T.C.

EGE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SIVILARIN TERMODİNAK VE TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN MODELLENMESİ**

Evren TANIK

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

İzmir

2023

Kabul ve Onay Sayfası

Etik Kurallara Uygunluk Beyan Sayfası

Önsöz

ÖZET

ABSTRACT

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER DİZİNİ

TABLOLAR DİZİNİ

SİMGELER VE KISALTMALAR

GİRİŞ

Bu çalışmada, hidrolik sistemler, ısıtma ve soğutma sistemi vb. mühendislik çalışmalarında büyük öneme sahip olan ve çokça kullanılan sıvıların termodinamik ve termofiziksel özelliklerinin modellenmesi yapılmıştır. Bu özellikler özgül ısı, entalpi, entropi, viskozite, ısıl iletim katsayısı gibi özelliklerdir.

Bu çalışmanın amacı mühendislikle sıkça bilinmesi gerekilen bu özelliklerin elde edilmesi için Java programlama dili ile oluşturulan bir masaüstü programı ile özelliklerin bulunmasında kullanılabilecek güvenilir bir kaynak oluşturmaktır. Güvenilir bir kaynak oluşturmanın yanı sıra, özellik tablolarını bulmaya çalışırken ve okurken oluşabilecek zorluk ve zaman kayıplarını minimize etmek, bu tabloları okurken veya interpolasyon gibi sayısal hesaplamalar yaparken ortaya çıkabilecek olan sayısal hataları engellemektir.

Çalışma kapsamında oluşturulan masaüstü programda Carl Yaws’ın yayınlarından elde edilen ve sıcaklığın bir denklemi olarak verilen katsayılar ve bazı özellikler için farklı bilim adamları tarafından oluşturulan denklemler kullanılarak saf sıvıların özellikleri ve karışımların özellikleri hesaplanabilecek. Ayrıca oluşturulan grafikler sayesinde farklı hesaplama yöntemlerinin ve sıcaklığın özellikleri ne şekilde etkilediği görülebilecektir.

**2. HESAPLAMASI YAPILACAK OLAN ÖZELLİKLER**

Bu kısımda, oluşturulacak olan algoritma yardımı ile hesabı yapılacak olan özellikler kısaca tanıtılacak ve bu özelliklerin sembolleri ve birimleri hakkında kısa bilgiler verilecektir. Çalışmanın amacı bu özelliklerin tanımını yapmak değil bu özellikleri elde etmek için kullanılacak yöntemleri ve kaynakları tanımlamak olduğu için özelliklerin tanımlarında detaya girilmeyecektir.

**2.1. Özgül Isı ( Buraları kendi kelimelerimle anlatmam lazım)**

Bir malzemenin birim kütlesinin sıcaklığını 1 C artırmak için gerekli enerji miktarına özgül ısı denir. Birimi kJ/(kgK)’dır. Isıtma veya soğutma işlemi sabit basınç altında oluyorsa özgül ısı cp olarak, sabit hacim altında oluyorsa ise cv olarak gösterilir. Mükemmel gazlarda bu iki özgül ısı değeri arasında

cp = cv + R

şeklinde bir eşitlik tanımlanabilir.

Ancak sıvılar sıkıştırılamaz maddeler olarak kabul edildiği için sıcaklık değişimi sürecinde hacmin sabit kaldığı kabul edilir ve bundan kaynaklı olarak cp ve cv değerleri birbirine eşit olarak kabul edilir.

cp = cv = c

Elbette arada bir fark vardır ancak bu fark çok küçük olduğundan dolayı ihmal edilmesi mühendislik hesaplamalarında önemli farklara neden olmaz.

Eğer kütle üzerinden değil de mol miktarı üzerinden hesaplamalar yapılıyorsa özgül ısı birimi olarak kJ/(kmolK) kullanılır.

**2.2. İç Enerji ( Buraları kendi kelimelerimle anlatmam lazım)**

Termodinamik çözümlemelerde, sistemin toplam enerjisini oluşturan değişik enerji biçimleri makroskobik ve mikroskopik olarak iki grupta ele alınabilir. Makroskopik enerji, sistemin tümünün bir dış referans noktasına göre sahip olduğu enerjidir, kinetik ve potansiyel enerji gibi. Mikroskopik enerji ise, sistemin moleküler yapısı ve moleküler hareketliliğiyle ilgilidir ve dış referans noktalarından bağımsızdır. Mikroskopik enerjilerin tümünün toplamı, sistemin iç enerjisi diye adlandırılır ve u (kJ/kg) ile gösterilir. (Çengel & Boles, 2015)

İç enerji ile cv arasında,

du = cv dT = c(T)dT

şeklinde bir eşitlik tanımlanabilir. Bu eşitliğin integralinin alınması ile iç enerji değeri hesaplanır.

Bu eşitlikte u2’nin bulunabilmesi için T1 sıcaklığındaki u1 değerinin bilinmesi gerekir. İç enerji ve az sonra bahsedilecek olan entalpi değerleri hesaplanırken malzemeler için bir referans sıcaklığı ve bu sıcaklıkta geçerli olan bir iç enerji ve entalpi referans değeri gereklidir. Bu değerler keyfi olarak seçilebilir. Seçilen keyfi değerden kaynaklı olarak iç enerji ve entalpi değerleri farklı kaynaklarda farklı değerlere sahip olabilmekle birlikte T1 ve T2 sıcaklık noktaları arasındaki Δu ve Δh değerleri her zaman birbirine çok yakın olur.

**2.3 Entalpi ( Buraları kendi kelimelerimle anlatmam lazım)**

Özellikle güç üretimi ve soğutmayla ilgili bazı sistemler ve hal değişimleri incelenirken, birkaç özelliğin birleşiminden oluşan u+Pv terimine sıkça rastlanır. Kolaylık ve anlatım sadeliği açısından bu terim entalpi olarak adlandırılır. h ile gösterilir. (Çengel & Boles, 2015)

Entalpi ile cp arasında,

eşitliği vardır. Sıvılar için cp ve cv değerleri eşit olarak kabul edildiği için dh=du ve dolayısıyla Δh=Δu denilebilir.

Aynı zamanda

eşitliğinin integrali aldığımızda da,

olduğunu görebiliriz. Sıvılar için v sabit olduğu için dv = 0 olur ve eşitlik

halini alır. İntegral alınırsa

olur. Sıvılar için vΔP çok küçüktür ve sıfır olarak kabul edilir. Bu durumda

eşitliği tekrar kanıtlanmış olur.

(Çengel & Boles, 2015)

**2.4 Entropi ( Buraları kendi kelimelerimle anlatmam lazım)**

Entropi, bir sistemin mekanik işe çevrilemeyecek termal enerjisini temsil eden termodinamik terimidir.

Entropi moleküler rastgelelik veya moleküler düzensizlik olarak tanımlanabilir. s (kJ/(kgK)) ile gösterilir. (Çengel & Boles, 2015)

Entropi hesaplanırken, u ( iç enerji - (kJ/kg)), v (özgül hacim – m3/kg) ve P ( basınç – Pa) terimleri kullanılır. Bu değerler arasında,

eşitliği vardır. Bu eşitlikte her iki taraf T ( sıcaklık) ile bölündüğünde ,

eşitliği elde edilir. Sıvılarda hacim değişikliği ihmal edilecek kadar düşük olduğu için dv = 0 olarak kabul edilir ve eşitlik,

haline gelir. Her iki tarafın da integrali alındığında,

eşitlik son halini alır.

Tıpkı iç enerji ve entalpi hesaplamalarında da olduğu gibi entropi hesaplamalarında da bir referans sıcaklığı ve bu sıcaklıkta geçerli olan bir referans entropisi gereklidir ve yine tıpkı iç enerji ve entalpi hesaplarında olduğu gibi bu referans noktasını istediğimiz şekilde seçmemiz mümkündür.

**2.4 Yoğunluk ve Özgül Hacim**

Yoğunluk bir malzemenin kütlesinin hacmine oranı olarak tanımlanır. ρ ile gösterilir, birimi kg/m3’tür.

Özgül hacim ise yoğunluk tam tersi olarak hacimin kütleye oranıdır. v ile gösterilir. Birimi m3/kg’dır.

Bu iki özellik ölçümü en basit şekilde yapılan özelliklerdir.

**2.5 Viskozite**

Viskozite bir akışkanın akmaya karşı gösterdiği direnci ifade eden bir terimdir. Viskozitenin iki çeşidi vardır. Bunlar dinamik viskozite ve kinematik viskozitedir.

Dinamik viskozite µ ile gösterilir. Birimi Pa.s’dir. Kinematik viskozite v ile gösterilir. Dinamik viskozitenin, yoğunluğa bölünmesiyle elde edilir, birimi m2/s’dir.

**2.7 Yüzey Gerilimi**

**3. ÖZELLİKLERİN HESAPLANMASI**

**3.1 Özgül Isı**

**3.1.1 Katsayılar Yardımı ile Hesaplama**

(Yaws, 2003)

Yaws’ın (2003) yayımladığı kaynaktan elde edilen katsayıların,

eşitliğinde yerine konması ile cp değerinin hesabı yapılabilir. Bu katsayıların bazıları hesaplamalar ile bazıları ise deneyler ile bulunmuştur. Hesaplamalarda ve deneylerde cp değerinin bulunması ile her bir sıvı için bu değerlerin modellemesi yapılmak istenmiştir ve yapılan modellemeler sonucu A,B,C,D katsayıları elde edilmiştir. Yine aynı kaynakta (Yaws, 2003), her bir malzeme için bu katsayıların geçerli olduğu Tmin ve Tmax değerleri Kelvin biriminde verilmiştir. Bu sıcaklık aralıklarının dışında bu değerlerin kullanılması yanlış sonuçlar elde edilmesine sebep olacağı için sıcaklık aralıklarına dikkat edilmelidir. Bu kaynakta 305 tanesi inorganik ve 4963 tanesi organik malzeme olmak üzere toplam 5268 sıvı için katsayılar mevcuttur.

**3.1.2. Karşılık Gelen Hal Yöntemi ( Corresponding State Method - CSP)**

KAYNAKÇA

1. Kullanılacak özelliklerin bazılarının tanımları için Çengel kitabını kaynak olarak kullandım. Diğerleri için de Akış kitabını kullanmayı düşünüyorum.