırak	:	EMT Tipi Gemi Sevk Sistemi	21

TMMOB GEMİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYIN ESASLARI

GEMİ MÜHENDİSLİĞİ dergisi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları mühendislerinin meslekle ilgili bilgilerini geliştirmeyi, Ulusal Gemi İnşaatı Teknolojisine katkıda bulunmayı, Gemi Mühendislerinin özgün meslek faaliyetlerini ilgililere ulaştırmayı ve üyelerinin sosyal yaşamlarını zenginleştirmeyi amaçlayan, TMMOB Gemi Mühendisleri Odasının 3 ayda bir çıkan yayın organıdır.

G.M.O. YAYIN KURULU

Behçet Tuğlan	(Baş Editör)
Haluk Kaya	(Koordinatör)
Ohannes Özçelik	(Üye)
Ayhan Sarıdikmen	(Basım İşleri Sorumlusu)
Cemâl Bulut	(Finansman Sorumlusu)
Ömer Gören	(Üye)

Yazılarının GEMİ MÜHENDİSLİĞİ dergisinde yayınlanmasını isteyen yazarlar, yazılarını - orijinal çizim ve resimleri de içeren - 2 kopya halinde Baş Editör adına Gemi Mühendisleri Odasına yollamalıdır. Orijinal çizim ve resimler, yazı dergide çıkmadan evvel yazarına geri verilemez.

Yazılar açık ve anlaşılır bir dille ve daktilo ile 2 satır aralığı bırakılarak yazılmış olmalıdır. Çizimler aydınlar kağıdına siyah çini mürekkep ile çizilmeli ve aydınlar üzerine kurşun kalem ile hangi şekil olduğu ve alt yazısı belirtilmelidir. Eğer varsa, fotoğraflar parlak kağıda çekilmiş olmalı ve açıklayıcı bilgi kurşun kalem ile resmin arkasında verilmelidir. Referans listesi, yazının sonunda alfabetik sıraya göre düzenlenmelidir.

Yayın kurulu Editörlüğü tarafından, yayınlanması uygun görülen yazılar için telif hakkı olarak — üniversiteler yayın yönetmeliği esaslarına göre saptanan — "stanrad sayfa" başına 1000 TL. ödenir. Tercüme yazılar için bu ödeme 750 TL. dir. Yazarlar, yazılarının daktilo ve çizimlerini Oda aracılığı ile yaptırmak istediklerinde, daktilo ve çizim için harcanan tutar telif hakkından düşülür.

Deniz Yapılarında Korrozyon Sebepleri ve Katodik Koruma

Nazif KOCAMAN(*)

GENEL :

Korrozyon çevre şartları ile kimyasal ve elektro kimyasal reaksiyonlar sonucu metalin yüzeyden itibaren bozulup harap olması şeklinde tanımlanır.

Yazıda önce elektrokimyasal reaksiyon sonucu oluşan korrozyon tariflendikten sonra çelik tekne su altı korrozyon başlangıç sebepleri, devamı ve tekne koruması için oluşturulması gereken galvanik çiftlerin dizayn şekli ve hesaplanma yöntemleri açıklanacaktır.

Aktif potansiyele sahip bütün metallerin atomik olarak stabil duruma geçme

Bu tariflemeye göre reaksiyon özelliği fazla olan metaller diğerlerine nazaran veya diğer materyallere nazaran daha korroziftirler (plastik, beton, ağaç vs.).

Metaller korrozyona göre klaslanırken bu dış aktivasyon ve iç potansiyele göre yapılır.

Islak alanlarda katodik koruma :

İki metal iletken bir elektrolitik vasıtası ile birbirine elektriki olarak irtibatlandırılırsa farklı potansiyele sahip elektron akışı gerçekleştirecektir. Daha az aktif metal katot diğeri ise anot olacaktır. Deniz suyu elektrolitik olarak bu akışı başlatacak niteliktedir.

Deniz suyuna maruz metaller için galvanik potansiyel tablosu :

Metal	Potansiyel*
Magnezyum	-1,48 Volt
Aliminyum 3S - H	-1,03 »
İnşaatdemiri Karbon çeliği	-0,61 »
Dökme demir	-0,61 »
Paslanmaz çelik 430 tipi %17 Cr	-0,57 »
Paslanmaz çelik 304 tipi %18 Cr %18 Ni	-0,53 »
Piring	-0,40 »
Bakır	-0,36 »
Aliminyum	-0,32 »
Nikel	-0,20 »
Titanyum	-0,15 »
Gümüş	-0,13 »

eğilimleri dengesiz metal ile daha dengeli metal ya da alaşımlar arasında oluşturdukları galvanik hareket korrozyonu doğuracaktır. Muhakkak bu eğilim soy metallerde asgari düzeydedir.

(*) Gemi İnşaatı ve Gemi Mak. Müh., UM Denizcilik A.Ş., İstanbul.

* (Değerler tesbit edilirken referans elektrodu olarak kullanılan bakır/bakırsülfat pili değerine -0,075 V ilave edilerek bulunmuştur.)

Anodun besleyici akımı elektrolit içindeki iyonları çözme derecesine vardığında katot ile anot arasındaki elektron akımı başlarken katot negatif anot aktif polariteye ulaşacaktır.

Bu yüzden bir metal korrozyona maruz kalmış ise veya korrozyona karşı korunacaksa prensip olarak negatif şarjlı elektronlarla beslenmelidir.

Farklı elektro kimyasal karaktere sahip tekne su altı alanları düzenli muntazam boya ve bakım ister. Bunun yanı sıra katodik koruma da aynı ölçüde gereklidir.

Korrozyon başlangıcı yapan iki ana etken su ve oksijendir. Bunlar tekne boya filmine zamanla nüfuz ederek paslanmayı başlatır. Buradaki farklılık genellikle demir, zincir, rıhtım gibi etkenler sürtünmeden dolayı lokal olarak daha hızlı korrozyon başlangıç noktaları oluştururlar.

Çelik tekne ve deniz suyu arasındaki siper olan boya durumu, suyun sıcaklığı, geminin hızı ve diğer faktörler korrozyonun başlamasında önemlidirler. Bu kapalı mekanizma içerisinde su ve içindeki çözülmüş haldeki iletken moleküller oksijen ve çeliği atomik boyutta kısa devre yapmaya meyleder.

Islak alanlar üzerindeki elektron bileşikleri su ve moleküller oksijenle katodik çift oluştururlar ve sonuçta çelik anodik duruma geçer.

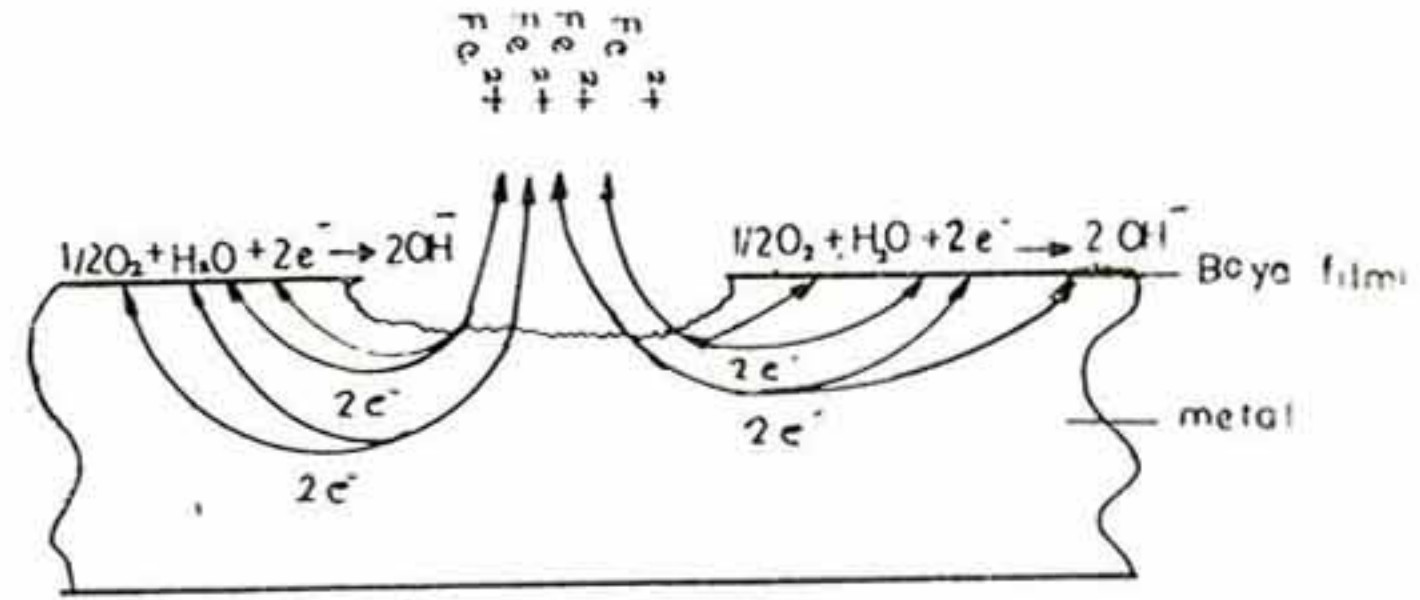
Elektro kimyasal reaksiyonla çelik çözülmeye başladığında ferrous iyonlarıyla ayrılan elektron sayısı metalde artarak yayılmaya başlar.

Çelik üzerine yerleştirilecek daha aktif metal çeliği katodik duruma geçirerek çeliği korumak veya korrozyonun olduğu lokal elektriksel akım alanlarını saf

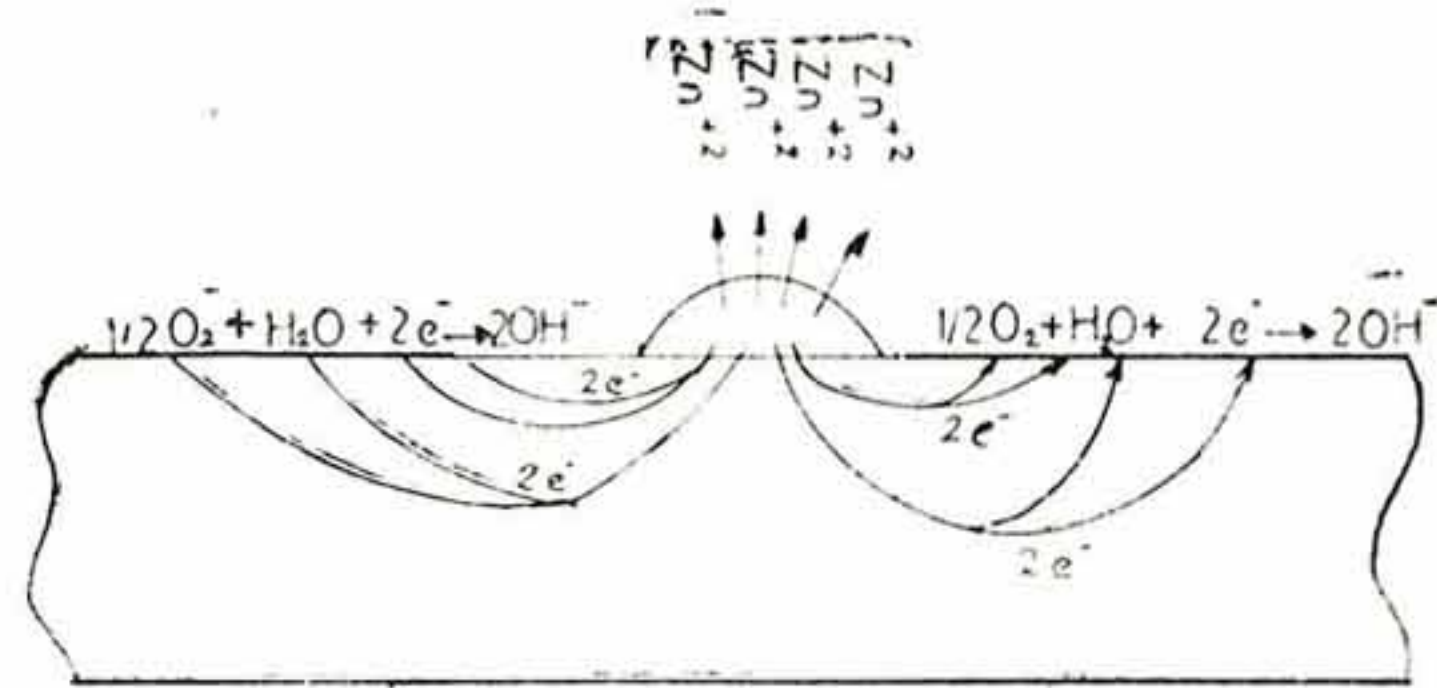
ederek korrozyonu durdurmak yeteneğindedir.

Muhakkak ki konstrüksiyon materyalinde korrozyonla birlikte açığa çıkan enerji korrozyona uğrayan materyalin cevherden işlenmiş metali açığa çıkarmak için harcanan enerjiden az değildir.

Burada ana gaye korunacak metal üzerindeki anodik reaksiyonu durdurma- tır. Çelikle su içerisindeki moleküller oksijen arasındaki stabil duruma geçme eğilimi ortamda bir elektron kılığı doğuracaktır. Böylece karşılıklı elektron alışverişini çelik tekne lehine çevirmek için gemi teknesi üzerine daha aktif anodik spotlar yerleştirmek gereklidir.



Şekil 1.



Şekil 2.

Doymuş bakır - bakır sülfat referans elektrodu ile galvanik çift oluşturan bir çelik levhaya -0,85 voltluk bir gerilim uygulandığında çelikte hiçbir korrozyon oluşmayacaktır.

Çeşitli referans elektrotlarına göre koruma gerilimi aşağıdadır :

Referans elektrodu	Koruma gerilimi (Volt)
Doymuş kolomel (Hg ₂ Cl ₂)	-0,78 Volt
Gümüş - Gümüş klorit (Ag/AgCl)	-0,81 Volt
Bakır/Bakır sülfat (Cu/CuSO ₄)	-0,85 Volt
Çinko (Zn)	+0,25 Volt

a) Çeliğin serbest korrozyonu :

Yüzeydeki erimiş haldeki oksijen suyun yardımıyla demirden de 2 elektron alarak hidroksil iyonu oluştururken 2 elektron kaybeder. Demir de, atomu da stabil duruma geçerek ortamdan uzaklaşır.

b) Galvonik anotla korozyon kontrolü :

Burada elektron verme işini çelik üzerine yerleştirilmiş çinko anot spotu yapmaktadır. Şimdi harcanan metal çinko olacaktır.

Katodik korumanın kullanıldığı alanlar :

- Gemilerin dış kaplamaları
- Gemilerin Ballast tankları
- Sondaj kuleleri - pontonlar - ballast tankları
- Açık deniz platformları
- Deniz suyu veya toprak altı beton demirini koruma
- Toprakaltı boru hatları
- Çelik takviyeli betonları
- Mavna, barç, şamandıra, yüzer - havuz, iskeleler - yağ ve su tankları
- Diğerleri (kondenserler, ısı değiştirgeçleri - bakır tanklar - dolfinler - gaz soğutucuları - gaz servis boruları - su boruları - iletişim kablolarını bağlantı tellerini korumada)

Korozyondan korunma yolları

- 1 — Boyama
- 2 — Katodik koruma sistemleri
- 3 — Boyama ve katodik koruma sistemleri

Boyamak yeterli midir?

Herkes gemiler ve deniz yapılarının bakımları hakkında pratik deneyimlere sahip olabilir.

Yalnız boya ile korumada boyanın dayanıksızlığı, fiyatı, havuzlama ücretleri, bu işlem dışında korozyondan korunma yollarının gelişmesine yetmiştir. İlave olarak usturmaçalar romorkörler, rıhtım-

ları gemi zinciri gibi mekanik aşındırıcıların etkinliği boya ile korumayı daha da yetersiz hale getirmiştir.

Genelde sırf boya ile koruma bir bütçe meselesidir ve yetersizdir. Bu yüzden optimum korozyondan korunma iyi boyama ve katodik koruma ile olur.

Gemiler ve deniz yapıları için genelde her iki yılda bir yapılan periyodik bakımlarda katodik koruma için çinko ve alüminyum anotlar kullanılmaya devam edilmelidir. Bu anotların herhangi bir yere uygulanması kolay ve süratli olmaktadır.

Gemiler ve deniz yapıları için korozyondan korunmalı sistemleri, boyama ve konulacak anot sayıları 1 - 20 yıllık periyotlara göre dizayn edilebilirler.

Çinko ve alüminyum anotların gemi bünyesi üzerinde uygulama sahaları :

- Stern ve dümen yelpazesi
- Tekne ıslak alanı
- Deniz kinistin sandıkları (sea chesl)
- Pervane bosası
- Likit kargo ve ballast tankları

Anot planı sayısı ve yerinin tesbiti için aşağıdaki temel bilgiler gereklidir :

- Teknenin genel aranjmanı
- Islak alan (wetted - surface)
- Tekne su altına uygulanacak boya alanı
- Kullanılacak anodun dayanma ömrü
- Geminin doklanma periyodu

TEKNE ISLAK ALANIN TESBİTİ :

Islak Alan : $(1,8 \times LPB \times D) - (BC \times LPB \times B)$

LPB : Baş ve kıç kaimeler arası boy (Length between perpendiculars)

D : Draft

B : Genişlik

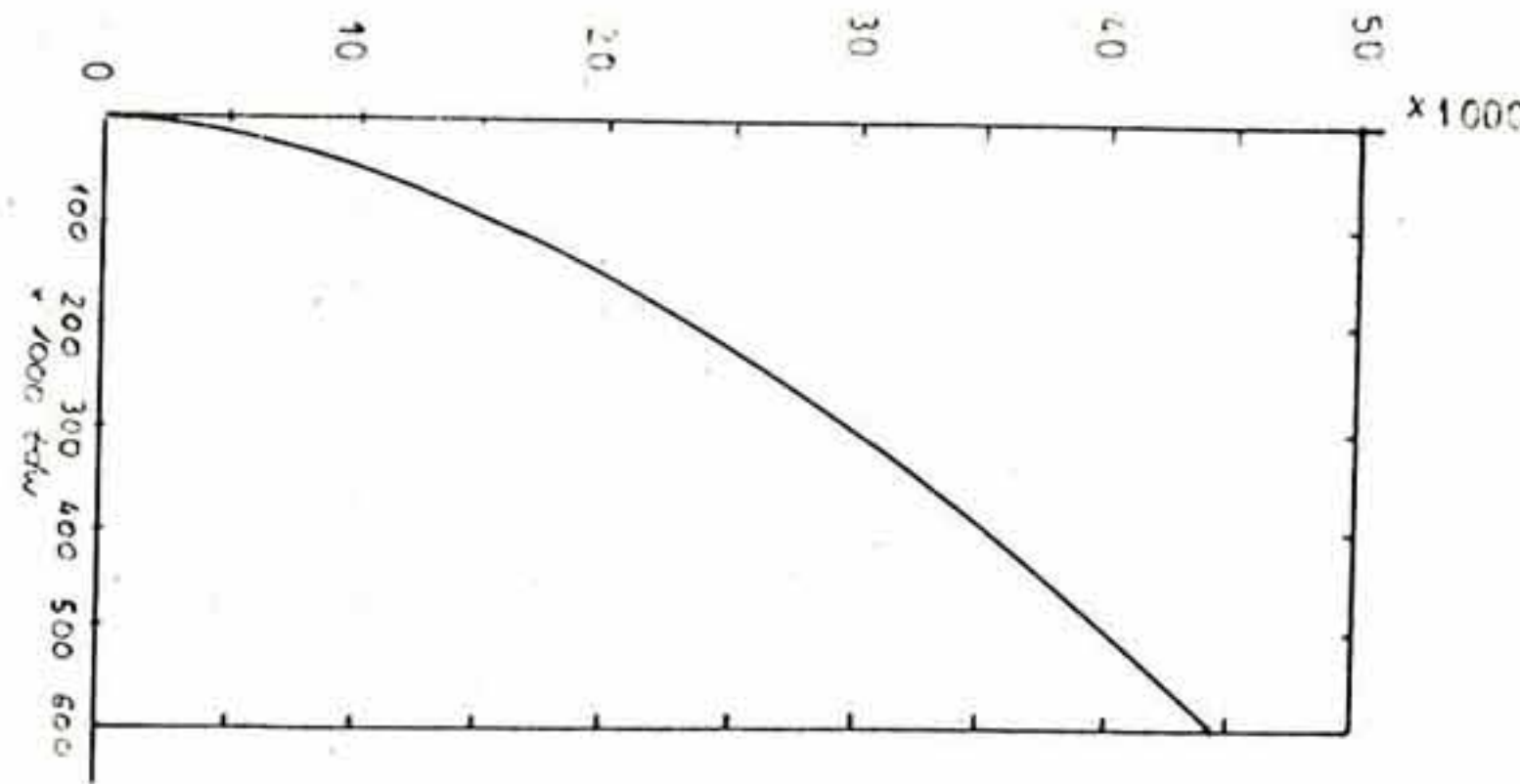
BC : Tekne blok katsayısı

Büyük gemiler yada süper tankerler için (Genellikle seri 60 formunda olanları.)

TEKNE İÇİN İHTİYAÇ DUYULAN ANOT TİPİ VE SAYISI AKIM YOĞUNLUĞU (Current density)

Katodik koruma sistemleri dizaynında sıcaklık, tuzluluk oksijenin çözülebilirlik direnci ve akım oranı iyice incelenmelidir. Elektrokimyasal ve mekanik olarak her ikisinde geniş nufuziyete sahiptir.

Çelik yüzeye uygulanacak potansiyel için bir akım yoğunluğuna daima ihtiyaç vardır. Bu yoğunluk normalde 10 mili Amper/m² den 30 mA/m² ye kadar değişir özel durumlarda bunu artırmak gereklidir.



Şekil 3.

DİZAYN ÖMRÜ

Dizaynda Çinko anotlar 1-3 yıllık ömür içindir. Halbuki Alüminyum anot ömrü 4 yıl ve daha üstüdür.

GEREKLİ ANOT SAYISI HESABI

Gerekli toplam akımının bulunması

$$\text{Akım (Amper)} = \frac{\text{Islak Alan (m}^2\text{)} \times \text{Akım Yoğunluğu (mA/m}^2\text{)}}{1000}$$

toplam anot materyali ağırlığı :

$$\text{Ağırlık (kg)} = \frac{\text{Akım (A)} \times \text{Dizayn Ömrü (Yıl)} \times 8760}{\text{Anot materyali Kapasitesi (Amper saat/kg)}}$$

Gerekli toplam akım ve toplam ağırlık bulunduktan sonra seçeceğimiz anotların tipi ve birimin ağırlığı bilindiğine göre

$$\text{anot sayısı} = \frac{\text{Gerekli Ağırlık (kg)}}{\text{tek anodun ağırlığı (kg)}}$$

veya

$$\text{anot sayısı} = \frac{\text{Gerekli Akım (A)}}{\text{tek anodun akım çıkışı (A)}}$$

ANOTLARIN YERLEŞTİRİLMESİ

a) Bütün anotları tekne su altı kısmına tekne yanlarına sintine dönümü üzerine 6 metre ara ile düzgün yerleştirmek gerekir.

Toplam anot yüzdesinin % 15 - 20 si stern ve yelpaze alanına koymak gerekir; anot sayısında artış yapılacaksa bunu stern alanına ve deniz suyu girişlerinde artırarak yapılır.

Anotların, zincir ve demir çalışma alanlarından hasar görmemesi için açık tutmalıdır.

b) Yalnız stern'in korunması :

Farklı materyal özelliklerine sahip tekne ve bronz pervane galvanik olarak oluşturacakları hızlı çift ve su akım hatlarının düzgün olması gereken bu bölgede anot yerleştirilmesine bilhassa dikkat edilmelidir.

Tekne anotları ve teknik bilgiler

Deniz suyunda anot materyali olarak çalışacak çinko ve alüminyum alaşımlarının karakteristikleri :

Tekne boyunca anotlar yalpa omurga etrafına düzenli yerleştirilmiştir. Tekne dibine (Flat bottom) anot yerleştirilmez. Anotların formu akımı bozmayan hidrodinamik karaktere sahip olmalıdır.

Yalpaze ve stern alanında iyi bir katodik koruma ve pervane üzerine gelen su hatlarını bozmamak için anot düzenlenmesi aşağıdaki gibi yapılmalıdır.

Anotlar yerleştirilirken :

- Çelik braketler üzerine dökülerek yapılan anotlar doğrudan kaynakla tekne üzerine tesbit edilir.
- Tekne dibine (flat bottom) anot yerleştirilmez.
- Anotların üzerleri kesinlikle boyanmaz.

Çinko Elementler	Coral Z anod	U.S. MIL Spec A 18001 - H
Alaşımlı elementler	Yüzde ağırlık	Yüzde ağırlık
Al	0,10 - 0,30	0,10 - 0,50
Cd	0,025 - 0,10	0,025 - 0,15
Zn	Balans	Balans
Diğer elementler		
Fe	max 0,003	max 0,005
Cu	» 0,005	» 0,005
Pb	» 0,005	» 0,006
Si	» 0,005	» 0,125
Anot performans datası		
Kapasite	: 781 Amper saat/kg	
Tesir	: Saf Çinko için	
Erime oranı	: 11,2 kg/Amper yıl	
Devre kapama potansiyeli	: 1,08 Volt	
Sürücü voltaj	: Polarize çeliğe 0,23 Volt	
Spesifik Grovite	: 7,13 kg/dm ³	

Aluminyum element	Coral anod (Mitsubishi patentli)
Alaşımlı elementleri	Yüzde ağırlık
Zn	0,5 - 5,0
Ln	0,005 - 0,05
Al	Balans
Diğer elementler	
Si	max 0,10
Cu	» 0,001
Fe	» 0,13

Aluminyum anot performans dataları

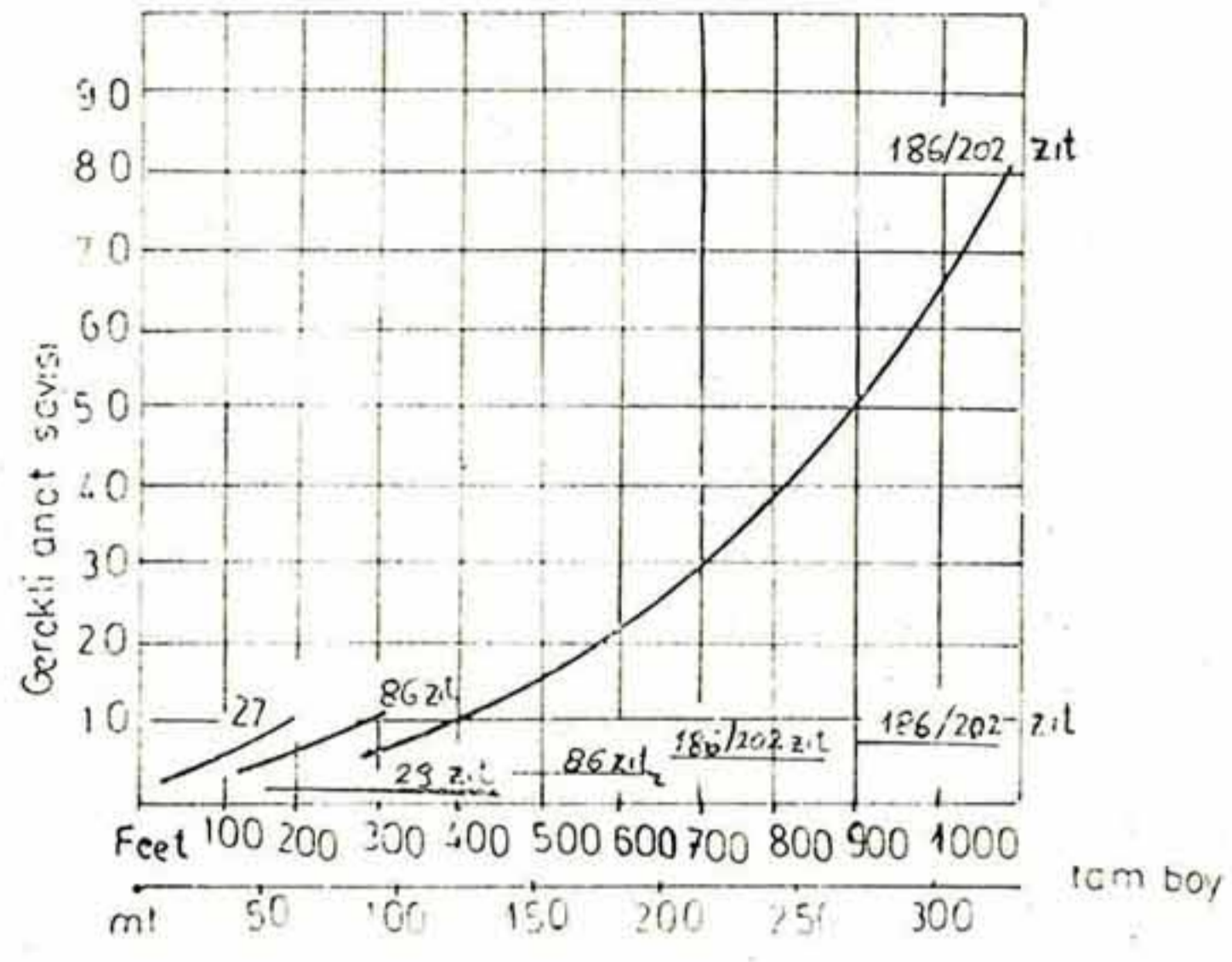
Kapasite	2,600 Ampersaat/kg
Tesir	Saf alüminyum için teorik olarak %88
Erime oranı	3.37 kg/Amper Yıl
Devre kapama Voltajı	-1,14 Volt Cu/CuSO ₄ referans elektrodu
Sürücü voltaj	polarizeli çelik için 0,29 volt
Spesifik grovite	2,78 kg/dm ³

Çinko tekne anotları

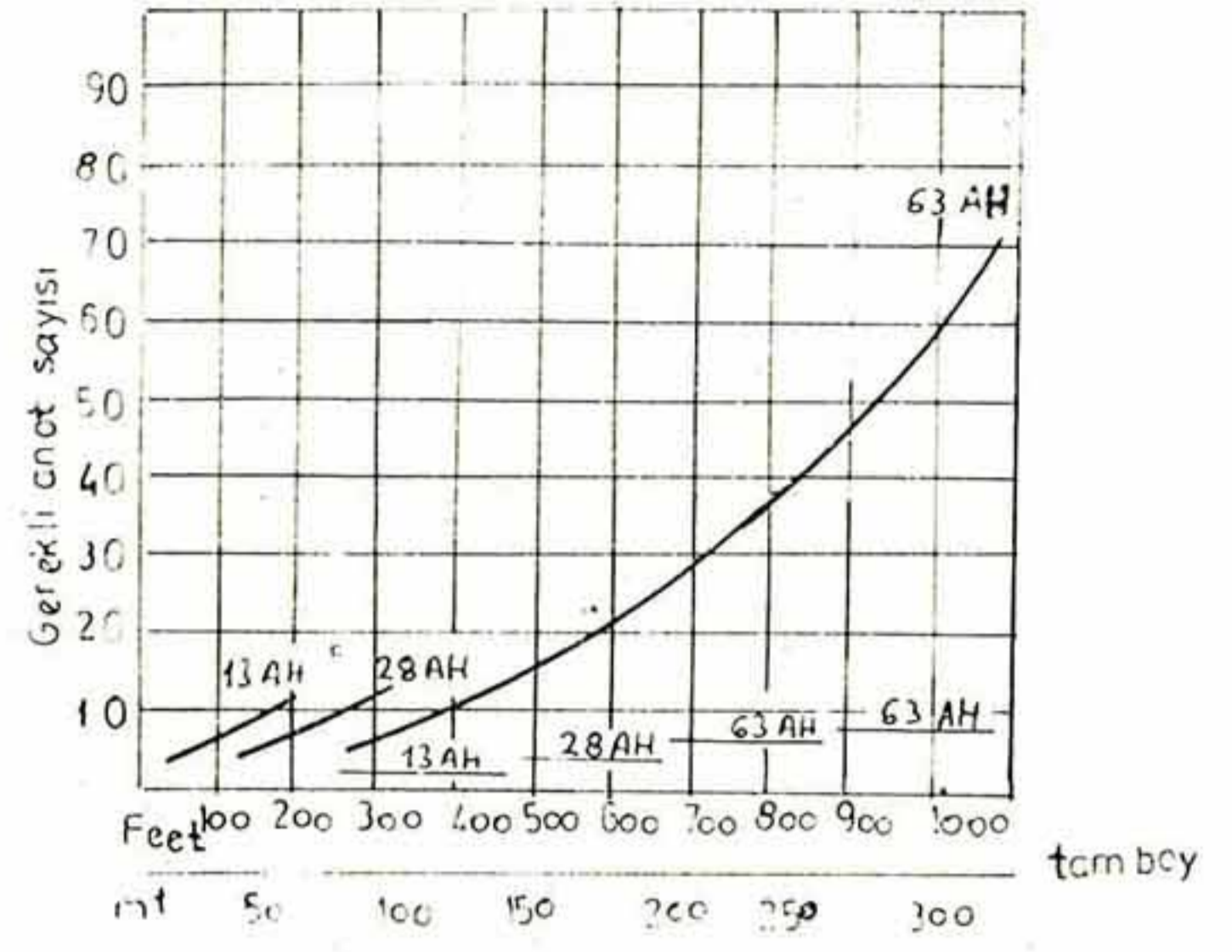
Anot tipi	Anot şekli	Tam boyutlar (mm)			Anot gövde boyutu			Ağırlık (kg)		Uygulama Yerleri
		Uzunluk	Genişlik	Derinlik	Uzunluk	Genişlik	Derinlik	Net	Gross	
ZH28		229	83	41	17	83	4,1	2,8	2,4	Balıkçı tekneleri küçük vasıtalar
ZH41		381	76	38	305	76	38	4,1	4,6	Kinistinler kazanlar ısı değiştir-geçeri
ZH55		440	90	40	330	90	40	5,5	6,1	Küçük vasıta balıkçı teknesi ve samandıralar
ZH86		458	152	32	356	152	32	8,6	9,6	Kinistinler kazanlar dabil batım tankları küçük kompartmanlar
ZH141		557	100	62	457	100	62	14,1	15	4 - 5000 Dwtlık ve üçlü teknelerin stern ve dümen ve tekneler
ZH164		826	102	49	610	102	49	16,4	17,9	Büyük teknelerin stern ve dümen yelpazesi
ZH186		811	203	38	811	100	38	18,6	20	Büyük tekneler stern yelpaze ve tekne
ZH187		911	203	38	811	100	38	18,9	20	Büyük tekneler stern yelpaze ve tekne
ZH202		826	102	49	609	102	49	20,2	21,4	Büyük tekneler stern yelpaze ve tekne
ZH246		826	140	49	610	140	49	24,6	26,1	Büyük tekneler stern yelpaze ve tekne
ZH285		914	203	64	813	102	64	28,5	30	Büyük tekneler stern yelpaze ve tekne

Alüminyum tekne anotları

Anot tipi	Şekil	Tam boyutları (mm)		Anot gövde ölçü. (mm)		Ağırlık (kg)		Uygulama alanları		
		Boy	En	Derinlik	Boy	En	Derinlik		Net	Gross
AH13		254	102	38	152	102	38	1,3	1,6	Balıkçı tekneleri küçük vasıtalar
AH28		394	127	32	318	127	32	2,8	3,5	Balıkçı tekneleri küçük vasıtalar
AH36		457	152	32	356	152	32	3,6	4,5	Küçük boyutlu tekneler stern ve dümen alanları
AH63		826	85	49	610	85	49	6,3	7,8	Büyük gemiler stern dümen yelpazesi ve tekne
AH76		826	102	57	610	102	57	7,6	9,1	Büyük gemiler stern dümen yelpazesi ve tekne
AH93		826	140	43	610	140	43	9,3	10,8	Büyük gemiler stern dümen yelpazesi ve tekne
AH124		826	140	56	610	140	56	12,4	13,9	Büyük gemiler stern dümen yelpazesi ve tekne
AH200		838	286	76	838	133	76	20,0	22,7	Gemiler ve açık deniz yapıları
AH320		1422	152	64	1219	152	64	32,0	35,4	Gemi teknesi ve açık deniz yapıları uzun ömür
AH352		1422	175	64	1219	175	64	35,2	38,6	Açık deniz yapıları uzun ömür

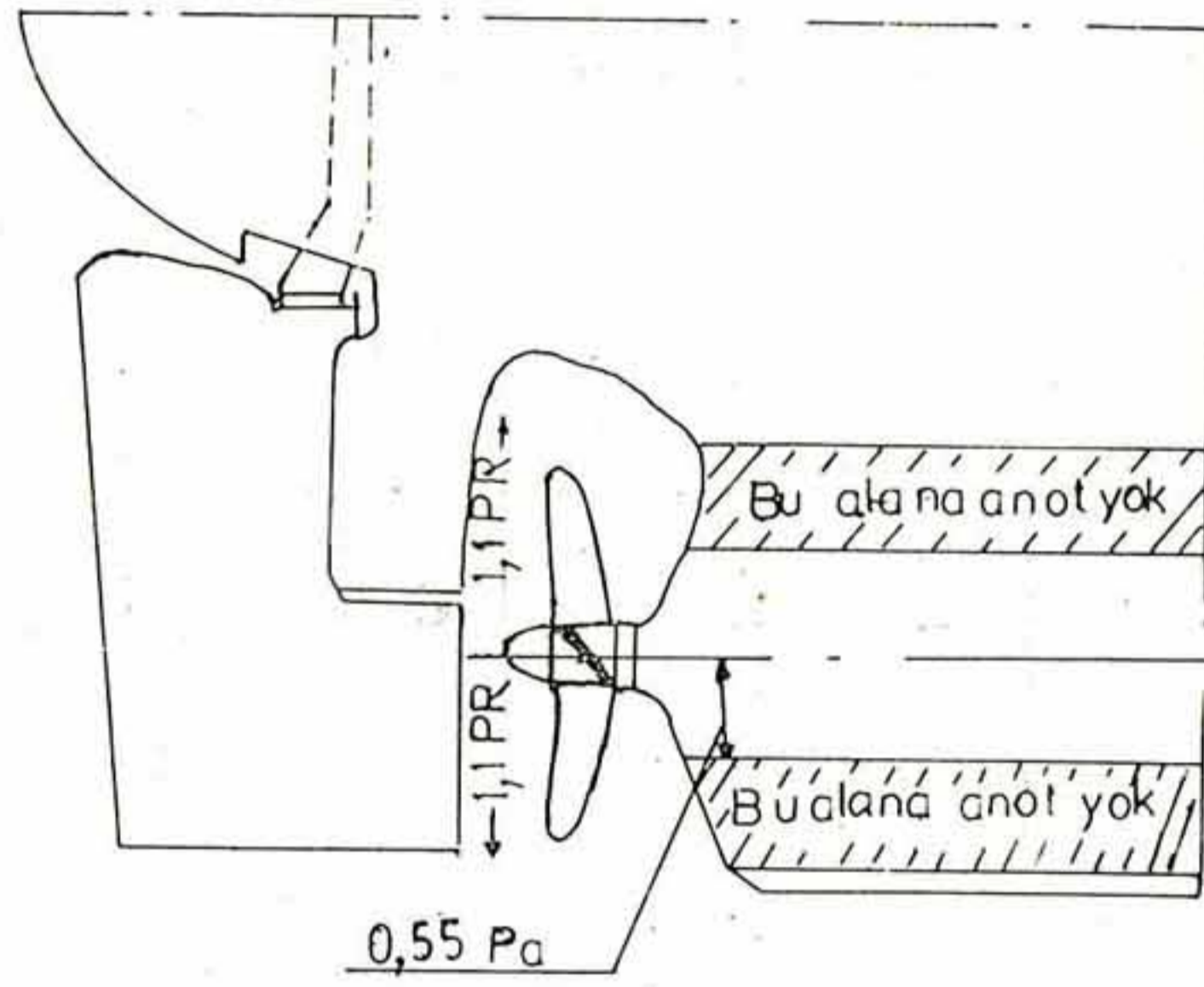


Şekil 4.



Şekil 5.

Şekil 6.



Şekil 7.

Gemi Balast Tanklarında Katodik Koruma

Nazif KOCAMAN (*)

Değişik amaçlar için kullanılan tanklarda yakın zamana kadar klasik anod materyali olarak magnezyum kullanılmakta idi. Aslında magnezyumun yüksek elektromotor kuvvet karakteri (polarize çelikle EMF 700 MV) Anot materyali olarak fazlasıyla yeterlidir. Polarizasyona yatkın oluşu ana avantajı olmakla birlikte, elektro kimyasal reaksiyonda hidrojen çıkışına sebep olması ve düşük verim oranı (% 55) bu metale bu konuda dezavantaj sağlamaktadır.

Gemilerde şimdi uygulama alanı çok kısıtlı olan magnezyumun klaslama müesseseleri vasıtasıyla esas uygulama alanı olarak açık deniz sondaj platformları olduğu söylenebilir.

Çinko ve alüminyum anot metalleri sürücü voltaj olarak, çeliğin polarizasyonu ile 230 - 300 mV luk potansiyel ve % 80 lik verim oranıyla yeni bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Düşük potansiyel ve kendine özgü düzenli bir akım naklederek çalışan bu anot materyalleri çeliğin nufuziyetine serbestçe kullanılabilirlik sağlamıştır.

Çinko anotda çelik nufuziyeti alüminyumdan fazladır. Alüminyum anot ise performans kalitesi ve büyük kullanılabilirlik derecesi ile birlikte metalin üzerinde birbiri ardına pasif oksidasyon filmi oluşmasına meydan vermemektedir. Sonuçta anot materyali olarak büyük oranda ihtiyaca cevap verir niteliktedir.

Anot materyali olarak çinko daha nufuziyetli olmasına karşın ağırlık olarak alüminyum miktarının aynı iş için 1/3 oranında daha düşük olarak tesbiti geminin yüklenme açısından belki etkili olacaktır. Fakat alüminyum anotlarında spark yapma tehlikesinin olasılığı bir dezavantajdır. Bunun için klaslama müesseseleri kritik yük tanklarına çinko anot kullanıl-

ması yolunda birçok bildiriye bulunmuşlardır.

Pratik deneylerle saptandığına göre anot materyali olarak tanklarda alüminyum alaşımlı anotlar çinko ve magnezyuma nazaran daha güvenilir olduğu tesbit edilmiştir.

Magnezyum anotlar ise yalnızca yüksek elektrikli dirence haiz tatlı su tanklarında kullanılmaya devam edilmektedir.

Tanklarda anot hesabı için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır :

- 1 — Tank tipi [Yalnız balast için, Kargo balast veya tank gemilerinde (tankerlerde) Balast için ayrılmış tanklar].
- 2 — Tank ıslak alanı
- 3 — Akım yoğunluğu
- 4 — Arzu edilen anot ömrü
- 5 — Şayet varsa tank iç yüzey kaplama tipi
- 6 — Balast periyodu.

Tanklar için anot sayısını ve tipini belirlerken kargo/balast tanklarının dizayn şekli de önemlidir. Akım yoğunluğunu da tesbit ederken, iç yüzeylerde varsa kaplamanın cinsi önemli rol oynar. Tank içi katodik korumasında akım yoğunluğu için 80 - 120 mA/m² lik bir değer tavsiye edilir. Şayet iç yüzeyde kaplama varsa bu değeri kaplama cinsi ve kalınlığına göre 5 - 120 mA/m² olarak gözönüne almak gereklidir.

Burada zamanla kaplamanın bozulabileceğide gözönüne alınarak dizayn ömrü ona göre tesbit edilmelidir.

Önemli bir noktada çinko ve alüminyum anotlar tank potansiyeli 28 kgm gecebilecek orl/kargo tanklarında karışık kullanılmamalıdır.

(*) Gemi İnşaatı ve Gemi Mak. Müh., UM Denizcilik A.Ş., İstanbul.

Gerekli Anot Sayısı ve Tipi

Burada yapacağımız hesap Yöntemi tekne dış kaplama katodik koruma yöntemiyle aynıdır. Akım yoğunluğunun tesbiti için gösterilecek ihtimam ve ıslak alan için tank içi bütün elemanların suyla iştirakli bütün yüzeylerin hesap için toplanması gerekliliğini önemle yinelemek gereklidir.

Gerekli toplam akım

$$\text{Akım (Amp)} = \frac{\text{Islak Alan (m}^2) \times \text{Akım yoğunluğu (MA/m}^2)}{1000}$$

Toplam anot materyali ağırlığı :

$$\text{Ağırlık (kg)} = \frac{\text{Akım (Amp)} \times \text{Dizayn Ömrü (Yıl)} \times 8760}{\text{Materyal Kapasitesi (Ampersaat/kg)}}$$

Gerekli toplam akım ve ağırlık için yeterli anot sayısı :

$$\text{Anot sayısı} = \frac{\text{Gerekli ağırlık}}{\text{Bir anodun net ağırlığı}}$$

veya

$$\text{anot sayısı} = \frac{\text{Gerekli Akım}}{\text{Bir Anodun çıkış akım değeri}}$$

ANOTLARIN YERLEŞTİRİLMESİ

Konstrüksiyon şekline göre daha önceden tank için hesaplanmış anotlarını yoğunlaşan konstrüksiyon komportmanlarında doğacak akım yoğunluğunda göz önüne alarak, elemanların konumuna göre aynı doğrultuda yerleştirmek gerekli-

dir. Genelde anot materyali olacak metaller tanklarda üst düzeyden 1,5 - 2 metre aşağıdan başlayarak bütün iç yüzeye döşenir. En iyi ihtimalle anotların aramesafeleri 8 - 10 metreyi geçmeyecek ve anodun görmeyeceği hiçbir karanlık noktada bırakmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Burada çok önemli bir nokta da tank içindeki balast seviyesine göre yerleştirmedir. Muhakkak balast periyotlarında zaman olarak en fazla suya maruz kalacak alt kısımlarda anot yoğunluğunu fazla tutmak gerekecektir.

Tank anotlarının detayları ve hesaplanmış eğriler

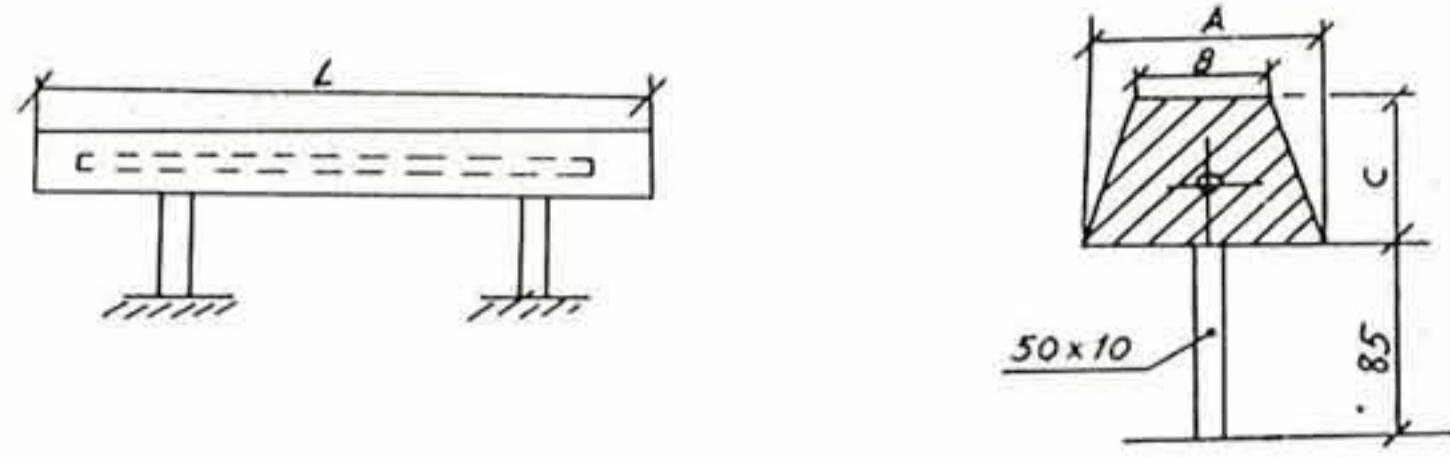
Çinko anotların özellikleri : (ZN)

Alaşım elementleri :	
Al	: 0,10 - 0,30 %
Cd	: 0,025 - 0,10 %
Zn	: Balans
Diğer elementler :	
Fe	: max 0,003 %
Cu	: » 0,005 %
Pb	: » 0,005 %
Si	: » 0,005 %
Anot performans bilgileri :	
Kapasite	: 781 Ampersaat/kg
Nufuziyet	: % 95 saf çinko
Erime oranı	: 11,2 kg/Amperyıl
Devre kapama potansiyeli	: 1,08 Volt (Cu (Cu/CuSO ₄))
Sürücü voltaj	: 0,23 volt (polariza çeliğe)
Spesifik grovite	: 7,13 kg/dm ³

Spesifik direnci 25 cm olan su içindeki çinkonun % 40 sarfiyatında sürücü voltaj 0,23 volt olarak bulunmuştur.

Tip	Ölçüler (mm)				Ağırlık (kg)		Çıkış Amperi	Uygulaması
	C	A	B	C	Gros	Net		
ZT 230	1190	55	50	50	23,0	21,2	1,9	Bütün gemi tipleri için Balast tanklar
ZT 340	1170	70	50	70	34,0	32,0	2,0	
ZT 450	1230	80	60	75	45,0	43,1	2,1	

ZT Tipi çinko anotlar broketlerinden tekne bünyesine direk kaynak yada civatalama yöntemi ile bağlanabilir anot değişim zamanlarında civatalı bağlantılar zaman olarak Çinko anotlarının ömrü balast zamanı ile orantılıdır. Esas sürücü voltaj polarize çelikle 0,23 voltur ve deniz suyunun spesifik direnci 25 ohm cm dir. Balast zamanı olarak her deniz yolculuğunda 1 haftadan fazla süre kabul edilmelidir.



Şekil 1.

Aluminyum anotların özellikleri (AL)

Alaşım elementleri :

Zn : 0,5 - 5,0 %
 Ln : 0,005 - 0,05 %
 Al : Balans

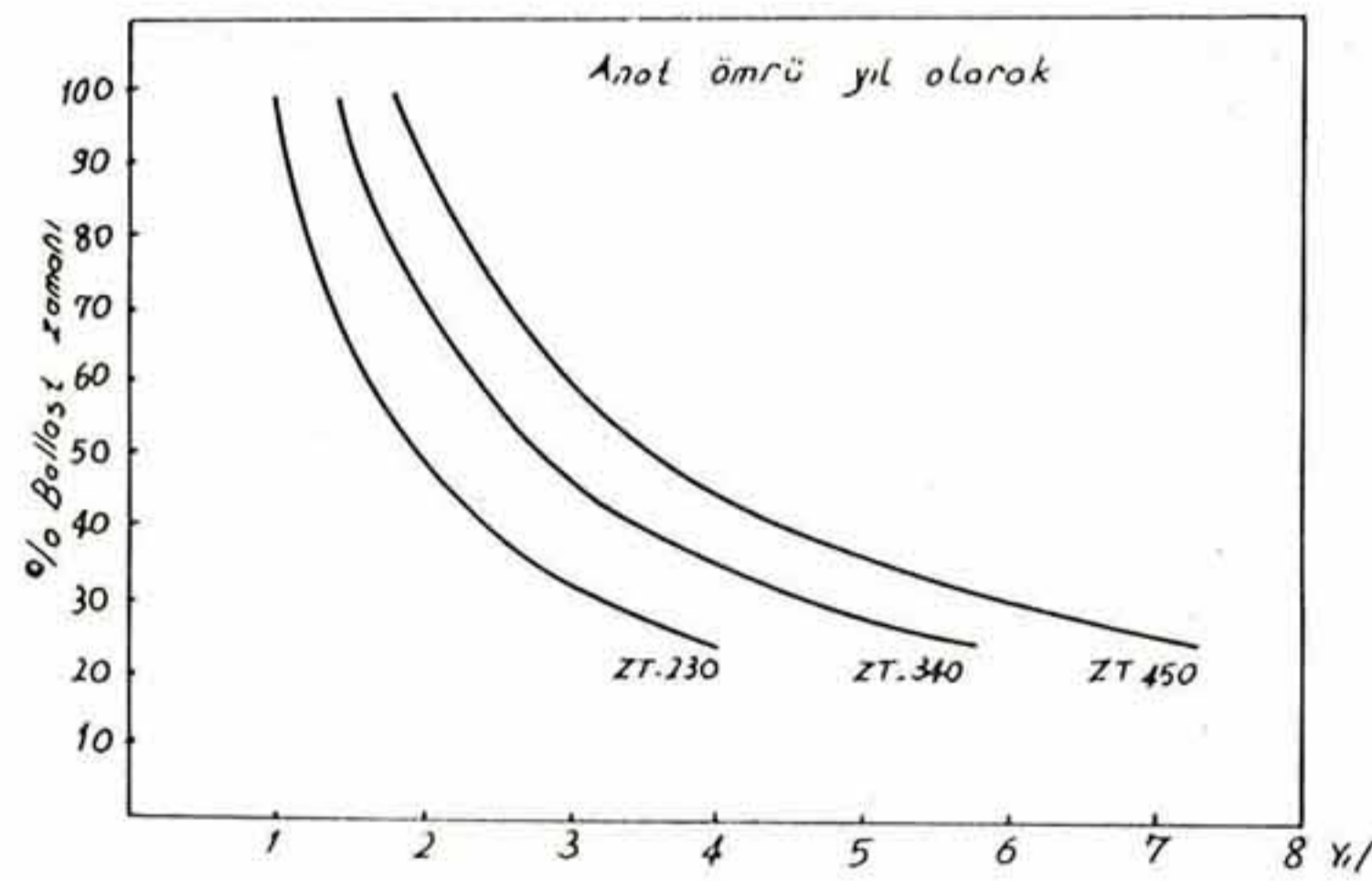
Diğer elementler :

Si : max 0,01 %
 Cu : » 0,001 %
 Fe : » 0,13 %

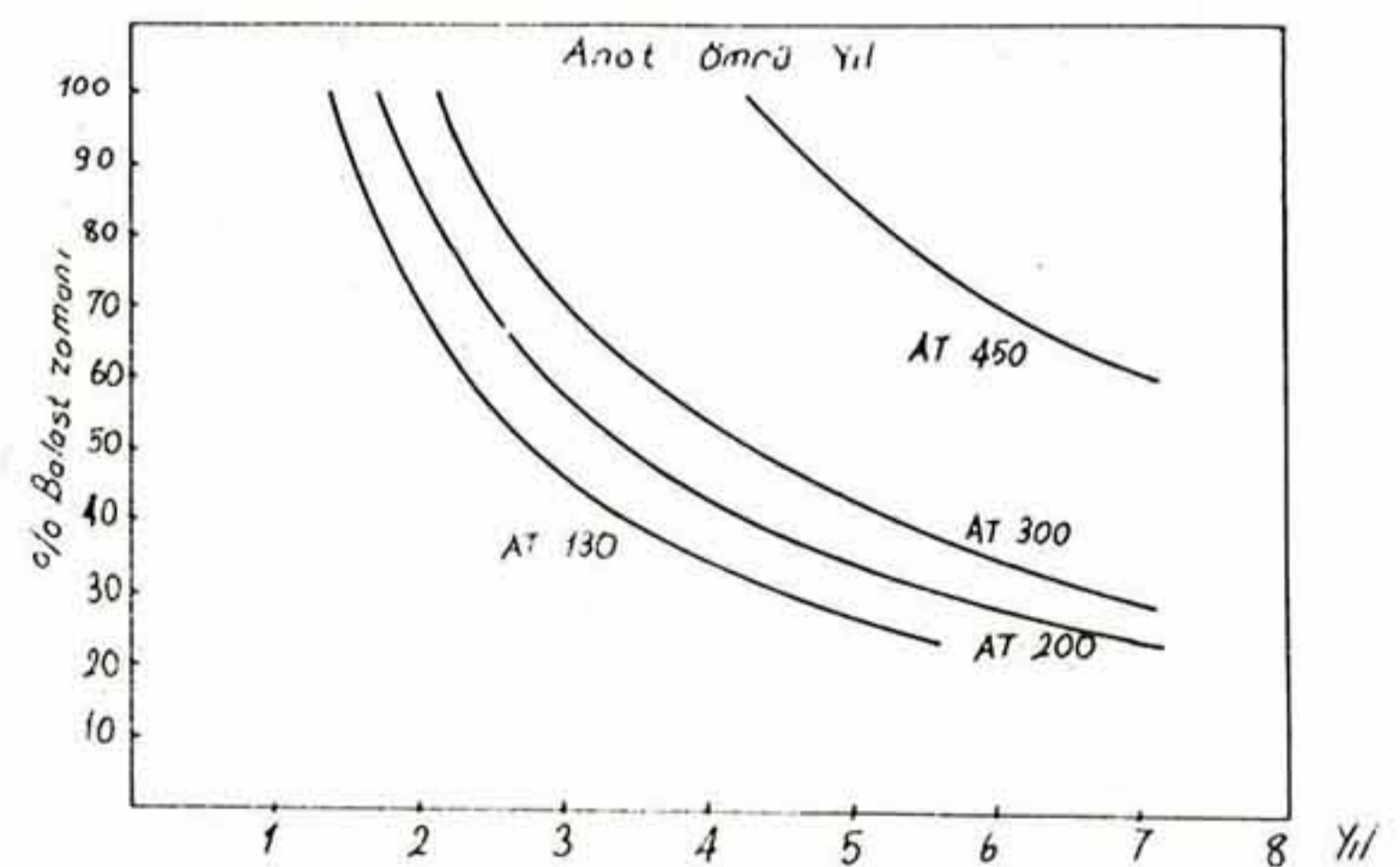
Anot performansı :

Kapásite : 2600 Ampersaat/kg
 Nufuziyet : % 88 saf alüminyum
 Erime oranı : 3,37 kg/Amperyıl
 Devre kesme voltajı : 1,140 (Cu/CuSO₄)
 Sürücü voltaj : 0,29 volt polarize çeliğe
 Grovite : 2,78 kg/dm³

Tip	Ölçüler (mm)				Ağırlık (kg)		Çıkış Amperi	Uygulama
	C	A	B	C	Gros	Net		
AT 130	1160	65	45	65	13,0	11,2	2,4	Sıvı yük taşıyan gemilerin Balast tankları Kuru yük tekneleri dabil bottom ballast tankları Tankerlerin tank korumasında
AT 130S	1550	55	40	55	13,0	10,8	2,9	
AT 200	1550	70	50	70	20,0	17,8	3,0	
AT 300	2020	75	60	75	30,0	27,4	3,8	
AT 300S	1550	92	70	80	30,0	27,8	3,2	
AT 450	1165	130	120	100	45,0	43,0	3,0	



Şekil 2.



Şekil 3.

Aluminyum anotlarda kaynaklı ve civatalı bağlantı olmak üzere tekne bünyesine iki türlü monte edilebilirler. Gemi anot değişimi sırasında pratiklik açısından civatalı bağlantılar tercih edilmelidir.

Aluminyum tank anotlarının ömürde balast zamanı ile orantılıdır. Sürücü voltaj polarize çelikle 0,29 voltur. Denizsuyu spesifik direnci 25 ohm cm ve balast zamanı beher seyir için 1 haftadan fazla tutulmalıdır.

Referans olarak Yazı aşağıdaki kaynaklardan uygulamalar eşliğinde derlenerek oluşturulmuştur.

Magnezyum Tank anotları :

Alaşım elementleri :	
Mg :	% 91,0
Al :	% 5,3-6,7
Zn :	% 2,3-3,5
Mn :	0,2
Diğerleri :	
Cu :	% 0,01
Si :	% 0,03
Fe :	% 0,003
Anot performans bilgileri :	
Kapasite :	1200 Ampersaat/kg
Nufuziyet :	% 55 saf magnezyum
Erime oranı :	7,3 kg/Amperyıl
Devre kesme voltajı :	1,55 volt (Cu/CuSO ₄)
Sürücü voltaj :	0,7 volt polarize çelikle
Grovite :	1,84 kg/dm ³

Tip	Ölçüler (mm)						Ağırlık (kg)		Uygulama	
		A	B	C	D	E	F	Gros		Net
M-240	420	200	160	170	375	610	560	24,0	21,7	Kuru yük gemileri balast tankları içme suyu tesislerinde içme suyu tanklarına Tuzlu acı su tanklarına vs.
M-340	425	240	185	215	375	610	560	34,0	31,7	

KAYNAKLAR

- 1 — U.S. MIL Spec A 18001 H Tastikli anotlar.
- 2 — Mitsubishi patentli tasdikli anotlar.
- 4 — Coral Spec. Az 63 servisi anotlar.
- 4 — a.s. Skarpenord (norway) cathodic prodec-tion instruction book.

- 5 — M.G. Duff cathodic protection Div. (U.S.A.) Instrodustion book.
- 6 — Portekiz Lizbonda LISNAVE dry docklar-da «Gaslimpo cathodic cc» tarafından yapılan uygulama.
- 7 — Dubai Dry dock larda yapılan uygulamalardan derlenen belgeler.

Yeni Bir Güç Belirleme Yöntemi

Yazan : *HOLTROP J. ve MENNEN G.G.J.*

Çeviren : *Kadir SARIÖZ (*)*

A. GİRİŞ

Aşağıda değişik tip gemiler için toplam direnci dolayısıyla sevk için gerekli gücü ve sevk karakteristiklerini yaklaşık, ancak oldukça duyarlı bir şekilde hesaplamaya ilişkin bir yöntem sunulmaktadır. Bu yöntem, Hollanda'da Wageningen deney havuzundan elde edilen model deney sonuçları ile yeni inşa edilmiş gemilerden elde edilen test sonuçlarından regresyon analizi ile çıkarılmıştır. J. Holtrop ve G.G.J. Mennen tarafından yürütülen çalışmalar ilk olarak 1977 yılında yayınlanmıştır. Bu çalışma, 147 model ve 46 gemiden sağlanan 1707 direnç, 1287 sevk deneyi ve 82 seyir tecrübesini değerlendirmekteydi. Daha sonra 1978, 1980, 1982 ve 1984 de yöntem değişik yapıda gemileride içerecek şekilde geliştirildi. En son hali ile tanker, yük gemisi, konteyner, dökme yük gemisi, balıkçı gemisi, romorkör gibi değişik tip gemilere uygulanabilen yöntem değişik takıntıları ve balb v.s. etkileri de hesaba katarak oldukça duyarlı sonuçlar vermektedir. Ayrıca, yöntem bilgisayara uygulanabilir niteliktedir ve buna ilişkin örnekler konunun sonunda sunulmaktadır.

B. GEMİ TOPLAM DİRENCİNİN BULUNMASI

Bir geminin toplam direnci aşağıdaki bileşenlerin toplamı olarak düşünülebilir :

$$R_{\text{toplam}} = R_f(1+k_1) + R_{\text{app}} + R_w + R_b + R_{\text{tr}} + R_a$$

Burada :

R_f : ITTC 1957 formülü ile hesaplanan sürtünme direnci.

$1+k_1$: Viskoz direnci belirleyen form faktörü.

R_{app} : Takıntı direnci.

R_w : Dalga direnci.

R_b : Balbın oluşturduğu ilave basınç direnci.

R_{tr} : Ayna kıçın suya giren kısmının oluşturduğu ilave direnç.

R_a : Model - gemi korelasyon direnci.

Bu bileşenlerin tek tek belirlenmesi ile gemi toplam direnci elde edilecektir.

1. FORM FAKTÖRÜ

Geminin form faktörü aşağıdaki formülle bulunur.

$$1+k_1 = 0.93 + 0.487118 c_{14} (B/L)^{1.06805} \\ (T/L)^{0.46106} (L/L_r)^{0.121353} (L^3/\nabla)^{0.36186} \\ (1-C_p)^{-0.601247}$$

Bu formülde, L su hattı boyu, B kalıp genişliği, T su çekimi, ∇ deplasman volümü ve C_p prizmatik katsayıdır. L_r aşağıdaki formülle tanımlanır :

$$L_r = L(1 - C_p + 0.06 C_p \cdot lcb / (4C_p - 1))$$

Burada, lcb sephiye merkezının boyuna konumudur ve L boyunun yüzdesi olarak alınacaktır. c_{14} katsayısı kıç kesit formunu belirleyen $c_{\text{kıç}}$ katsayısına bağlı olarak verilir.

Kıç kesit formu $c_{\text{kıç}}$

V. kesitler	-10	$c_{14} = 1 + 0.011c_{\text{kıç}}$
Normal kesitler	0	
U kesitler	10	

Teknenin ıslak alanı yaklaşık olarak aşağıdaki formülle bulunur :

$$S = L(2T + B) \sqrt{C_m} (0.453 + 0.4425 C_b \\ - 0.2862 C_m - 0.003467 B/T + 0.3696 C_{wp}) \\ + 2.38 A_{bt} / C_b$$

(*) Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh., Araştırma görevlisi, İ.T.Ü.

Bu formülde, C_m orta kesit narinlik katsayısı, C_b blok katsayısı, C_{wp} su hattı alan narinlik katsayısı ve A_{bt} su yüzeyi ile baş bodoslamanın kesiştiği konumdaki balb enkesit alanıdır.

2. TAKINTI DİRENCİ

Toplam takıntı direnci şu formülle bulunabilir :

$$R_{app} = 0.5 \rho V^2 S_{app} (1 + k_2)_{eş} C_f$$

Bu formülde, ρ su yoğunluğu, V gemi hızı, S_{app} toplam takıntı ıslak alanı, $(1 + k_2)_{eş}$ eşdeğer takıntı direnç faktörü ve C_f ITTC 1957 formülü ile bulunan sürtünme direnç katsayısıdır. Aşağıda tabloda önemli takıntılar için deneysel olarak elde edilmiş $1 + k_2$ değerleri verilmiştir. Gemide birden fazla takıntı bulunması durumunda eşdeğer $1 + k_2$ değeri şöyle bulunur :

$$(1 + k_2)_{eş} = \frac{\Sigma(1 + k_2) S_{app}}{\Sigma S_{app}}$$

Takıntı cinsi	$1 + k_2$
tek pervane ve dümen	1.1—1.5
çift pervane ve dümen	2.2
şaft braketi	3.0
skeg	1.5—2.0
bosalar	2.0—3.0
yalpa omurgası	1.4
yalpa fini	2.8
dom	2.7

Gemi başında bir bow thruster mevcut ise, bunun yuva boşluğu belirli bir direnç oluşturacaktır. Aşağıdaki formüle göre hesaplanan bu değer takıntı direncine eklenir.

$$R_{bow} = \rho V^2 \pi d^2 C_{bto}$$

Burada d , bow thruster yuvası çapıdır. C_{bto} katsayısı 0.003 ila 0.012 arasında değişir. Bow thrusterin balbın silindirik bölümü üzerine rasgelmesi halinde düşük değerler seçilmelidir.

3. BALB DİRENCİ

Balbın varlığı nedeniyle oluşan ilave basınç değeri :

$$R_b = 0.11 \exp(-3P_b^{-2}) F_{ni}^3 \cdot A_{bt}^{1.5} \cdot \rho \cdot g / (1 + F_{ni}^2)$$

Burada P_b , başın sudan yükselmesi ile ilgili bir katsayı, F_{ni} ise değişik hız değerlerinde başın suya girmesi ile ilgili Froude sayısıdır.

$$P_b = 0.56 \sqrt{A_{bt}} / (T_f - 1.5h_b)$$

$$F_{ni} = V / \sqrt{g(T_f - h_b - 0.25 \sqrt{A_{bt}}) + 0.15V^2}$$

Burada, T_f baştaki su çekimi, h_b ise balb enkesit alanının alan merkezinin kaide hattına olan uzaklığıdır.

4. AYNA KİÇ DİRENCİ

Ayna kıçın suya giren kısmının neden olduğu direnç :

$$R_{tr} = 0.5 \rho V^2 A_t c_6$$

A_t , gemi hareketsiz iken ayna kıçın suya batan kısım alanıdır. c_6 katsayısı, ayna kıçın suya gömülmesine ilişkin Froude sayısına bağlıdır.

$$F_{nt} < 5 \text{ için } c_6 = 0.2 (1 - 0.2 F_{nt})$$

$$F_{nt} \geq 5 \text{ için } c_6 = 0$$

F_{nt} değeri ise şöyle tanımlanır :

$$F_{nt} = V / \sqrt{2g A_t / (B + B \cdot C_{wp})}$$

Burada, C_{wp} su hattı alanı narinlik katsayısıdır.

5. MODEL - GEMİ KORELASYON DİRENCİ

Yüzey pürüzlülüğü, sakin hava direnci v.s. geçiş koşullarını içeren bu direnç değeri şöyle bulunabilir :

$$R_a = 1/2 \rho V^2 S C_a$$

Gerçek deneylerle karşılaştırılmış sonuçların analizi ile C_a :

$$C_a = 0.006 (L + 200)^{-0.16} - 0.00205 + 0.003 \sqrt{L/7.5} C_b^4 c_2 (0.04 - c_4)$$

c_2 katsayısı balb etkisini karakterize eder ve şöyle bulunur :

$$c_2 = \exp(-1.89 \sqrt{c_3})$$

c_3 katsayısı ise şöyle verilmiştir :

$$c_3 = 0.56 A_{bt}^{1.5} / (BT (0.31 \sqrt{A_{bt}} + T_f - h_b))$$

c_4 katsayısı ise baştaki su çekimine göre şöyle bulunur :

$$T_f/L < 0.04 \quad \text{için} \quad c_4 = T_f/L$$

$$T_f/L > 0.04 \quad \text{için} \quad c_4 = 0.04$$

Yüzey pürüzlülüğünün standarttan yüksek değerleri için c_a katsayısının değeri yükseltilmelidir. Standart pürüzlülük değeri olan $k_s = 150 \mu\text{m}$ den fazla pürüzlülüklerde C_a daki artış için ITTC 1978 formülü kullanılır :

C_a daki artış miktarı :

$$(0.105 k_s^{1/3} - 0.005579) / L^{1/3}$$

Bu formülde L ve k_s metre cinsindedir.

6. DALGA DİRENCİ

Bir geminin dalga direnci hızı ile büyük ölçüde bağımlı olduğundan değişik hızlardaki gemiler için tek bir formülden yararlanmak zordur. Bu amaçla üç değişik hız aralığı için analiz yapılmıştır :

$$A) F_n > 0.55$$

$$B) F_n < 0.40$$

$$C) 0.40 < F_n < 0.55$$

A. $F_n > 0.55$ olan gemiler için dalga direnci

$$R_{wb} = c_{17} c_2 c_5 \nabla \rho g \exp(m_3 F_n^d + m_4 \cos(\lambda F_n^{-2}))$$

Burada :

$$c_{17} = 6919.3 C_m^{-1.3346} (\nabla/L^3)^{2.00977} (L/B - 2)^{1.40692}$$

$$m_3 = -7.2035 (B/L)^{0.376869} (T/B)^{0.605375}$$

c_2 katsayısı c_3 katsayısına bağlı olarak balbın olumlu etkisini yansıtır.

$$c_5 = (1 - 0.8 A_t / (BTC_m))$$

$$L/B < 12 \quad \text{için} \quad \lambda = 1.446 C_p - 0.03 L/B$$

$$L/B > 12 \quad \text{için} \quad \lambda = 1.446 C_p - 0.36$$

$$d = -0.9$$

$$m_4 = c_{15} 0.4 \exp(-0.034 F_n^{-3.29})$$

$$L^3/\nabla < 512 \quad \text{için} \quad c_{15} = -1.69385$$

$$512 < L^3/\nabla < 1726.91 \quad \text{için}$$

$$c_{15} = -1.69385 - (L/\nabla^{1/3} - 8) / 2.36$$

$$L^3/\nabla > 1726.91 \quad \text{için} \quad c_{15} = 0$$

B. $F_n < 0.40$ olan gemiler için dalga direnci

$$R_{wa} = c_1 c_2 c_5 \nabla \rho g \exp(m_1 F_n^d + m_4 \cos(\lambda F_n^{-2}))$$

Burada :

$$c_1 = 2223105 c_7^{3.78613} (T/B)^{1.07961} (90 - i_e)^{-1.37565}$$

$$B/L < 0.11 \quad \text{için} \quad c_7 = 0.229577 (B/L)^{0.33333}$$

$$0.11 < B/L < 0.25 \quad \text{için} \quad c_7 = B/L$$

$$B/L > 0.25 \quad \text{için} \quad c_7 = 0.5 - 0.0625 L/B$$

i_e değeri derece cinsinden giriş açısının yarı değeri olup şu yaklaşık formülle bulunabilir :

$$i_e = 1 + 89 \exp(-(L/B)^{0.80856} (1 - C_{wp})^{0.30484} (1 - C_p - 0.0225 lcb)^{0.6367} (L_r/B)^{0.34574} (100 \nabla/L^3)^{0.16302})$$

$$m_1 = 0.0140407 L/T - 1.75254 \nabla^{1/3} / L - 4.79323 B/L - c_{16}$$

$$C_p < 0.8 \quad \text{için} \quad c_{16} = 8.07981 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.984888 C_p^3$$

$$C_p > 0.8 \quad \text{için} \quad c_{16} = 1.73014 - 0.7067 C_p$$

C. $0.40 < F_n < 0.55$ olan gemiler için dal direnci

Bu aralıktaki gemilere ait dalga direnci değeri interpolasyonla bulunacaktır.

$R_{wa0.40}$: $F_n = 0.40$ için bulunan dalga direnci

$R_{wb0.55}$: $F_n = 0.55$ için bulunan dalga direnci olmak üzere :

$$R_w = R_{wa0.4} + (10F_n - 4) (R_{wb0.55} - R_{wa0.4}) / 1.5$$

olarak bulunur.

Böylece başta tanımlanan direnç bileşenlerinin tamamı belirlenmiş ve toplam direnç bulunmuş olur. Buradan geminin EHP ve BHP değerleri kolayca bulunabilir.

C. SEVK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde tek ve çift pervaneli gemiler için iz katsayısı, emme katsayısı, bağıl verimi gibi sevk karakterleri için yaklaşık bağıntılar oluşturulacaktır.

1. Tek pervaneli gemiler

Tek pervaneli gemiler için iz katsayısı şu formülle bulunur :

$$w = c_9 c_{20} C_v \frac{L}{T_a} (0.050776 + 0.93405 c_{11} \frac{C_v}{(1 - C_{p1})}) + 0.27915 c_{20} \sqrt{\frac{B}{L(1 - C_{p1})}} + c_{19} c_{20}$$

c_9 katsayısı aşağıda tanımlanan c_8 katsayısına bağlıdır.

$$B/T_{k1\varphi} < 5 \text{ için } c_8 = BS_i / (LDT_{k1\varphi})$$

$$B/T_{k1\varphi} > 5 \text{ için } c_8 = S(7B/T_{k1\varphi} - 25) / (LD(B/T_{k1\varphi} - 3))$$

$$c_8 < 28 \text{ için } c_9 = c_8$$

$$c_8 > 28 \text{ için } c_9 = 83 - 16 / (c_8 - 24)$$

$$T_{k1\varphi} / D < 2 \text{ için } c_{11} = T_{k1\varphi} / D$$

$$T_{k1\varphi} / D > 2 \text{ için } c_{11} = 0.833333 (T_{k1\varphi} / D)^3 + 1.333333$$

$$C_p < 0.7 \text{ için } c_{19} = 0.12997 / (0.95 - C_b) - 0.11056 / (0.95 - C_p)$$

$$C_p > 0.7 \text{ için } c_{19} = 0.18567 / (1.3571 - C_m) - 0.71276 + 0.38648 C_p$$

$$c_{20} = 1 + 0.015 C_{k1\varphi}$$

$$C_{p1} = 1.45 C_p - 0.315 + 0.0225 lcb$$

Viskoz direnç katsayısı :

$$C_v = (1 + k_1) C_f + C_a$$

tek pervaneli gemiler için emme katsayısı aşağıdaki gibidir :

$$t = 0.25014 (B/L)^{0.28956} (\sqrt{BT_1/D})^{0.26.4} (1 - C_p + 0.0225 lcb)^{0.01762} - 0.0015 C_{k1\varphi}$$

tek pervaneli gemiler için bağıl dönme verimi şöyle bulunabilir :

$$\eta_r = 0.9922 - 0.05908 A_E / A_0 + 0.07424 (C_p - 0.0225 lcb)$$

Kanat açınım oranı Keller formülü ile yaklaşık olarak bulunabilir :

$$A_E / A_0 = K + (1.3 + 0.3Z) T / (D^2 (p_0 + \rho gh - p_v))$$

Burada D pervane çapı, T pervane itmesi, $p_0 + \rho gh$ shaft merkez hattındaki statik basınç, p_v suyun buharlaşma basıncı ve K aşağıdaki şekilde belirlenen sabittir.

$$\text{tek pervaneli gemiler ... } K : 0.2$$

$$\text{Çift pervaneli gemiler ... } K : 0 - 0.1$$

15°C de deniz suyu için $p_0 - p_v$ değeri 99047 N/m² alınabilir.

2. Çift pervaneli gemiler

Çift pervaneli gemiler için iz ve emme katsayıları ile bağıl dönme verimi aşağıdaki formüllerle bulunabilir :

$$w = 0.3095 C_b + 10 C_v C_b - 0.23 D / \sqrt{BT}$$

$$t = 0.325 C_b - 0.1885 D / \sqrt{BT}$$

$$\eta_r = 0.9737 + 0.111 (C_p - 0.0225 lcb)$$

$$- 0.06325 P/D$$

Burada P pervane hatvesidir.

SAYISAL ÖRNEK

ANA BOYUTLAR

L	:	50.00 m
B	:	12.00 m
T_{bas}	:	3.10 m
$T_{k1\varphi}$:	3.30 m
∇	:	900.00 m ³
C_B	:	0.46875
C_P	:	0.60096
C_M	:	0.78
lcb	:	%4.5 L $k1\varphi$
C_{wp}	:	0.80
S_{app}	:	50.00 m ²
$C_{k1\varphi}$:	0.00
A_{bt}	:	0.00 m ²
i_e	:	25.00 derece
A_t	:	10.00 m ²
$1 + k_2$:	3

*****HOLTRÖP-MENNEN YAKLASIK YÖNTEMLILE GÜC HESABI*****

65.255 M. KÖSTER İCİN GÜC HESABI

VERİLER

SU HATTI BOYU	=	65.255	M
GENİSLİK	=	10.000	M
SU ÇEKİMİ	=	3.500	M
HIZ	=	6.173	M/S
BLOK KATSAYISI	=	0.700	
PRİZMATİK KATSAYI	=	0.714	
ORTA KESİT KATSAYISI	=	0.980	
SU HATTI ALAN KATSAYISI	=	0.797	
LCB	=	1.000	BOYUN YÜZDESİ BAŞ+KİC-
TAKINTILAR İSLAK ALANI	=	0.000	M2
DEPLASMAN	=	1598.747	M3
İSLAK AYNA KİC ALANI	=	0.000	M2
BALP ENKESİT ALANI	=	0.000	M2
KİC KESİT KATSAYISI	=	10.000	V=-10.U=10.NORMAL=0
TAKINTI KATSAYISI	=	0.000	
BOW THRUSTER YUVASI ÇAPİ	=	0.000	M
BALP ALAN MERKEZ YÜKSEKLİĞİ	=	0.000	M
PERVANE SAYISI	=	1.000	
PERVANE ÇAPİ	=	2.300	M
SAFT YÜKSEKLİĞİ	=	2.050	M
PERVANE HATVESİ	=	2.500	
DEVİR SAYISI	=	300.000	DEV/DAK
TRANSMİSYON VERİMİ	=	0.940	

SONUCLAR

SÜRTÜNME DİRENC KATSAYISI	=	0.001761	
İSLAK ALAN	=	842.2417	M2
SÜRTÜNME DİRENCİ	=	28.9668	
FORM FAKTÖRÜ	=	1.2354	
ViSKÖZ+SÜRTÜNME DİRENCİ	=	35.7859	KN
TAKINTI DİRENCİ	=	0.0000	KN
BOW THRUSTER DİRENCİ	=	0.0000	KN
BALP DİRENCİ	=	0.0000	KN
AYNA KİC DİRENCİ	=	0.0000	KN
KORELASYON DİRENCİ	=	9.8691	KN
DALGA DİRENCİ	=	21.3182	KN
TOPLAM DİRENC	=	66.9732	KN
TOPLAM DİRENC	=	6829.320	KG
EHP	=	562.0984	
İZ KATSAYISI	=	0.3534	
İTME KATSAYISI	=	0.2051	
BAĞLI DÖNME VERİMİ	=	1.0317	
BHP	=	1020.2019	

Hesaplanan değerler :

L_r	:	14.1728 m
$1+k_1$:	1.297
S	:	584.9 m ²
c_a	:	0.00064
c_{17}	:	1.4133
m_3	:	-2.0298
c_2	:	1.0
c_5	:	0.7329
λ	:	0.7440
c_{15}	:	-1.69385

SONUÇLAR

HIZ (knot)	R_w (kN)	R_{app} (kN)	R_{tr} (kN)	R_{toplam} (kN)
25	475	21	25	662
27	512	24	16	715
29	539	28	2	756
31	564	31	0	807
33	590	35	0	864
35	618	39	0	925

Sevk faktörleri :

D	:	3.231 m
P/D	:	1.136
A_E/A_0	:	0.763
t	:	0.054
w	:	0.039
η_r	:	0.980

K A Y N A K L A R

1. Holtrop J., «A statistical re - analysis of resistance and propulsion data», International Shipbuilding Progress, Vol. 31, July 1984.
2. Holtrop J. ve Mennen G.G.J., «An approximate power prediction method», International Shipbuilding Progress, Vol. 29, July 1982.
3. Holtrop J. Mennen G.G.J., «A statistical power prediction method», International Shipbuilding Progress, Vol. 25, October 1978.
4. Holtrop J., «A statistical analysis of performance test results», International Shipbuilding Progress, Vol. 24, February 1977.

EMT Tipi Gemi Sevk Sistemi^(*)

Mak. Müh. T. Selçuk ŞALDIRAK
Pendik Tersanesi

Japonya'da gemi sevk sistemi olarak, bilinen yöntemlerin dışında farklı yöntemlerin olabilirliği sürekli olarak araştırılmaktadır. Bu sistemlerden biri de süperiletken «Elektromanyetik itmeli» (Elektromagnetic Thrust) sevk sistemidir. Kısaca EMT olarak söz edeceğimiz bu sistemle ilgili çalışmalar Prof. Yoshiro Saji'nin başkanlık ettiği bir kurul tarafından giderek gelişen biçimde yürütülmektedir.

Yoshiro Saji'nin The Motor Ship May 1983 te sözü edilen «Hedef» gemisinin deniz altında yada üstünde 100 knot ve üzerindeki hızlara ulaşabileceği ileri sürülmektedir.

Özellikle buzkıranlar bu konuda umut verici adaylar olarak görülmektedirler ve Wartsila şirketi Batı Alman Polarstern'in tasarımına dayalı bir EMT güçlü bir tasarımı akıllıca programına almıştır.

Japon araştırmacılar diğer ülkelerdeki EMT araştırmacılarıyla görüş alışverişi yapmak ve 100 knot hız yapabilen 500 dwt luk bir yük gemisi yapımı için uzun vadeli projelerde kefil/işbirlikçi bulmak arzusundadırlar. Hitachi Ltd. şimdiden bu işe girmiş durumdadır. Konuyla ilgilenen kişi ve kuruluşlar «Prof. Saji Kobe University of Mercantile Marine, Fukae-min aminachi 5 - 1 - 1, Higashinada - Ku Kobe 658 Japan» adresine başvurabilirler.

Gemileri sevkde, Süperiletken «elektromanyetik itici» (Electromagnetic Thrusters - EMT) kullanma potansiyeli Japonya'da giderek gelişen çalışmalara konu olmaktadır. Bu yazıda, Osaka Üniversitesinden Dr. Eiichi Tada konunun kuramı, yararları ve uygulamalarını ana hatlarıyla özetlemektedir.

Profesör Y. Saji (Kobe University of Mercantile Marine) K. Kuroishi ve T. Fujinaga (Hitachi Ltd) nin birlikte sundukları ve bir EMT buzkıran projesini konu alan tebliğ Geçen Aralık ayında Londra'da Gemi Mühendisleri Enstitüsünde düzenlenen Deniz ve Off - Shore sanayilerinde gelecekte elektrikli sevk konulu konferansta sunulmuştur.

Elektromanyetik itici (EMT) (Electromagnetic Thruster) Fleming'in sol el kuralını (left handrule) kullanan bir gemi sevk (propulsion) yöntemidir.

Gemide bulunan sabit süperiletken bobinlerin oluşturduğu manyetik alan ile deniz suyundan geçen elektrik akımı arasındaki tepkime, geminin boyuna ekseninde bir Lorentz kuvveti oluşturur ve geriye doğru hareket eden deniz suyu fışkırmasıyla (jetiyle) itme elde edilir. EMT, elektromanyetik enerjiyi, pervane ve şaft gibi herhangi bir hareketli elemana gerek duymaksızın doğrudan itmeye dönüştürür.

Japon bilim adamları EMT ilkeleri üzerine deneysel ve kuramsal çalışmalarını izleyerek, süperiletken bobinli iki EMT model gemi inşa etmişlerdir. Bu çalışmalar EMT'nin şu önemli üstünlükleri olduğunu göstermiştir :

- Itme doğrudan deniz suyu üzerinde etkir.
- Deniz suyu akımı katmanlıdır (laminer).
- Etkili (effective) itme, deniz suyu içindeki elektrik akımıyla orantılıdır.
- Elektromanyetik kuvvetin kapladığı alan geniş olabilir.

(*) EMT Propulsion, The Motor Ship, January, 1985.

Bir EMT'li geminin şu üstünlükleri taşıması beklenebilir;

- a) Sessiz ve titreşimsiz bir sevk.
- b) Kolay denetlenebilirlik: ters çevirmeyi de içeren kolay hız denetimi.
- c) Yüksek itme verimi.
- d) Yüksek düzeyde itiş.
- e) Basit yapımlı olma ve bakım gerektirmeme.

Bu üstünlüklerin yüksek hızlı botlar, yarı katamaranlar, denizaltılar, denizaltı tankerleri, denizaltı araştırma gemileri, buzkıranlar, kapalı ve yoğun trafikli sulardaki gemilerin dinamik yerbulma sistemleri ve seyir denetim sistemleri için özellikle uygun olduğu düşünülmektedir.

Geliştiriciler şimdiden EMT üzerinde somut temel kuramı saptamış ve ST-4000B kod adlı, 4000 DWT luk ilk pratik EMT buzkıran tasarımını gerçekleştirmişlerdir. ST-4000B nin sürme biriminde süperiletken bobinler bulunmaktadır. (İlerlemiş SAGE 7) SAGE 7, 13 m uzunluğunda dairesel kesitli bir koşuyolu görünümündedir. 1200 MJoule'lük bir enerji depolama kapasitesine ve elektrotta 7 tesla'lık bir manyetik akı yoğunluğuna sahip bobinler Nb₃Sn—Cu—Al den yapılmışlardır.

12 süperiletken bobin 30 MegaNewtonluk bir maksimum itme oluşturur. Bunun nedeni de tüm gemi dibinin sevk (propulsive) alanı olarak iş görmesidir, bu da EMT sisteminin pervane gibi bilinen sevk sistemlerine bir üstünlük sağlamasına yolaçar. Geleneksel itici ve pervaneler sert havalarda akıntıdan etkilenir ancak EMT'li bir gemi her türlü hava koşullarında maksimum itme sağlayabilir. Pervaneler büyük bir direnç oluşturmaktadır, bu yüzden pervanesiz bir gemideki toplam direncin önemli ölçüde düşmesi beklenebilir. Gemi tasarım-

cıları artık pervaneyi kaçınılmaz varsaymamalı, bunun yerine tekneyi sevk (propulsion) iticisi olarak gözönüne alıp tekne biçimini ona göre tasarlamalıdır.

DC tip EMT'de deniz suyuna elektrik akımı göndermek için gerekli elektrik gücü besleme gücüdür. Besleme gücü, deniz suyunu ısıtmakta kullanılan Joulean ısı kaybına ve itme gücüne bölünür. Manyetik akı yoğunluğu ve sevk güç verimi arttıkça Joulean kaybı çok çabuk biçimde azalır. Sevk güç verimi, itme kuvveti, gemi hızı ve elektrik güç girişinden hesaplanabilir. Örneğin, 2MN luk bir itme kuvveti için besleme elektrik gücü yaklaşık 10 000 kw tır, ve itme enerji gücünün % 80 olması beklenir.

EMT nin ticari olarak kullanılabilmesinden önce aşağıdaki konulardaki teknik gelişmeler tamamlanmalıdır.

- (1) Büyük ölçekli süperiletken kangallar
- (2) Manyetik alan siperi
- (3) Elektrotlar

(2) ve (3) ile ilgili olarak şu an hiç bir sorun yoktur. Manyetik akı yoğunluğu iki yıl içinde 10 Tesla'ya yükseltilebilir, cryostat ve bobin ağırlığı ise bir yıl içinde 1/3 oranında azaltılmalıdır. Yakın gelecekte, bilinen bir ana güç üreticisine (generator) duyulan gereksinimi ortadan kaldıracak bir süperiletken enerji depolama birimini kullanma olanağı doğacaktır.

Bilinen dümen, pervane ve iticilerle yukarıda sözü edilen yararları sağlamak güç olduğundan, geliştiriciler EMT tipi bir geminin hızla geliştirilmesinin son derece yararlı olduğu inancındadırlar. Bu tür bir proje tersaneler ve ilgili gemicilik sanayilerinin işbirliğini gerektirmekte olup araştırmacılar ilgili kesimlerin konuya ilişkin görüşlerini beklemektedirler.

Fleming'in sol el kuralının ilkesi

manyetik alan+ elektrik akımı → kuvvet

$$f = J \times B$$

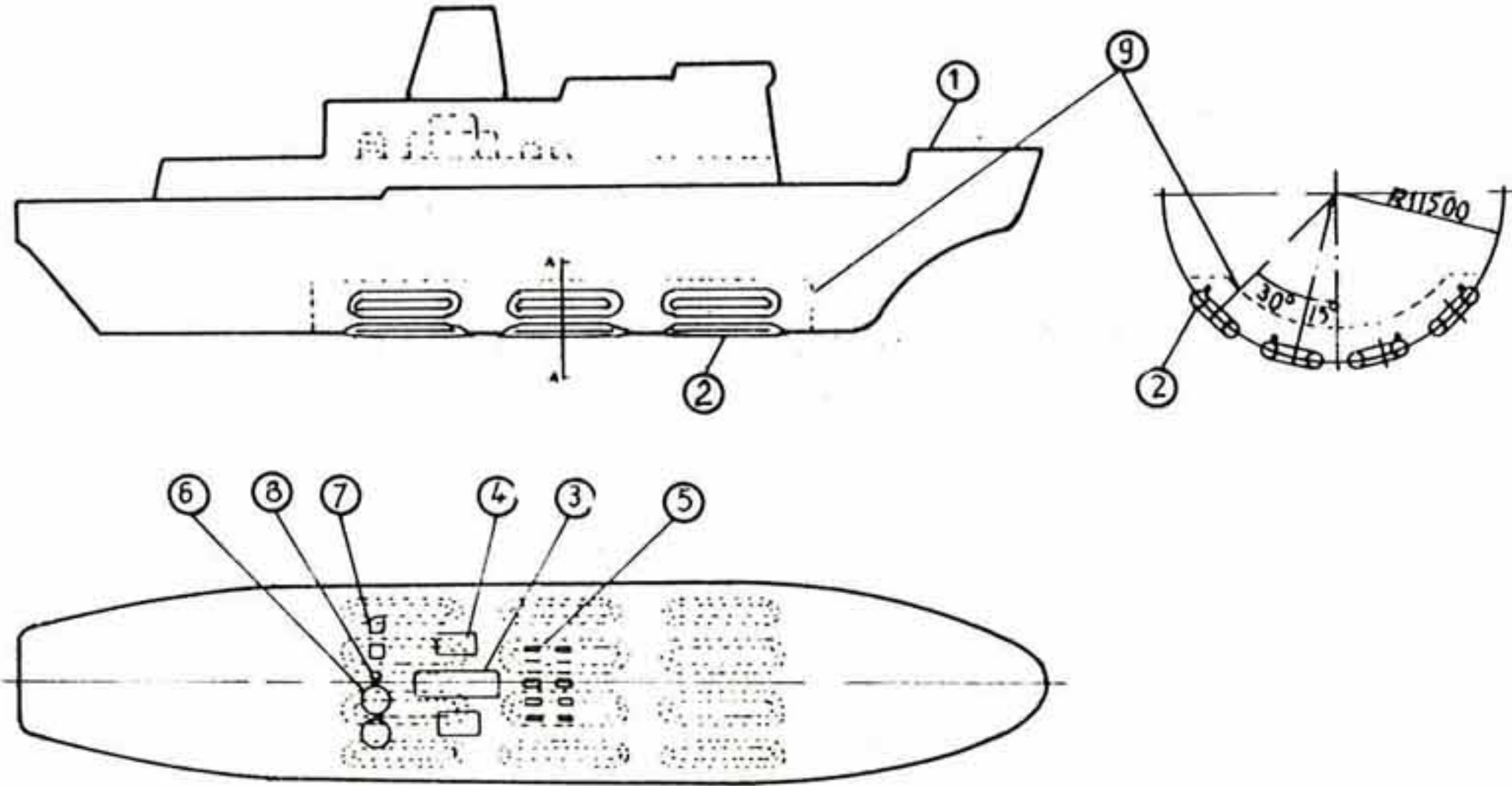
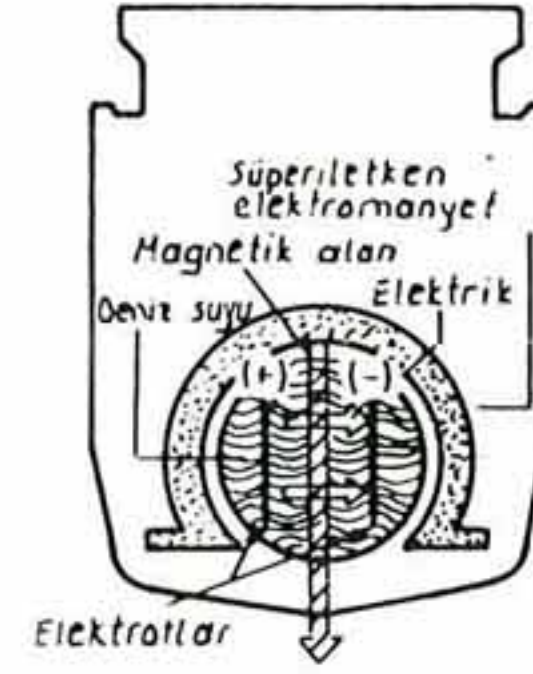
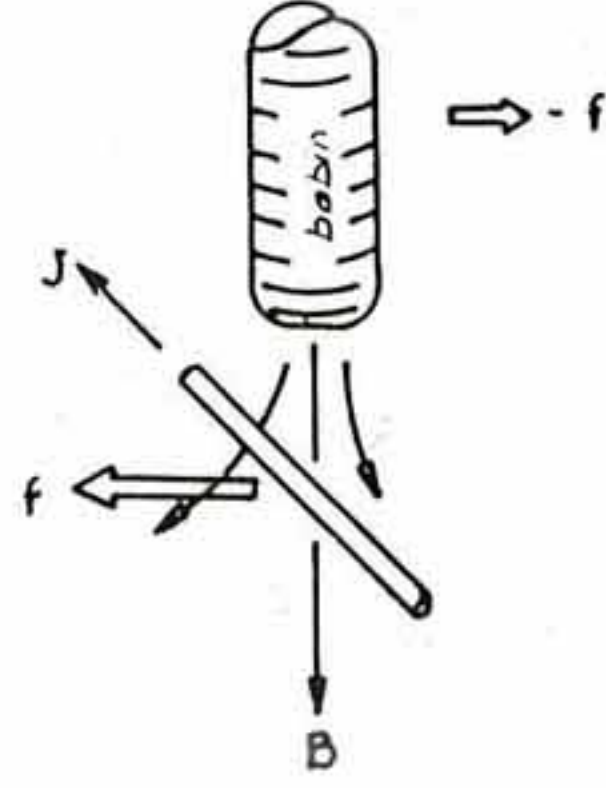
f = Kuvvet yoğunluğu (N/m³)

J = Elektrik akım yoğunluğu (A/m²) ve

B = Manyetik akı yoğunluğu (Tesla)

Bir gemideki superiletken

EMT sisteminin şematik kesiti



Japon geliştiriciler tarafından tasarlanan ST4000B kodlu EMT ile sürülen superiletkenli 4000 dwt luk buz kırarının genel görünüşü 1) Gemi teknesi 2) Superiletken bobin 3) Üretic (Generator) 4) Soğutucu 5) Bobin güç vericisi 6) Helyum rezerv tankı 7) Helyum kompresörü 8) Azot kompresörü 9) Manyetik siper levhası.

Marmara Transport A.Ş.

LPG GEMİLERİ

TANKERLER

KURU YÜK GEMİLERİ

KONTEYNER GEMİLERİ

BASINÇLI LPG TANKLARI

YENİ GEMİ İNŞAALI

TAMİR İŞLERİ

TADİL BOY UZATMA

Yapımında Tecrübeli

MARMARA TERSANESİ

MERKEZ : Galatasaray, Yeniçeri Sok. Vakıf Han No. 20 Kat 3

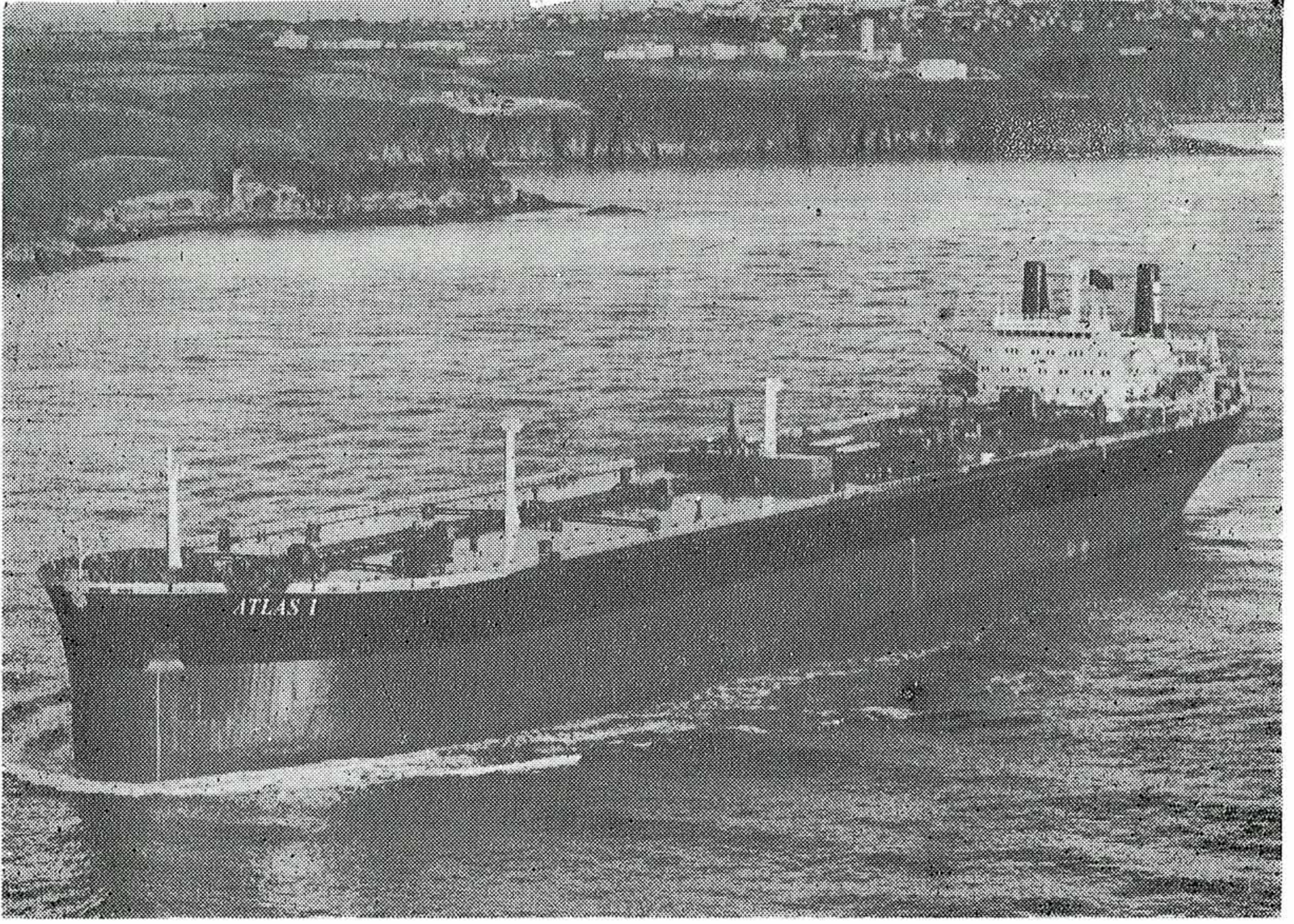
BEYOĞLU - İST. Tel.:1430374 - Telex:24314 Marp Telgraf: Marp

TERSANE Çaykoz Mevkii YARIMCA - KOCAELİ

Telefon : TÛTUNÇİFTLİK 2096

Telex : 33100 M TER TR

DENİZCİLİK ANONİM ŞİRKETİ



M/T ATLAS I

M/V "AKAD" : 36.349 D.W.T.

M/V "ARPAD" : 37.565 D.W.T.

M/T "ATLAS I" : 142.800 D.W.T.

İç ve Dış sularda akaryakıt ve kuru yük nakliyatı.

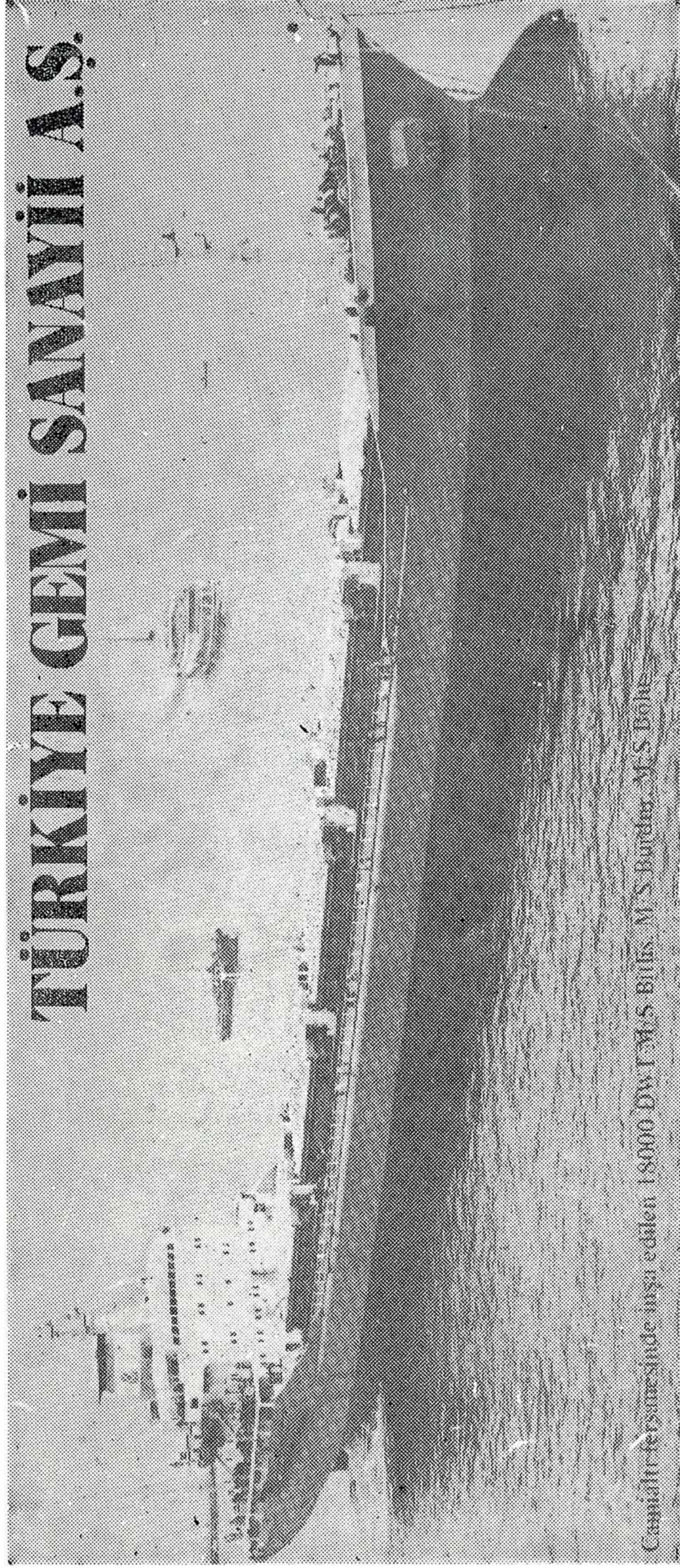
**TOPLAM 216.714 DWT'LUK GEMİLERİYLE DENİZCİLİĞİMİZİN
HİZMETİNDEDİR.**

Deniz Nakliyatına Başlama Tarihi : 1948

DENİZCİLİK ANONİM ŞİRKETİ tesis tarihi : Şubat 1952

Adres : Meclisi Mebusan Caddesi 55, Fındıklı Han Kat 4, Fındıklı - İstanbul
Telefon : 143 63 70 (5 hat) 149 57 51 - 149 74 27
Teleks : 24189 Haba Tr - 24478 Hyba Tr - 24479 Gen Tr
Telgraf : Habaran - İstanbul

TÜRKİYE GEMİ SANAYİİ A.Ş.



Camiâli fersahesinde inşa edilen 18000 DWT M.S. BİLİR M.S. BÜRDÜR. M.S. BÖLGE