

PROBLEM SET 2

- 1) 7 kg/s debi ile bir çözeltiyi %10'dan %50 katı içerek şekilde derişikleştirmek için tek etkili bir evaporatör kullanılmaktadır. Isıtmada 205 kN/m^2 basınçta su buharı kullanılmakta ve buharlaşma $13,5 \text{ kN/m}^2$ basınçta olmaktadır.

- (a) Tüm ısı transfer katsayısı $3 \text{ kW/m}^2\text{K}$ ise gerekli ısıtma yüzeyini
(b) Besleme 294 K 'de yapıyorsa ve kondensat buhar kabinini $357,2 \text{ K}$ 'de terk ediyorsa gerekli su buharı miktarını hesaplayınız.

%10'luk çözelti için spesifik ısı $3,76 \text{ kJ/kg.K}$ ve %50'lik için $3,14$ alınabilir. KNY ve hidrostatik basınç etkisi ihmal edilecektir.

- 2) Sürekli ve tek etkili bir evaporatör 9072 kg/saat debi ile 311 K 'de sisteme verilen bir beslemenin tuz konsantrasyonunu kütlece %1'den %15'e çıkarmak için kullanılmaktadır. Evaporatörün buhar kabinindeki basınç $101,325 \text{ kPa}$ 'dır. Sisteme verilen ısıtıcı buhar ise $143,3 \text{ kPa}$ 'da doymun buhardır. Tüm ısı aktarım katsayısı $1707 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Beslemenin seyreltik olduğu göz önüne alınarak çözeltinin su ile aynı kaynama noktasına sahip olduğu kabul edilebilir. Alt ve üst ürünlerin miktarını ve gerekli ısı transfer alanını hesaplayınız. Beslemenin ısı kapasitesi $4,14 \text{ kJ/kg.K}$ 'dir.

- 3) %30'u kristal olan bir ürün ile %40 çözünen madde içeren ana çözelti elde etmek için ileri beslemeli iki etkili bir evaporatör gerekmektedir. 1. ve 2. etki için ısı transfer katsayıları sırasıyla $2,8$ ve $1,7 \text{ kW/m}^2\text{K}$ 'dir. Doymun kuru buhar 375 kPa basınçta girmekte ve yoğunlaştırıcı $13,5 \text{ kPa}$ basınçta çalışmaktadır.

- (a) Her bir etkide aynı olan ısı transfer alanını hesaplayınız. Besleme hızı $0,6 \text{ kg/s}$ olup %20 çözünen madde içermektedir ve 313 K 'dedir.
(b) Birinci etkide kaynayan sıvı üzerindeki basınç nedir? Sıvının spesifik ısısı $4,18 \text{ kJ/kg.K}$ 'dir. Hidrostatik basınç etkisi ihmal edilebilir.

- 4) İki kademeli bir evaporatör sistemi, %10'luk şeker çözeltisini %50'ye konsantre etmek için kullanılmaktadır. Besleme akımı $21,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ikinci kademeye ve $110 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki doymun su buharı birinci kademeye beslenmektedir. İkinci kademedeki gelen buharın yoğunlaştırıldığı kademeye $92,34 \text{ kPa}$ vakum uygulanmaktadır. Isı transfer katsayıları $U_1=2271$ ve $U_2=1704 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Her iki kademedeki aynı boyutta ısıtma yüzeyleri kullanılmaktadır. Çözeltinin KNY ihmal edilebilir ve çözelti için $C_p=3,98 \text{ kJ/kg.K}$ 'dir.

- (a) Isıtma yüzey alanları ne kadardır?
(b) Her bir kademeden ayrı ayrı ve toplam ekonomisi nedir?
(c) Yoğunlaştırıcıda kullanılan soğutma suyunun giriş ve çıkış sıcaklıkları sırasıyla $15,5$ ve $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ise akış hızı nedir? Besleme hızı 4540 kg/saat 'tir.

- 5) Herbir etkisi eşit alanlı ve çift etkili bir evaporatör sistemde 5 kg/s debi ile spesifik ısısı $4,18 \text{ kJ/kg.K}$ olan bir çözelti ileri doğru beslenmektedir. KNY yoktur ve çözeltinin yarısı buharlaşmaktadır. İkinci etkide tüm ısı transfer katsayısı birincidekinin $3/4$ 'dür. İstim 395 K 'de girmekte ve ikinci etkideki kaynama 373 K 'de olmaktadır. Besleme harici bir ısıtıcı

ile birinci etkideki kaynama noktasına ısıtılmaktadır. İkinci etkiye giden buhar hattından 0,25 kg/s buhar başka bir yerde kullanılmak üzere ayrılmaktadır. Beslemenin kaynama noktasına ısıtılmış olarak girmesi durumu için bu iki durumda yani buhar ayrılması ve ayrılmaması durumunda buhar tüketimindeki değişmeyi bulunuz. Hesaplamalar için buharların ve istimin gizli ısı 2230 kJ/kg alınabilir. Her iki etkideki aktarılan ısı eşit kabul edilebilir. Birinci etkideki çözelti için $C_p=4,18 \text{ kJ/kg.K}$ alınabilir.

- 6) % 10 katı içeren bir likör 4 kg/s debi ile 294 K'de 3 etkili bir ünitenin birinci etkisine beslenmektedir. 3.etkiden % 50 katı içeren bir likör dışarı alınmaktadır. Bu etkideki basınç 13,3 kPa'dır. Likörün spesifik ısısının 4,19 kJ/kg.K olduğu ve kaynama noktası yükselmesi göstermediği kabul edilecektir. 205 kPa basınçta doymuş su buharı ilk etkinin ısıtma elemanına beslenmektedir. Kondensat herbir etkideki buhar sıcaklığında uzaklaştırılmaktadır. Her 3 etki eşit alanlı ise alanı, sıcaklık farklarını ve su buharı tüketimini bulunuz. 1., 2. ve 3. etki için ısı transfer katsayıları sırasıyla 3,10 ; 2,0 ve 1,1 kW/ m²K olarak alınabilir.
- 7) 1,25 kg/s debi ile bir çözelti % 10'dan % 50 katı içinceye kadar 3 etkili bir evaporatörde 393 K'de su buharı kullanılarak buharlaştırılmaktadır. 3.etkideki kaynama noktası 325 K olacak şekilde vakum uygulanmaktadır. Besleme başlangıçta 297 K'de ise ve geriye doğru besleme kullanılıyorsa buhar tüketimi, sistemdeki sıcaklık dağılımı ve herbir etkide eşit olan ısı transfer alanı ne olur? Hesaplama için sistemdeki tüm sıcaklık aralığı üzerinde spesifik ısı 4,18 kJ/kg.K olarak kabul edilebilir. I., II., III. etkideki tüm ısı transfer katsayıları sırasıyla 2,5 ; 2,0 ve 1,6 kW/ m²K olarak alınabilir.
- 8) Çift etkili ileri beslemeli bir evaporatör küttele %10 katı içeren bir çözeltiyi % 50'ye derişikleştirmek için kullanılmaktadır. Her bir etki 10 m² ısıtma yüzeyine sahip olup, tüm ısı transfer katsayıları sırasıyla 2,8 ve 1,7 kW/m²K' dir. Doymuş kuru buhar 375 kN/m² basınçta ilk etkiye gönderilmektedir ve yoğunlaştırıcı 13,5 kN/m² basınçta çalışmaktadır. Besleme sıcaklığı 310 K olup, kaynama noktası yükselmesi 3 K' dir. Bu çalışma şartlarında gizli ısı 2330 kJ/kg ve spesifik ısı kapasitesi 4,18 kJ/kg olarak alındığında, müsaade edilebilen en yüksek besleme hızı ne olur?
- 9) Küttele %10 çözünmüş madde içeren bir çözelti 1,9 kg/s debi ile 338 K' de ileri beslemeli çift etkili bir evaporatöre beslenmektedir. Elde edilen ürün, % 25' i kristal olan bir ürün ile % 25 çözünmüş madde içeren bir ana çözeltiden oluşmaktadır. Doymuş kuru buhar 240 kN/m² basınçta birinci etkiye girmektedir ve ikinci etkide basınç 20 kN/m² olmaktadır. Kristal halde ve sıvı içerisinde çözünmüş halde bulunan katının spesifik ısı kapasitesi 2,5 kJ/kgK olup, çözelti ısısı ihmal edilebilmektedir. 1. ve 2. etki için tüm ısı transfer katsayısı sırasıyla 1,7 ve 1,1 kW/m²' dir. Ana çözeltide kaynama noktası yükselmesi 6K' dir. Buna göre her bir etkide aynı olan ısı transfer alanını hesaplayınız.
- 10) Bir tuz çözeltisi 6.3 kg/s debi ile üç etkili bir evaporatöre ileri doğru ve 293 K sıcaklıkta beslenerek konsantrasyon %2'den, %10'a deriştirilecektir. Doymuş buhar 170 kN/m² basıncında birinci etkinin ısıtma kamarasına verilmekte, son etkiden basınç 34 kN/m² olmaktadır. Herbir etkide ısı iletim katsayıları(U) sırayla 1.7, 1.4, 1.1 kW/m²K olup sıvıların spesifik ısıları 4 kJ/kgK olarak alınabilir. Kaynama noktası yükselmesi ihmal edilmekte olup herbir etkide kullanılan buharların gizli ısıların eşit alınabilir.