

ÖZET**Endüstriyel kelebek vanalarda kullanılan klapeelerde yenilik**

5 Buluş; pompa istasyonları, üst düzey rezervuarlar, filtre sistemleri, boru hatları, deniz suyu ve korozyif özellikli akışkan sistemleri, su, petrol ve diğer sıvı transfer sistemleri, sulama şebekeleri, sıcak ve soğuk su tesislerinde kullanılan endüstriyel kelebek vanaların (A), klape (10) adlı açma kapatma elemanı ile ilgilidir.

10 (Şekil 5)

İSTEMLER

1. Endüstriyel kelebek vanalarda (A) açma kapatma elemanı olarak kullanılan bir klape (10) olup özelliği;

- 5
- bahsedilen kelebek vanalar (A) için sürüklenme katsayısı (C_d) optimizasyonunu sağlamak üzere; klappenin (10) merkez doğrusu üzerinde, klappenin (10) tabanından tavan noktasına kadar olan et kalınlığını ifade eden eğrilik yüksekliğinin (H) klape çapına (D) oranının, 0.04 ile 0.075 değerleri arasında,
 - sürüklenme kuvvetini (F_d) ve dolayısıyla sürüklenme katsayısını (C_d) düşürmek
- 10
- üzeri; bahsedilen klappenin (10) tüm dış yüzeyinde bulunan sivri kenarları ovalleştirme oranı olan oval yarıçapının (Y) klape çapına (D) oranının 0.02 ile 0.04 değerleri arasında olmasıdır.

TARİFNAME

Endüstriyel kelebek vanalarda kullanılan klapelerde yenilik

5 Teknik Alan

Buluş; pompa istasyonları, üst düzey rezervuarlar, filtre sistemleri, boru hatları, deniz suyu ve korozyon özellikli akışkan sistemleri, su, petrol ve diğer sıvı transfer sistemleri, sulama şebekeleri, sıcak ve soğuk su tesislerinde kullanılan endüstriyel kelebek vanaların, klape adlı
10 açma kapatma elemanı ile ilgilidir.

Buluş özellikle, yapısal ve akışkanlar mekaniği bakımından; klappenin aerodinamik yapısı, sürüklenme kuvveti, sürüklenme katsayısı, yük altındaki güvenlik faktörü, yük altındaki gövde güvenlik faktörleri dikkate alınarak yeniden tasarlanan klapelere sahip endüstriyel kelebek
15 vanaları ile ilgilidir.

Tekniğin Bilinen Durumu

Kelebek vanalar; döküm gövde, gövde üzerine millerle entegre edilmiş klape ve açma-
20 kapama tork kapasitelerine uygun olarak tanımlanmış kompakt bir şanzımandan oluşur. Kelebek vanalar; pompa istasyonları, üst düzey rezervuarlar, filtre sistemleri, boru hatları, deniz suyu ve korozyon özellikli akışkan sistemleri, su, petrol ve diğer sıvı transfer sistemleri, sulama şebekeleri, sıcak ve soğuk su tesislerinde kullanılmaktadır.

25 Mevcut teknikteki kelebek vanaların problemlerini maddeler halinde sıralayacak olursak;

1. Klappenin aerodinamik yapısının, temel bilimsel aerodinamik ilkelere uymaması,
2. Klapede akış ayrılmasının oluşması ve bu ayrılma nedeniyle istenmeyen girdapların (vortex) oluşması,
3. Klappenin sürüklenme (drag) katsayısının yüksek olması,
- 30 4. Klappenin sürüklenme kuvvetinin (drag force) yüksek olması,
5. Klappenin açma kapama işlemlerinin 2,3 ve 4. maddelerdeki nedenlerden dolayı zor olması,
6. Klappenin mil eksenine etrafındaki torkunun yüksek olması,
7. Klappenin titreşiminin yüksek olması,
- 35 8. Klappenin mukavemet bakımından güvenlik faktörünün düşük olması,
9. Klappenin akışkan basınç yükünü homojen dağıtamaması,

10. Klâpenin yük altında aşırı sehim yapması,
11. Klâpenin çok fazla hammadde kullanılarak -daha hafif olabileceken- gereğinden fazla ağır olması,
12. Klâpenin hammadde bakımından ağır olmasına karşın mukavemet verilerinin iyi olmaması,
13. Gövdenin hammadde bakımından ağır olması,
14. Gövdenin hammadde bakımından ağır olmasına rağmen mukavemet verilerinin iyi olmaması.

10 Yukarıda belirtilen dezavantajlar, klape geometrisinden dolayı aşırı basınç farklarının olmasına, klâpenin mukavemet bakımından güvenlik faktörünün düşük olmasına ve açma kapatma işleminin yüksek kuvvetlerle olmasına yol açmaktadır.

15 Teknik araştırmalar sonucunda ortaya çıkan 2015/05889 numarasına sahip başvuru; bir gövde kısmının içinde bir dönme eksenini etrafında yataklan ve dönme eksenine karşı kaydırılmış bir şekilde bir klape diskini ve gövde içinde dönebilir şekilde yataklanmış iki tahrik milinin girişi için yanda göbek kısımlarını içeren klape şeklindeki bir kapama organına sahip olan kelebek vana ile ilgilidir. Bunun yanında dokümanda, yukarıda bahsedilen dezavantajlara çözüm sağlayabilecek bir yapılanmadan bahsedilmemektedir.

20

Sonuç olarak yukarıda anlatılan olumsuzluklardan dolayı ve mevcut çözümlerin konu hakkındaki yetersizliği nedeniyle ilgili teknik alanda bir geliştirme yapılması gerekli kılınmıştır.

Buluşun Amacı

25

Buluş, mevcut durumlardan esinlenerek oluşturulup yukarıda belirtilen olumsuzlukları çözmeyi amaçlamaktadır.

30

Oncelikle var olan teknik problemleri incelemek için Computational Fluid Dynamics (Hesaplamalı Akışkanlar Mekaniği) yöntemi ile klape tasarımı üzerinde değişiklikler yapılmıştır. Mevcut klape ve yeni tasarlanan klape, eşit sınır şartları (Boundry Condition) ile nümerik yöntemle hesaplanarak test edilmiştir. Hesaplama esnasında klâpenin 0 derece kapalıktan başlayarak 90 dereceye kadar, her 10 derece için, tam kapalı durumdan tam açık durumu incelenmiştir. Her 10 derecelik farkta ayrı ayrı analizler yapılmıştır.

Bu aerodinamik çalışma için en önemli kavram Drag Force kavramıdır. Bu kavramı kısaca tanımlarsak; bir cismin, bir akışkan içindeki hareketine gösterdiği dirençtir. Sürüklenme kuvveti İngilizce drag sözcüğüne atfen "Fd" ile gösterilir.

5 Fd= sürüklenme kuvveti

Cd = sürüklenme katsayısı (boyutsuz)

Aiz = akışkan kuvvetindeki izdüşüm alanı

g = akışkanın yoğunluğu

v= akışkanın direç doğrultusundaki dik hız bileşeni

10

Mevcut klape tasarımı için uygun sınır şartları, belirli bir giriş debisi için şu şekilde belirlenmiştir;

- Reynolds sayısına göre hidrodinamik giriş uzunluğu hesaplanarak analiz domain (hesaplama bölgesi) oluşturulmuştur.

15

- Fd inceleneceği için analiz yakınsama kriteri olarak Fd seçilmiştir.
- $Fd = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 \cdot Aiz \cdot Cd$ formülü kullanılarak, aerodinamik Fd kuvveti 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dereceler için incelenmiştir ve Cd katsayısı için çözüm ağına $((2 \cdot \{Fd\}) / (1000 \cdot 5 \cdot 5 \cdot Aiz \cdot \{v\}))$ fonksiyonu yazılmıştır.

20

Bu sınır şartlarına göre, hassas bir çözümleme neticesinde, 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 derecelik klape pozisyonları için, sırasıyla Şekil 2'de 2 boyutlu olarak gösterilen hız gradyenleri elde edilmiştir. Şekil 3'te ise sırasıyla 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 derecelik klape pozisyonları için 3 boyutlu gösterime sahip hız gradyenleri gösterilmiştir.

25

Eski klape için yapılan Hesaplamalı Akışkanlar Mekaniği (Computational Fluid Dynamics) analizinde kullanılan mesh yapısı Şekil 4'teki gibidir.

Yeni tasarlanan klape Şekil 5'teki gibidir. Bu tasarımda klape aerodinamik esaslara göre tasarlanmıştır. Akış ayrılmaları minimize edilerek optimum çözüm için aşağıda açıklanacak oransal kurallar geliştirilmiştir.

30

Bu tasarımda gövde de optimize edilerek gövde ağırlığı yaklaşık yüzde 25, klape ağırlığı ise yaklaşık yüzde 20 düşürülmüş, ağırlık düşmesine karşın klape'nin aerodinamik/sürüklenme katsayısı (Cd) ve sürüklenme kuvveti (Fd) azalarak gövde ve klape'nin yapısal mukavemeti artırılmıştır.

35

Yeni klape tasarımı için uygun sınır şartları, belirli bir giriş debisi için şu şekilde belirlenmiştir;

- Reynolds sayısına göre hidrodinamik giriş uzunluğu hesaplanarak analiz domain (hesaplama bölgesi) oluşturulmuştur.
- 5 • F_d inceleneceği için analiz yakınsama kriteri olarak F_d seçilmiştir.
- $F_d = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 \cdot A_{iz} \cdot C_d$ formülü kullanılarak, aerodinamik F_d kuvveti 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dereceler için incelenmiştir C_d katsayısı için çözüm ağına $((2 \cdot \{F_d\}) / (1000 \cdot 5 \cdot 5 \cdot A_{iz}))$ fonksiyonu yazılmıştır.
- 10 Bu sınır şartlarına göre hassas bir çözümleme neticesinde 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 derecelik klape pozisyonları için sırasıyla Şekil 6'daki hız gradyenleri elde edilmiştir. (Gösterim 2 boyutludur). Şekil 7'de ise sırasıyla 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 derecelik klape pozisyonları için 3 boyutlu gösterime sahip hız gradyenleri gösterilmiştir.
- 15 Yeni klape için yapılan Hesaplamalı Akışkanlar Mekaniği analizinde kullanılan mesh yapısı Şekil 8'deki gibidir.

Eski ve yeni klapenin aerodinamik/sürüklenme katsayılarının (C_d) 0,10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dereceler için kıyaslama grafikleri Şekil 9'daki gibidir.

20

Sonuç olarak buluşun amacı; buluşa konu olan klape yapılanması sayesinde,

- mükemmel akış karakteristiğine sahip,
- daha küçük alan gereksinimine sahip,
- yüksek güvenli,
- 25 • uzun ömürlü,
- bakımı kolay,
- her iki yönde mükemmel sızdırmazlığa sahip,
- düşük tork değerlerine sahip,
- montajı kolay

30 kelebek vanaları temin etmektir.

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıflar yapılmak suretiyle yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirmenin de bu şekiller ve detaylı açıklama göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.

35

Buluşun Anlaşılmasına Yardımcı Olacak Şekiller

Şekil 1, mevcut teknikte kullanılan klapeyi gösterir.

Şekil 2, mevcut teknikte kullanılan klapelere, 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 derecelik pozisyonlar için 2 boyutlu hız gradyenlerini gösteren şekildir.

Şekil 3, mevcut teknikte kullanılan klapelere, 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 derecelik pozisyonlar için 3 boyutlu hız gradyenlerini gösteren şekildir.

Şekil 4, mevcut teknikte kullanılan klape için yapılan Hesaplamalı Akışkanlar Mekaniği analizinde kullanılan mesh yapısını gösteren şekildir.

Şekil 5, buluşa konu olan klapeyi gösteren şekildir.

Şekil 6, buluşa konu olan klape için 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 derecelik pozisyonları için 2 boyutlu hız gradyenlerini gösteren şekildir.

Şekil 7, buluşa konu olan klape için 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 derecelik pozisyonları için 3 boyutlu hız gradyenlerini gösteren şekildir.

Şekil 8, buluşa konu olan klape için yapılan Hesaplamalı Akışkanlar Mekaniği analizinde kullanılan mesh yapısını gösteren şekildir.

Şekil 9, eski ve yeni klape için aerodinamik katsayılarının 0,10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dereceler için kıyaslama grafiklerini gösteren şekildir.

Şekil 10, buluşa konu olan klape için önden görünümü verilmiştir.

Şekil 11, buluşa konu olan klape için eğrilik yüksekliği gösterilmiştir.

Şekil 12, buluşa konu olan klape için radius yarıçapını gösterir.

Şekil 13, kelebek vanayı gösteren şekildir.

Çizimlerin mutlaka ölçeklendirilmesi gerekmemektedir ve mevcut buluşu anlamak için gerekli olmayan detaylar ihmal edilmiş olabilmektedir. Bundan başka, en azından büyük ölçüde özdeş olan veya en azından büyük ölçüde özdeş işlevleri olan elemanlar, aynı numara ile gösterilmektedir.

Parça Referanslarının Açıklaması

A. Kelebek vana

10. Klape

D: Klape çapı

H: Eğrilik yüksekliği

Y: Oval yarıçapı

Cd: Sürüklenme Katsayısı

Fd: Sürüklenme Kuvveti

Buluşun Detaylı Açıklaması

- 5 Bu detaylı açıklamada, buluşun tercih edilen yapılanmaları, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak şekilde açıklanmaktadır.

10 Buluş; pompa istasyonları, üst düzey rezervuarlar, filtre sistemleri, boru hatları, deniz suyu ve korozyon özellikli akışkan sistemleri, su, petrol ve diğer sıvı transfer sistemleri, sulama şebekeleri, sıcak ve soğuk su tesislerinde kullanılan endüstriyel kelebek vanaların (A), klape (10) adlı açma kapatma elemanı ile ilgilidir.

15 Buluşa konu klape (10), şekil 5, 10, 11 ve 12'deki gibidir. Bu çizimlerde aerodinamik yapının optimizasyonunda elde edilen parametreler kullanılmıştır. Bu parametreler klape çapı (D), eğrilik yüksekliği (H), oval yarıçapı (Y), $Cd1 (H/D)$ ve $Cd2 (Y/D)$ oranlarıdır.

20 $Cd1 (H/D)$ ve $Cd2 (Y/D)$ oranları belirli bir aralığı temsil etmektedir. Bunun sebebi imalat açısından kolaylıklar sağlaması için aralık toleranslarının bırakılmasıdır. Şekil 5'te klape (10) izometrik görünümü verilmiştir.

25 Şekil 10'da klape (10) önden görünümü verilmiştir. Bu şekilde klape çapı (D) ölçü verilmeden gösterilmiştir. Şekil 11'de ise klape (10) eğrilik yüksekliği (H) gösterilmiştir. Eğrilik yüksekliği (H), klape (10) merkez doğrusu üzerinde, klape (10) tabanından tavan noktasına kadar olan et kalınlığını ifade eder.

$Cd1$ oranı = H/D , kelebek vanalar (A) için sürüklenme katsayısı (Cd) optimizasyonu olarak kabul edilirse, optimum değerler için yapılan hesaplamalara göre şu şekilde kabul edilebilir;

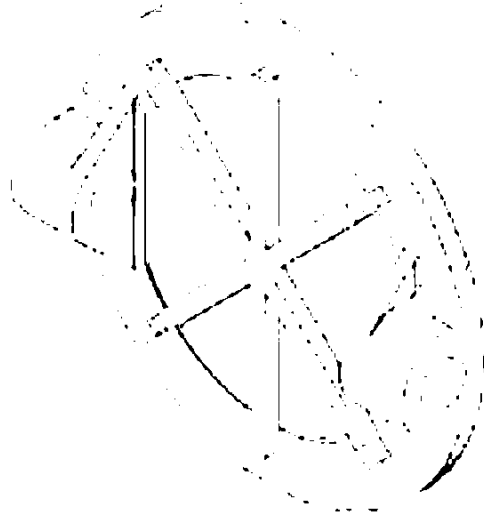
30 $0.04 < Cd1 \text{ oranı} = (H/D) < 0.075$ arası optimum aerodinamik verileri vermektedir. 0.075'ten sonra klape (10) ardında vakum kuvveti artmaktadır, 0.04'ten daha küçük değerlerde ise sürüklenme katsayısı (Cd) kayda değer şekilde düşmemektedir.

35 Yine aynı şekilde aerodinamik veya bir başka değişle sürüklenme katsayısına (Cd) etki edecek diğer bir unsur ise, klape (10) tüm dış yüzeyinde bulunan sivri kenarları ovalleştirme oranı olan Radius yani oval yarıçapıdır (Y). Bu oval yarıçapı (Y) akış ayrılması

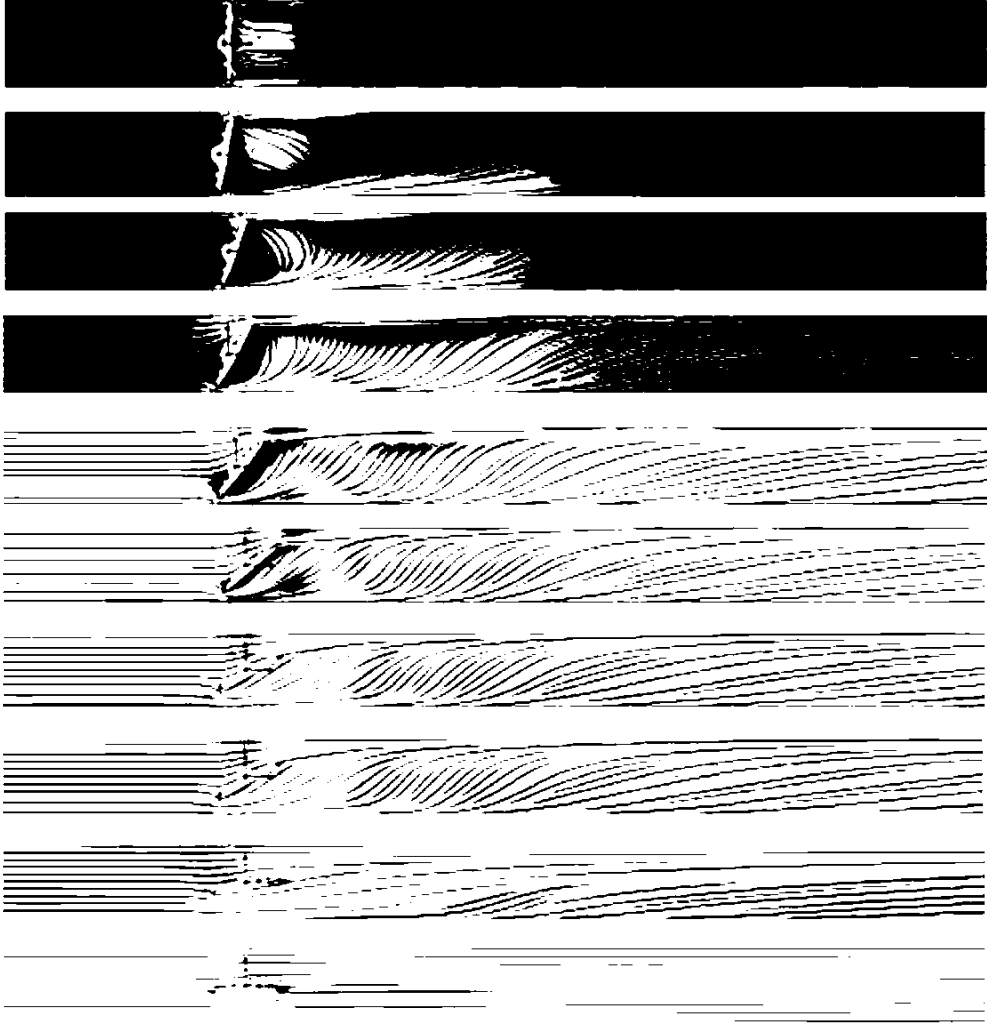
bakımından çok önemlidir ve klapenin (10) tüm dış yüzeyini kapsamaktadır. F_d 'nin ve dolayısıyla sürüklenme katsayısının (C_d) düşmesinde, buna bağlı olarak klapenin (10) kolay açılıp kapanmasında ve basınç farkının düşmesinde önemli bir rol oynar.

5 Bu oranı da şu şekilde tanımlayabiliriz: C_d^2 oranı = Y/D

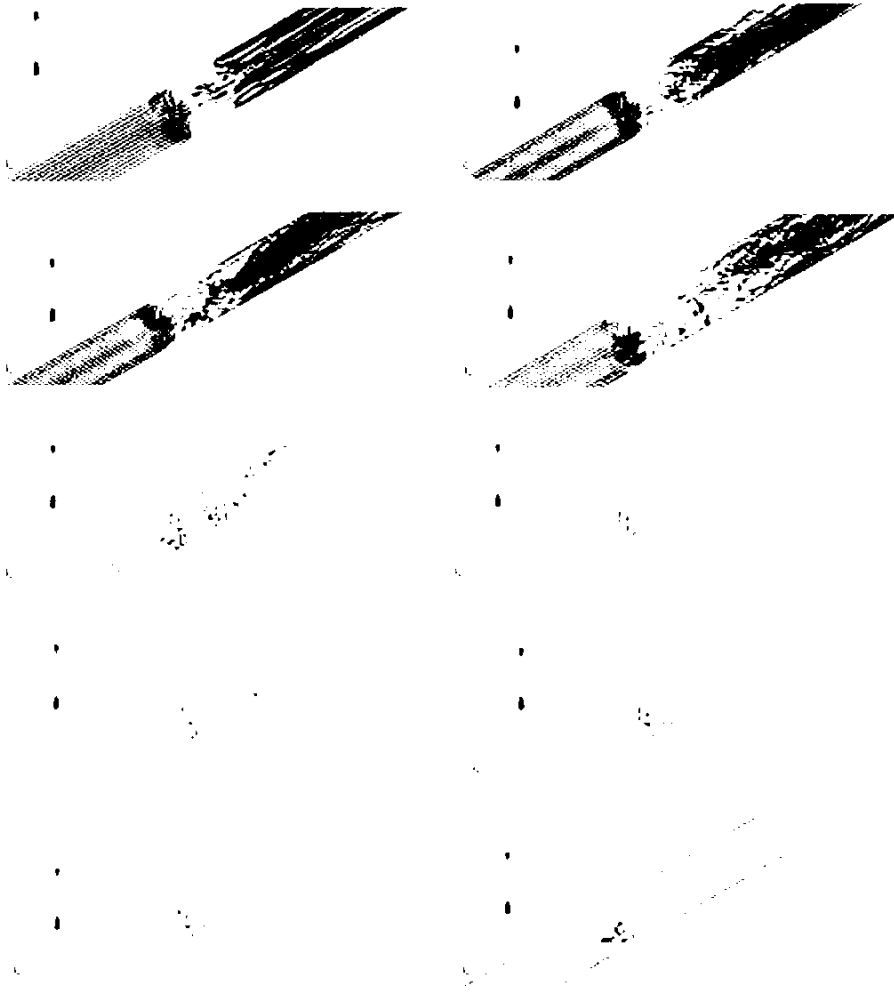
Yapılan Hesaplamalı Akışkanlar Mekaniği analizleri sonucunda burada bulunan optimum aralık şu şekildedir: $0.02 < C_d^2 \text{ oranı} = (Y/D) < 0.04$. Bu değer aralığı dış akımda kelebek vana (A) etrafındaki akış ayrılmasını minimize eden ve sürüklenme kuvvetinin minimum değerine ulaşmasını sağlayan aralıktır.



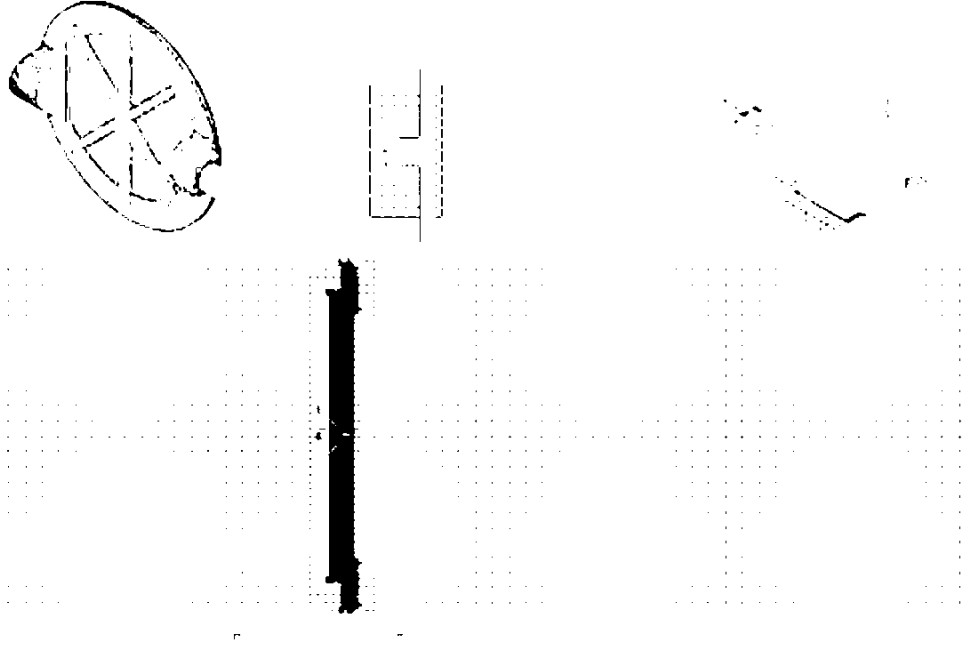
ŞEKİL 1



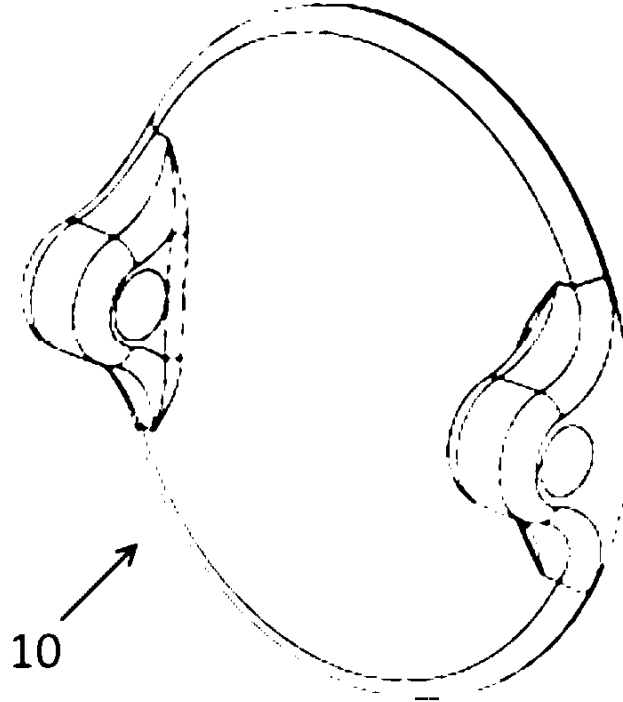
ŞEKİL 2



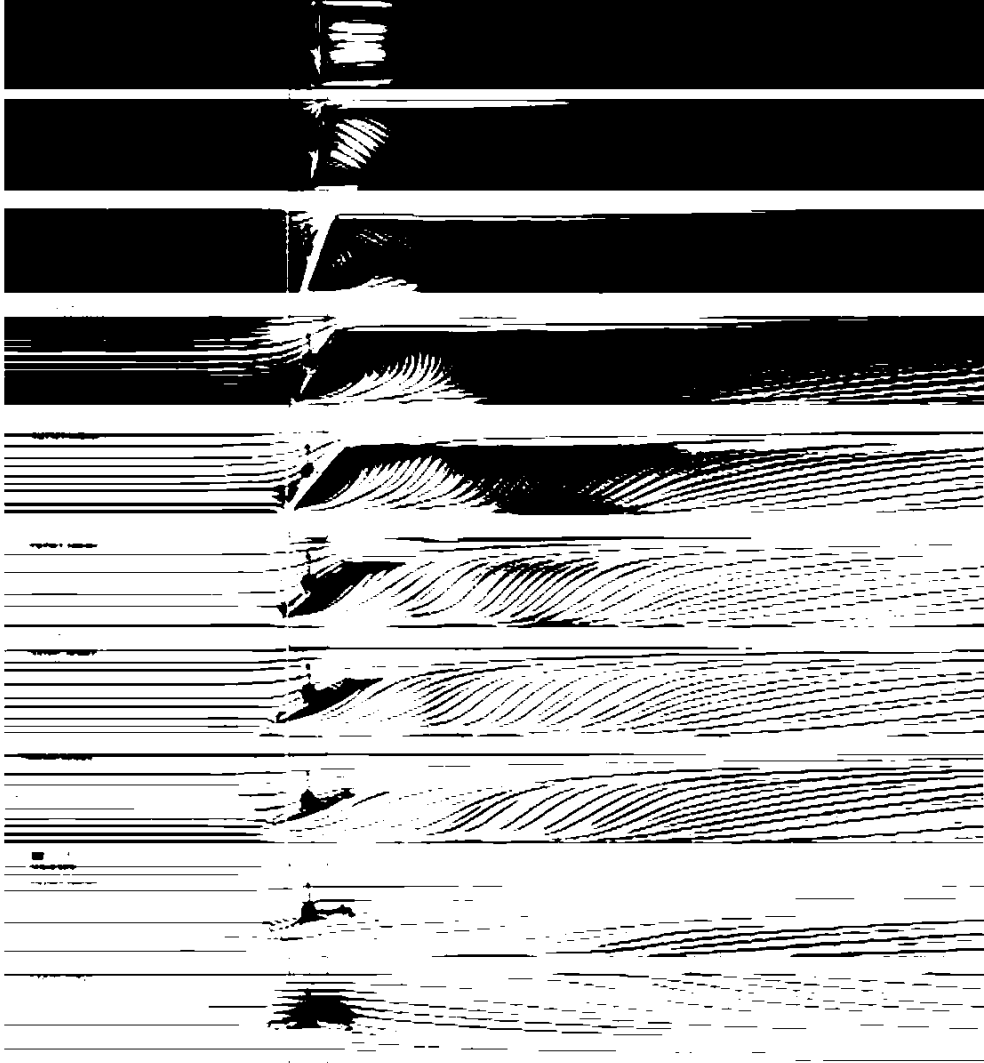
ŞEKİL 3



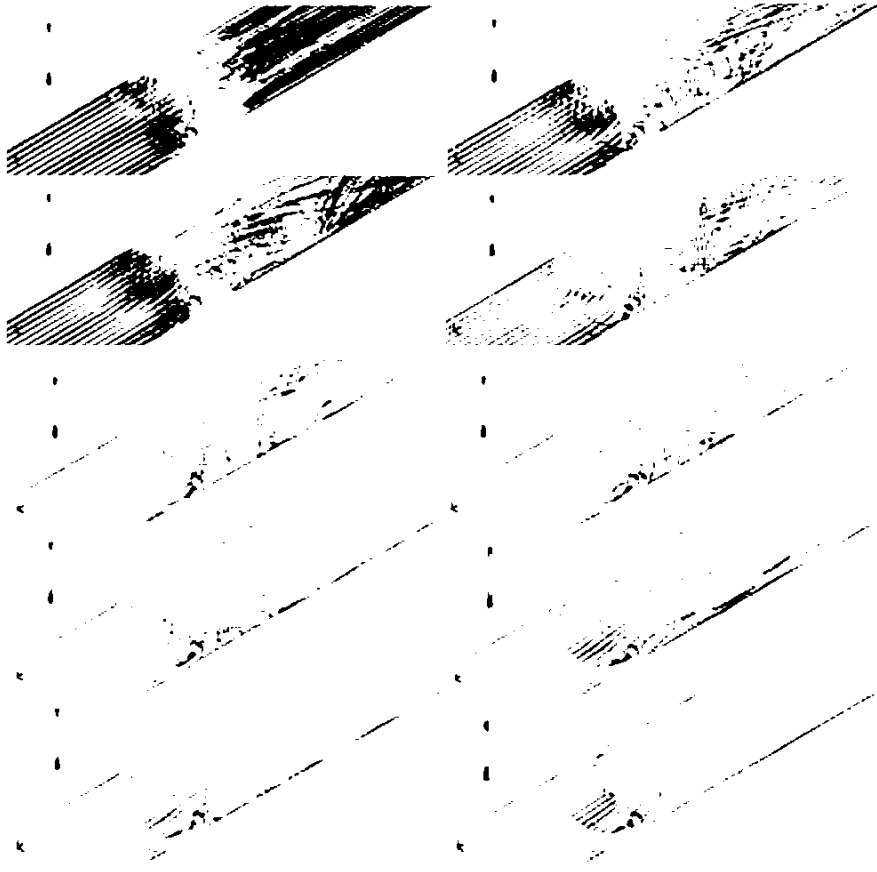
ŞEKİL 4



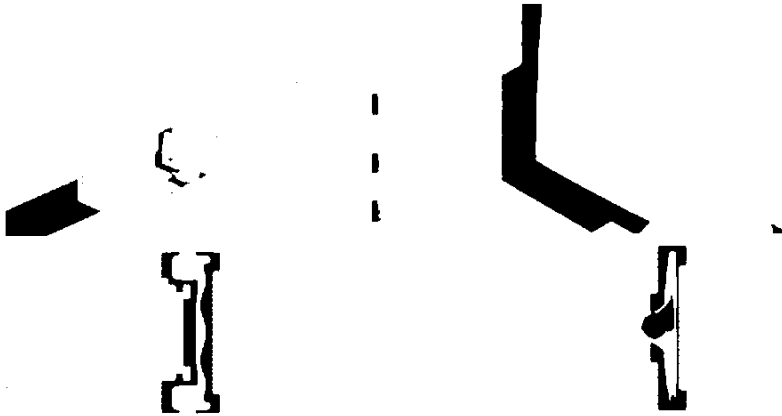
ŞEKİL 5



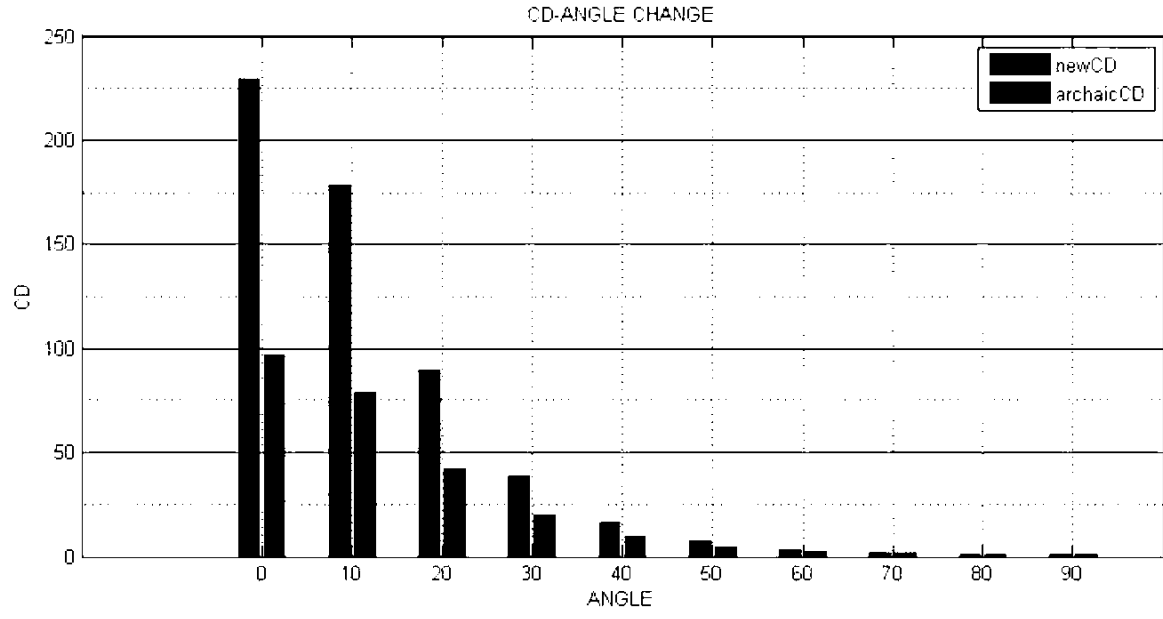
ŞEKİL 6



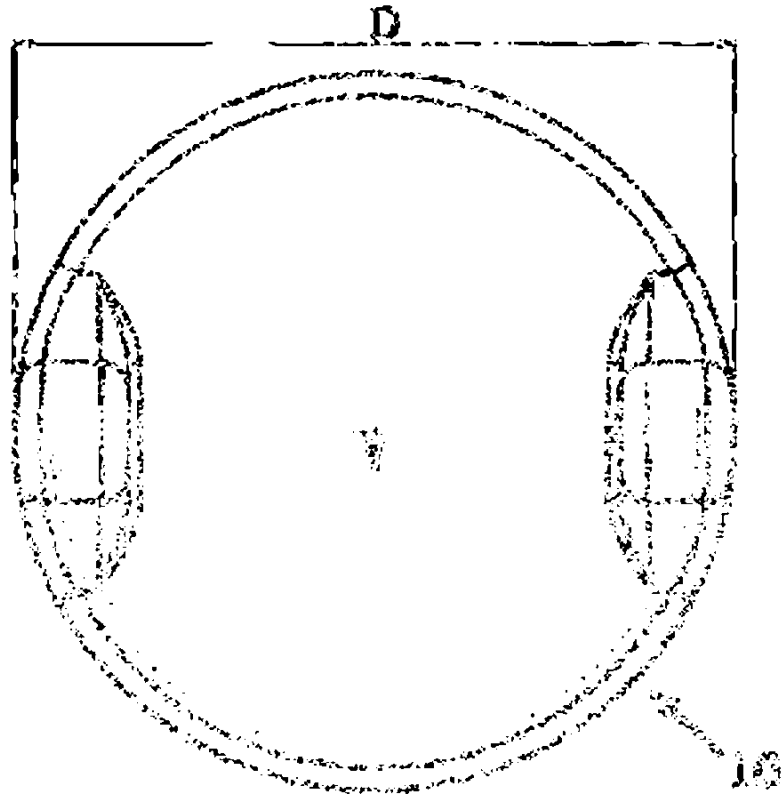
ŞEKİL 7



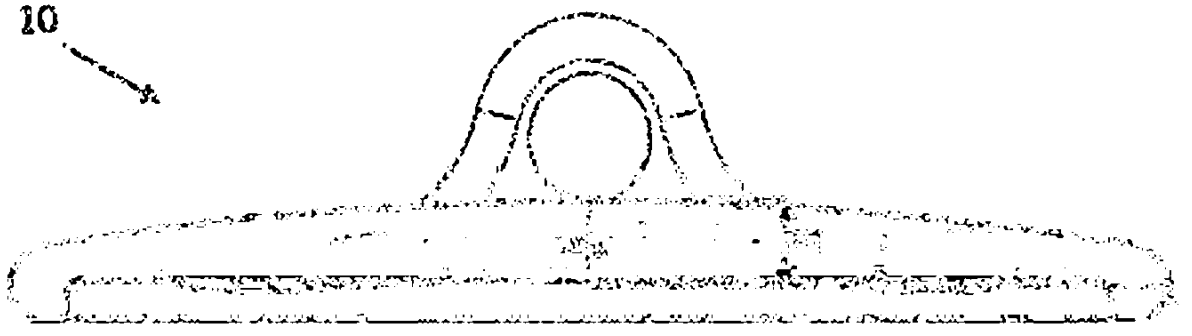
ŞEKİL 8



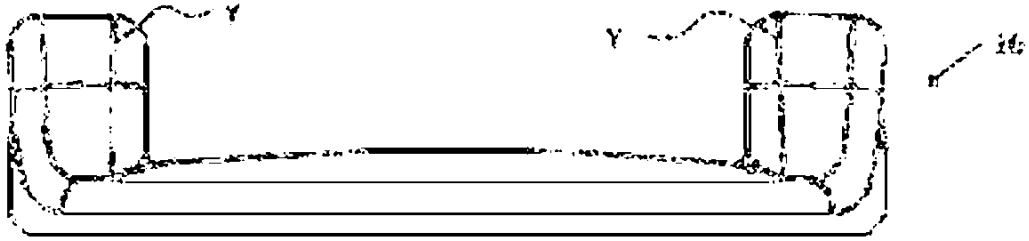
ŞEKİL 9



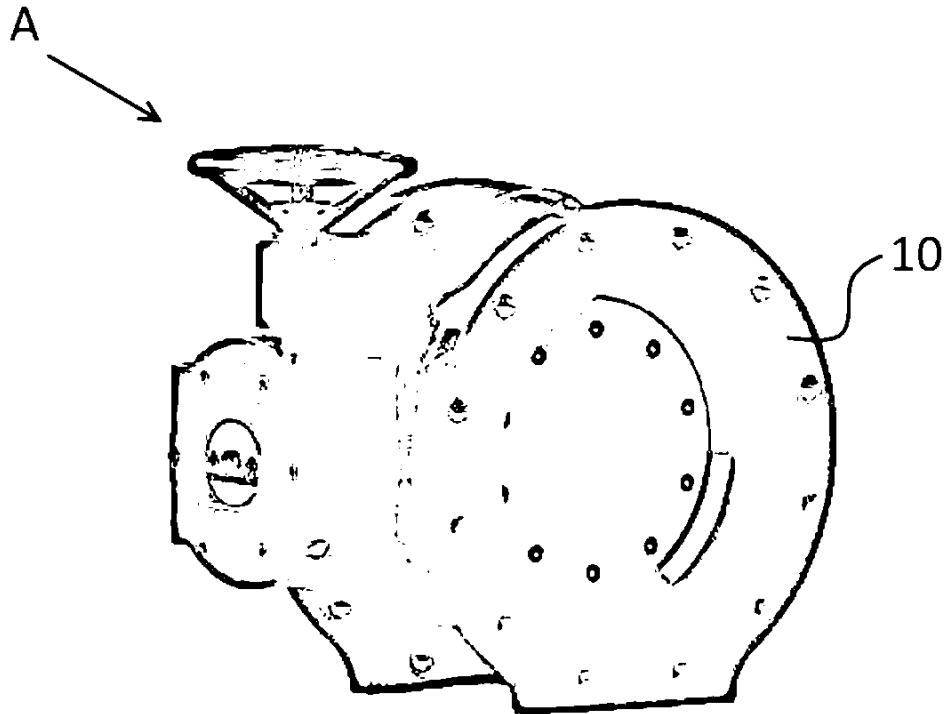
ŞEKİL 10



ŞEKİL 11



ŞEKİL 12



ŞEKİL 13