

UYGULAMA KONULARI

ISI EŞANJÖRLERİNDE BORU İÇERİSİNE YERLEŞTİRİLEN YAPAY HELİSEL YAY ELEMANLARININ ISI EŞANJÖRÜ PERFORMANSLARINA ETKİSİ **

Teoman AYHAN *
Makina Müh. Böl.
KÜ-TRABZON

M. Emin ARICI *
Makina Müh. Böl.
KÜ-TRABZON

SUMMARY

In this study, heat transfer and flow in the heat exchangers and tubes with artificial helix spring elements was investigated.

In literature, there are many researches about the heat transfer and flow of rough tube and increased inner surface tube.

In this type of tubes, heat transfer becomes good but the difficulties on production and process appear.

In this study, by choosing the parameter as diameter of the helix spring element, it was observed that heat transfer and flow experiments give better results both in production and process than the given tube types in the literature.

ÖZET

Bu çalışmada içerisine yapay helisel yay elemanı yerleştirilen borularda ve ısı eşanjörlerinde ısı transferi ve akış incelenmiştir.

Literatürde içten pürüzlü ve içten yüzeyi arttırılmış borularda akış ve ısı transferi konusunda yapılan bir çok araştırma yer almaktadır. Bu tip borularda ısı transferinin iyileşmesine karşılık üretim ve işletme zorluklarının ortaya çıktığı görülmüştür.

Sunulan bu çalışmada helisel yay elemanlarının çapı ve hadvesi parametre seçilerek yapılan ısı transferi ve akış deneyleri, literatürde verilen boru tiplerine göre üretim ve işletme bakımından daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

GİRİŞ

Uygulamada boru içerisindeki akışlarda ısı transferinin iyileştirilmesi için yapılan çalışmalar literatürde geniş yer kapsamaktadır. Bu çalışmalarda ısı transfer yüzeyinin arttırılması ve ısı transferi katsayısının büyütülmesi ısı transferinin iyileştirilmesine neden olmaktadır.

Sunulan çalışmada ısı transferinin iyileştirilmesi yöntemlerinden biri olan ısı transferi katsayısının iyileştirilmesi yöntemi seçilmiştir. Bu amaçla değişik helis adımı ve değişik helis çaplı yay elemanları borulara yerleştirilerek deneyler yapılmıştır. Üzerinde çalışma yapılan deney elemanlarıyla ilgili ayrıntılı şema Şekil 1'de verilmiştir. Burada kullanılan işaret ve semboller diğer şekillerde de aynı anlamda kullanılmıştır. Deneyler türbülanslı akışta Reynolds sayısının 15 000 ile 10 000 değerleri arasında yapılmıştır.

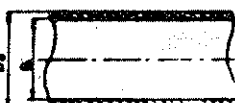
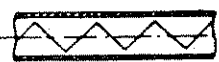
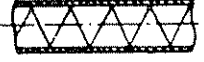
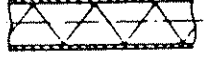
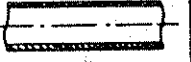
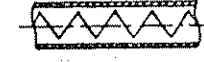
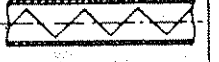
DENEY DÜZENİĞİ

Ele alınan araştırma konusu için iki ayrı deney düzeneği hazırlanmıştır. Bu deney düzenekleri şematik olarak Şekil 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.

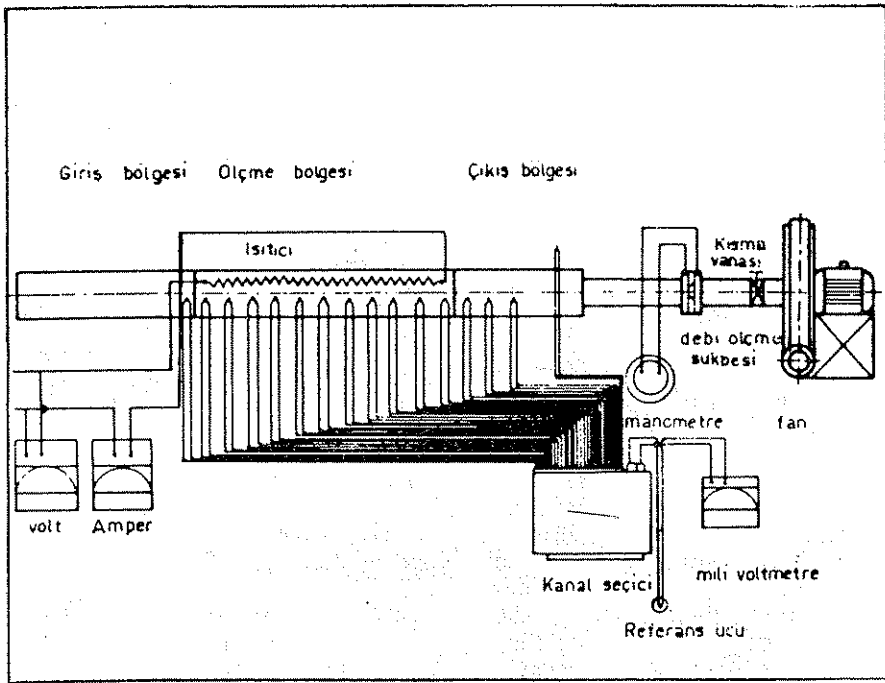
Şekil 2'de gösterilen üniform ve sabit ısı akışı altında ısıtılan dairesel borularda ısı transfer edilen akışkan olarak seçilen hava, bir giriş bölgesinden geçerek deney elemanına girmekte ve havanın debisi daha önce kalibrasyonu yapılan sukbe yardımıyla ölçülmektedir.

Hava debisi bir vana ile ayarlanmakta ve hava tekrar ortama verilmektedir. Deney yöntemi olarak kaynak [1]'de açıklanan yöntem kullanılmıştır. Deney elemanı etrafına

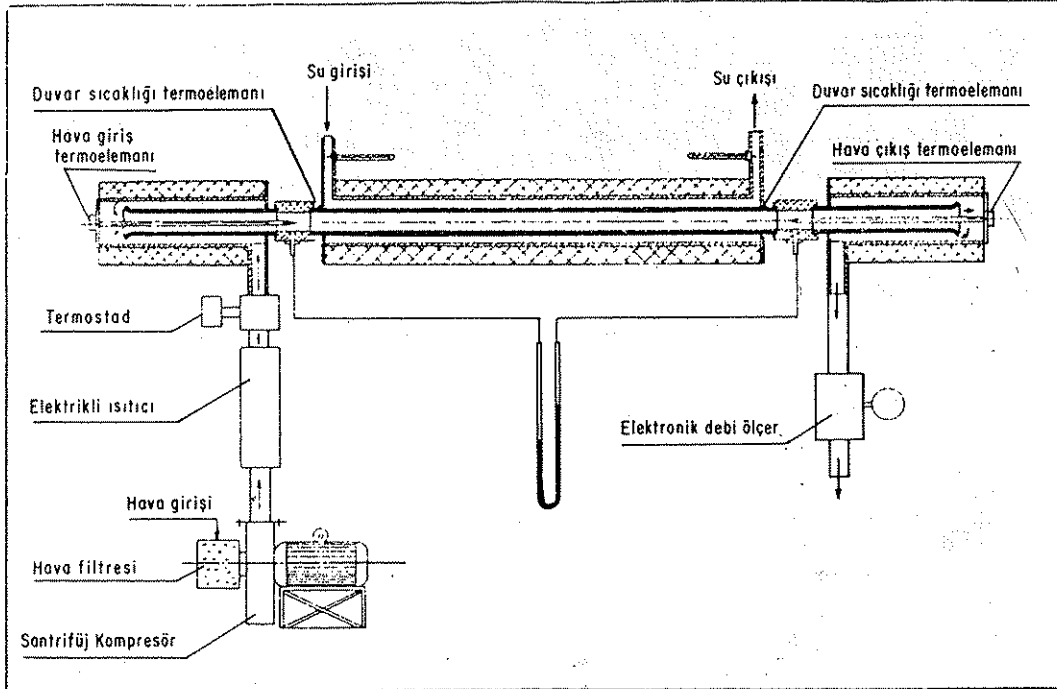
** 4. Enerji ve Enerji Tasarrufu Sergisi, Enerji Tasarrufu Semineri, 8-9 Ocak 1986, İstanbul'da tebliğ olarak sunulmuştur.

SİMGE : A00 İŞARET : ○ D = 0.0525 Dd = 0.0625				SİMGE : A11 İŞARET : □ dt				SİMGE : A21 İŞARET : ■			
											
Do	Dw	dt	ha	Do	Dw	dt	ha	Do	Dw	dt	ha
—	Di	0.000	—	0.05	0.04067	0.003	4dt	Di	0.04035	0.003	4dt
SİMGE : B00 İŞARET : ●				D _i = 0.0232 D _d = 0.0256							
											
								Do	Dw	dt	ha
								—	Di	0.000	—
SİMGE : B11 İŞARET : ■				SİMGE : B12 İŞARET : ▲				SİMGE : B13 İŞARET : ▼			
											
Do	Dw	dt	ha	Do	Dw	dt	ha	Do	Dw	dt	ha
0.022	0.01794	0.0015	4dt	0.022	0.01992	0.0015	8dt	0.022	0.02063	0.0015	12dt
SİMGE : B21 İŞARET : ■				SİMGE : B22 İŞARET : ▲				SİMGE : B23 İŞARET : ▼			
											
Do	Dw	dt	ha	Do	Dw	dt	ha	Do	Dw	dt	ha
Di	0.01773	0.0015	4dt	Di	0.01979	0.0015	8dt	Di	0.02055	0.0015	12dt
SİMGE : B0 İŞARET : ●				D _i = 0.01905 D _d = 0.02150							
											
								Do	Dw	dt	ha
								—	Di	0.000	—
SİMGE : BA İŞARET : ■				SİMGE : BB İŞARET : ▲				SİMGE : BC İŞARET : ▼			
											
Do	Dw	dt	ha	Do	Dw	dt	ha	Do	Dw	dt	ha
0.018	0.01635	0.00125	8dt	0.018	0.01685	0.00125	12dt	0.018	0.01713	0.00125	15dt

Şekil 1 İçten helisel yaylı borular ve geometrik ölçüleri



Şekil 2 Deney düzeneği



Şekil 3 Isı eşanjörü deney düzeneği

elektrik ızalasyonu yapılan direnç telleri sarılarak ısıtılmış ve boru içerisinden geçen havaya ısı transferi gerçekleştirilmiştir. Boru duvar sıcaklıkları ve hava sıcaklıkları kalibre edilmiş bakır-konstantan termoelemanlarıyla ölçülmüştür. Aynı deney elemanları üzerinde hava-giriş ve hava-çıkış kesitlerinde statik basınçlar ölçülerek basınç kayıp katsayıları hesaplanmıştır.

Şekil 3'de gösterilen paralel akışlı, havadan suya ısı transferinin gerçekleştiği ısı eşanjörü aynı eksenli çapları farklı iç içe geçmiş iki boru sisteminden oluşmuştur. Hava filitresinden santrifüj kompresör vasıtasıyla emilip ısıtıcı üzerinden deney elemanına gönderilen hava elektronik debi ölçerden geçtikten sonra atmosfere gönderilir. Su ise iki boru arasındaki kanaldan akarak ısınmaktadır. Deney elemanına giren ve çıkan su sıcaklıkları kolonlardaki termometrelerle ölçülmektedir. Ayrıca iç boru cidarlarına yerleştirilen termoelemanlar yardımıyla, iç boru duvar giriş ve çıkış sıcaklıklarının ölçülmesi gerçekleştirilmiş olmaktadır. Su debisi, dereceli bir kap ile kronometre kullanılarak ölçülmüştür.

DENEYSEL SONUÇLAR

Deney elemanlarından alınan sonuçların güvenilirliğinin sağlanması açısından, her iki deney düzeneğinin performansları literatürde verilen bağıntılara uygun sonuçlar verdiği gerçekleştirildikten sonra, araştırma konusu olan deneysel çalışmalara geçilmiştir.

Şekil 2'de gösterilen deney düzeneğinden elde edilen sonuçlar Şekil 4 ve Şekil 5'de gösterilmiştir.

Şekil 4'de bir deney elemanında duvar sıcaklığının boru boyunca değişimi ve bu ölçüm değerlerine göre hesaplanan yerel Nusselt sayısının değişimi Şekil 5'de verilmiştir.

Şekil 1'de sunulan deney elemanlarında yapılan tecrübelerden hesaplanan ortalama Nusselt sayıları Şekil 6'da verilmiştir.

Aynı deney elemanlarında yapılan basınç kayıpları ölçümleri ve bu ölçümlerle hesaplanan basınç kayıp katsayısının Reynolds sayısı ile değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Basınç kayıp katsayısı

$$f = \frac{2D_H}{L} \frac{\Delta P}{\rho U_m^2}$$

bağıntısıyla tanımlanmıştır. Bu bağıntıda U_m ortalama akış hızı, D_H hidrolik çap, L boru

boyu, ρ akışkanın yoğunluğu ve ΔP basınç düşüştür.

Şekil 6 ve Şekil 7'den görüleceği üzere kaynak 3,4,5,6'da verilen içten helisel ve içten oyuklu borulara ait sonuçla da ısı transferi katsayısında, düz boruya göre % 60 ile % 400 kadar artışla birlikte basınç kaybında boş boruya oranla 20 kata varan artışlar olmuştur.

Şekil 1'de sunulan deney elemanlarından elde edilen sonuçlar topluca değerlendirildiğinde helisel yay elemanlarının boru duvarıyla temasta bulunduğu helisel yay elemanlı B21, B22 ve B23 borularında ısı transferi ve basınç kaybı açısından önemli bir fark izlenmemiştir. Bunun yanında cidardan biraz uzakta yay elemanlarını içeren borularda ısı transferi ve basınç kaybı açısından önemli farklılıklar izlenmiştir.

Tablo 1'de helisel yay elemanlı borularda boş boruya oranla ısı transferi katsayısı ve basınç kayıp katsayısı artış yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 1'den görüleceği üzere B13 boru tipi eldeki deney sonuçlarına göre en iyi boru tipini oluşturmaktadır.

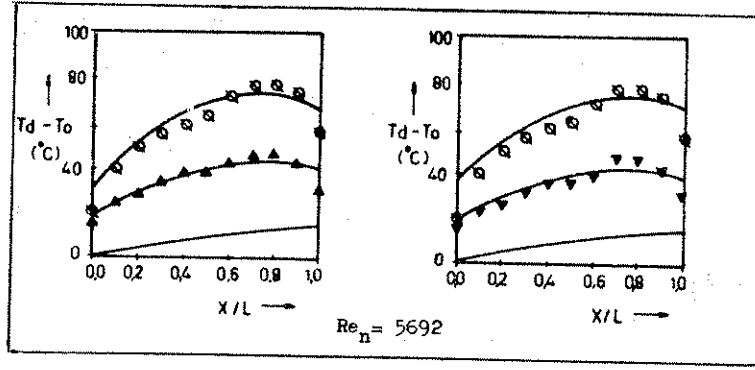
Bu sonuçların etkisini bir ısı eşanjöründe görmek için, Şekil 3'de görülen deney düzeneğinde deneyler yapılmıştır. Sonuçlar, Şekil 8'den izleneceği üzere: Helisel yay elemanı hatvesi, tel çapının 12 katı olduğunda ve helisel yay elemanı cidardan belli bir miktar uzakta tutulduğunda en yüksek ısı transferi gerçekleşmektedir. Bu helisel yay elemanı içeren ısı eşanjörünün performansı Şekil 9'da görüleceği gibi incelenirse: İmal edilmiş bir ısı eşanjöründe gaz tarafına boyutları yukarıda saptanmış bir helisel yay elemanı yerleştirilirse, ısı eşanjörünün kapasitesinin arttığı ve verimliliğinin yükseldiği gözlenmiştir. Şekil 9'da ϵ , ısı eşanjörü verimliliğini, NTU ısı eşanjörü kapasite büyüklüğünü göstermektedir.

SEMBOLLER

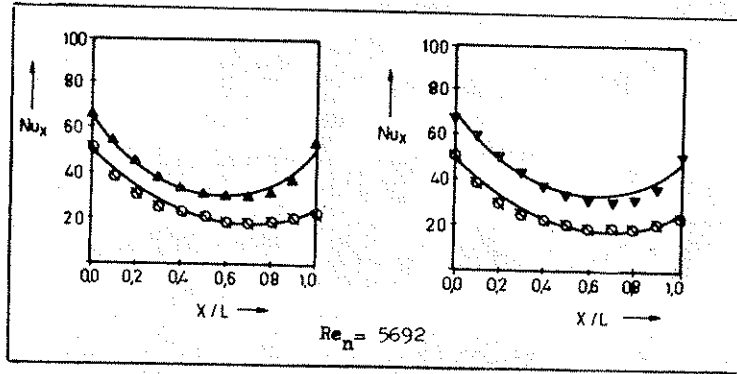
D : Çap
 h_a : Helis adımı
 Nu : Nusselt sayısı
 Re : Reynolds sayısı
 Pr : Prandtl sayısı

İNDİSLER

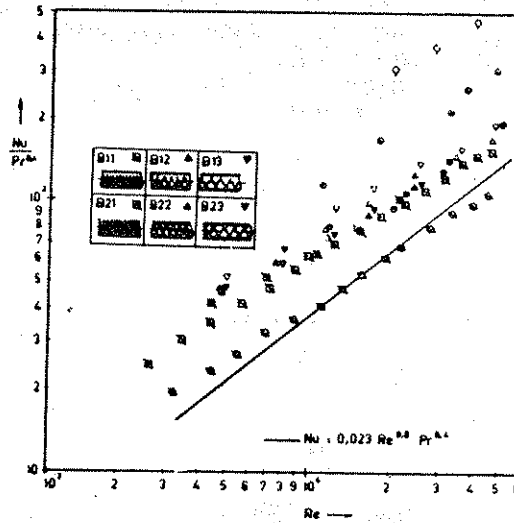
a : Akışkana ait
 d : Duvara ait
 H : Hidrolik
 i : İç, iç çapa göre tanımlanmış
 x : Yerel
 o : Ortalama



Şekil 4 Duvar ve akışkan sıcaklıklarının boru boyunca değişimi



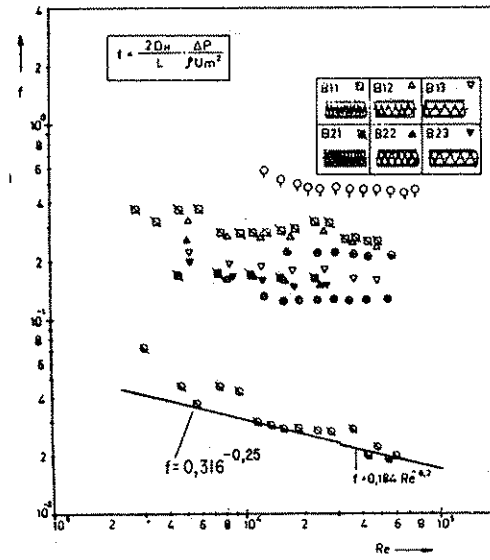
Şekil 5 Yerel Nusselt sayısının boru boyunca değişimi



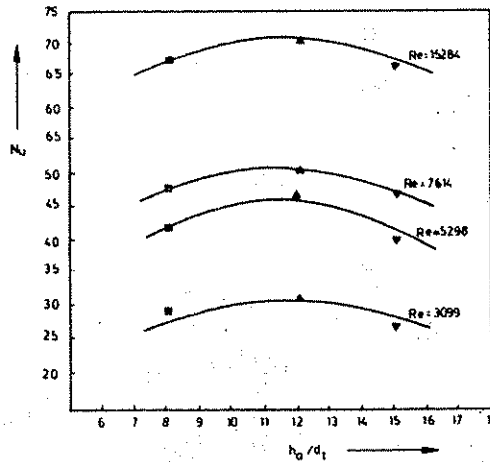
Şekil 6 Ortalama Nusselt sayısının Reynolds sayısıyla değişimi
○, △, □: Kaynak (3), (4) ve (5)'den alınan değerlerdir.

BORU	B					
SİMGE	B11	B12	B13	B21	B22	B23
Isı Transferi Artış Yüzdesi (%)	40	62	75	44	57	62
Basınç Kaybı Artış Yüzdesi (%)	839	810	425	425	458	418

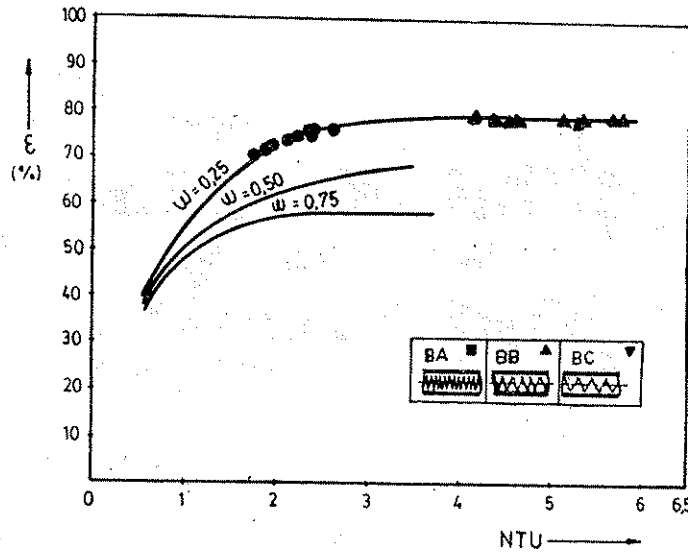
Tablo 1 Helisel yay elemanlı borularda ısı transferi katsayısı ve basınç kaybı artış yüzdeleri



Şekil 7 Basınç kayıp katsayısının Reynolds sayısı ile değişimi
○⊕●: Kaynak (3),(4) ve (5)'den alınan değerlerdir.



Şekil 8 Isı eşanjörü deney düzeneğinde helis adımının ısı transferine etkisi



Şekil 9 Isı eşanjörü deney düzeneğinin verimlilik ile eşanjör kapasite sayısının değişimi

KAYNAKLAR

1. Ayhan, T., "Sabit ısı akışı altında borular içerisindeki akış için yerel ve ortalama Nusselt sayılarının tayini için deneysel bir yöntem", Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, Cilt 5, Sayı 3, 1982.
2. Ayhan, T. ve Arıcı, M.E., "İçten yapay dirençli dairesel borularda ısı transferi", 5. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 18-20 Eylül 1985, İstanbul.
3. Bergeles, A.E., "Survey of Heat Transfer Characteristics of Deep Spirally Fluted", Iowa State Univ. ASME Heat Transfer Div. Publ. HTD V. 18, Adv. In enhanced heat transfer 1981, presented at NATL. HEAT TRANSFER CONF. 20th Milwaukee, Wis. Aug. 2-5 1981 Publ. by ASME, New York, NY. pp. 21-23.
4. Marto, P.J., Reilly, R.J. and Fenner, J.M., "An Experimental Comparison of Enhanced Heat Transfer Condense Tubing", Advances in Enhanced Heat Transfer, 1979, pp. 1-9, ASME New York.
5. Fenner, J.H., "An Experimental Comparison of Enhanced Heat transfer Condenser Tubing", M.S. Thesis in Mechanical Eng. 1978, U.S., Naval Postgraduate School, Monterey, CA.
6. Everly, D. and Genetti, W.E., "Preliminary Report of Heat Transfer from Spiral Tubing in an Air Fluidized Bed, 1977, Department of Chemical Engineering Montana State Univ. Bozeman MT.

* Yazar daha önceki sayılarımızda tanıtılmıştır.